

DESCRIPTION GÉOLOGIQUE

DU

DAUPHINÉ

(ISÈRE, DROME, HAUTES-ALPES)

POUR SERVIR A L'EXPLICATION DE LA

CARTE GÉOLOGIQUE DE CETTE PROVINCE

PAR

CHARLES LORY

Professeur de géologie à la Faculté des sciences de Grenoble.

PREMIÈRE PARTIE

PARIS

F. SAVY, LIBRAIRE DE LA SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DE FRANCE
Rue Bonaparte, n° 20.

GRENOBLE

ALPHONSE MERLE ET COMP^{te} || **MAISONVILLE ET FILS ET JOURDAN**
Libraires, rue Lafayette, 14. || Libraires, rue du Qual, 8.

1860.

GRENOBLE. — MAISONVILLE ET FILS,
imprimeurs-libraires, rue du Quai, 8.

INTRODUCTION.



« Donner la description minéralogique
« d'un pays, c'est, à mon avis, faire con-
« naître non seulement les minéraux qu'il
« peut renfermer, indiquer les endroits où
« ils se trouvent, mais encore en déterminer
« la position dans la terre, en tracer la con-
« tinité dans les montagnes, mettre sous
« les yeux le cours de ces montagnes par
« des cartes, ou au moins le peindre à l'es-
« prit par des descriptions détaillées et assez
« justes pour qu'on puisse les reconnaître. »

(GUETTARD, *Mém. sur la Minér.
du Dauphiné.* 1779.)

Il serait superflu, dans ce pays plus encore qu'en tout autre, de s'attacher à faire ressortir l'importance et l'immense intérêt que présente l'étude de la *géologie positive*, c'est-à-dire l'étude du sol, de sa structure et de la disposition des masses minérales dont il se compose. Les recherches de combustibles, de minerais métalliques, celles des ciments et chaux hydrauliques, des plâtres, des argiles, des marbres, des matériaux

de construction de tout genre, ne sauraient avoir d'autre guide que la connaissance précise des lois qui président à la distribution de toutes ces matières minérales utiles. L'ingénieur qui trace une route ou un chemin de fer à travers un pays accidenté a besoin de connaître d'avance la nature des parties souterraines qu'il doit entamer par des tranchées ou par des tunnels. L'établissement des systèmes de défense contre les dégradations des montagnes et les ravages des torrents suppose nécessairement la connaissance de la structure intérieure du sol. La recherche des sources soulève à chaque pas, dans les pays de montagnes, des questions compliquées, des difficultés qui déroutent tous les procédés de la pratique commune, et qui ne peuvent être résolues que par une étude attentive de la disposition des couches de terrain et des accidents qui les affectent. En un mot, tout travail souterrain, quel qu'il soit, ne peut être entrepris, si l'on ne veut marcher au hasard et s'exposer à mille mécomptes; sans le secours de cette science qui, d'après l'inspection de la surface du sol, apprend à juger de sa structure intérieure.

L'agriculture elle-même, dans sa pratique la plus simple, en se bornant à remuer la pellicule superficielle du sol, n'a pas moins d'intérêt à l'étude de sa constitution intérieure. En effet, la nature et les propriétés de la terre végétale, par suite, le mode de culture et les amendements dont elle est susceptible, dépendent essentiellement de l'origine de cette nappe de matières meubles. Sur les plateaux et les pentes des montagnes elle

est formée, le plus souvent, par la dégradation et la décomposition lente du sol sous-jacent, aux débris duquel se joignent les éboulements des roches supérieures : sa nature est alors en rapport intime avec celle du sol lui-même ; à tel point, qu'un observateur exercé peut souvent deviner de loin, à l'aspect de la végétation, les caractères géologiques du terrain sur lequel elle est établie. Dans les vallées et les plaines basses, la terre végétale, bien plus épaisse en général, est formée de dépôts d'*alluvion*, accumulés soit par des rivières qui les parcourent encore, soit par des cours d'eau qui n'existent plus, mais dont on peut retrouver les bassins en suivant de proche en proche leurs *alluvions anciennes*, antérieures à toutes les périodes historiques. Il est clair que la nature des sols d'alluvion dépend essentiellement de la nature minérale des roches qui constituent le bassin de la rivière et qui en ont fourni les matériaux. Ainsi, la classification des terres arables d'un pays, l'établissement d'une carte agronomique, la détermination des amendements qui conviennent à telle ou telle parcelle de terrain, supposent, de toute nécessité, la connaissance de la structure du sol et des diverses causes par lesquelles a pu être formé le terrain meuble superficiel, soit sous le régime actuel, soit dans des périodes antérieures à toutes les données historiques. La statistique agricole d'un pays ne peut être que le dernier mot de sa connaissance géologique approfondie.

Ce n'est donc pas trop de dire que toutes les sources de la prospérité matérielle d'une contrée sont subor-

données à la connaissance raisonnée de son sol ; cette vérité est d'autant plus manifeste, que le sol est d'une structure géologique plus compliquée et susceptible d'exploitations plus diverses ; et, sous ce rapport, le Dauphiné mérite, plus que tout autre pays, d'être l'objet d'études détaillées et approfondies.

Cependant, ce serait mal juger de l'intérêt que peut offrir la description géologique d'une contrée, si l'on se bornait au point de vue de son utilité matérielle immédiate. La géologie touche par trop de points à toutes les branches des connaissances humaines pour que l'on puisse méconnaître les services essentiels qu'elle peut rendre à chacune d'elles. Une description géologique fournira des données capitales à l'agriculteur, au forestier, au botaniste, sur les conditions dans lesquelles se développent telles cultures, telles essences de bois, telles plantes de la flore indigène ; au physicien, sur la répartition des divers phénomènes de climat, intimement liés aux propriétés physiques des roches qui composent le sol, surtout dans les pays de montagnes ; au médecin, sur la distribution des maladies épidémiques ou endémiques, qui ne peut manquer d'être influencée par les mêmes causes, quoique jusqu'ici l'on n'ait pu qu'entrevoir, dans un petit nombre de cas, les relations qui les unissent.

Mais il est un point de vue auquel la description géologique d'un pays présente un immense intérêt à tout homme instruit qui cherche dans un livre de science des sujets de réflexion et des lois d'une application jour-

nalière : je veux parler des rapports intimes qui existent entre la constitution géologique du sol et sa configuration extérieure, son relief topographique.

La géologie, à ce point de vue, est la *raison de la géographie physique* : elle est à celle-ci à peu près ce qu'est l'astronomie aux tables qui indiquent pour chaque jour les positions des planètes ou l'heure et la hauteur de la marée dans un port. Par l'étude géologique d'un pays, on peut, en effet, se rendre compte de sa surface plane ou accidentée, des formes caractéristiques de ses vallées, de ses collines, de ses montagnes : ces accidents si variés des montagnes, où le vulgaire ne voit que le désordre et des formes capricieuses, plus ou moins pittoresques, apparaissent alors comme les détails d'un magnifique ensemble, où chaque chose est à sa place et a sa raison d'être. On se trouve dans le cas de l'antiquaire qui, connaissant par quelque texte ancien la description sommaire d'un édifice et en retrouvant les ruines en grande partie ensevelies sous des sables ou des décombres, reconnaît le plan de l'édifice là où l'on n'aperçoit que quelques pans de muraille sans liaison apparente.

Dans la configuration du sol, pas plus que dans les phénomènes physiques ou astronomiques, rien n'est l'effet du hasard ; tous les détails se tiennent et s'expliquent d'après quelques principes très-simples, dès que l'on connaît la structure géologique du pays. Alors on reconnaît aisément qu'un ensemble de montagnes très-compliqué, tel que celui des montagnes du Dauphiné,

peut être divisé naturellement en régions distinctes par leur constitution géologique, et non moins distinctes sous le rapport des formes caractéristiques de leurs montagnes, de leurs vallées, sous le rapport du régime des eaux, de la végétation et du climat. Les limites de ces régions géologiques coïncident généralement avec des limites géographiques nettement indiquées, comme de grandes vallées, des crêtes saillantes continues ou alignées dans les mêmes directions, de brusques différences de niveau, etc. Chacune d'elles embrasse une certaine étendue de terrain dans laquelle l'uniformité de la constitution géologique imprime à toutes les parties un cachet commun et spécial, mais qui change d'une région à l'autre.

On conçoit donc combien il est important de donner pour fondement à la géographie physique d'un pays l'étude préalable de sa constitution géologique. Dans un pays de montagnes surtout, c'est le seul moyen de procéder avec méthode et de faire autre chose que des descriptions vagues ou des statistiques embrouillées, dans lesquelles on ne pourrait jamais mettre en évidence les liaisons intimes qui existent entre toutes les parties, et la régularité réelle de l'ensemble, qui se cache sous la multiplicité et le désordre apparent des détails.

La connaissance de la structure géologique est aussi indispensable pour comprendre le relief du sol, que l'anatomie est nécessaire au statuaire ou au peintre pour reproduire les formes extérieures du corps humain. Et puisque cette comparaison arrive naturellement sous

notre plume, qu'il nous soit permis de faire remarquer que bien peu d'artistes ont eu le sentiment de la structure des montagnes et ont su les reproduire avec ce cachet caractéristique qu'un géologue ne manquera jamais de reconnaître à chacune d'elles. Au point de vue de la simple contemplation de la nature, il y a tout à gagner à posséder des notions géologiques : car ce n'est pas tuer le pittoresque que de chercher à s'en rendre compte, et les Alpes ne perdront rien de leur beauté pour qui saura démêler leur structure, pas plus que la vue du ciel ne perd de son attrait pour celui qui sait y voir autre chose qu'une voûte parsemée au hasard de points brillants.

L'étude géologique d'une contrée conduit à y reconnaître des régions qui diffèrent l'une de l'autre par la constitution intime de leur sol ; ces différences profondes influent sur les caractères de la surface, et les causes qui modifient incessamment celle-ci sont sans action sur le fond même du sol. Le travail de l'homme a changé l'aspect extérieur du pays ; mais il ne fait, en général, que rendre plus apparents les détails de la structure intérieure. Les divisions géologiques ont été, et seront toujours, des divisions naturelles : l'homme lui-même en subit nécessairement l'influence, parce que, avec la constitution du sol, se trouvent modifiées toutes les conditions journalières de son existence. Les caractères ineffaçables des populations sont intimement liés aux caractères géologiques des pays qu'elles habitent ; et ce n'est pas une des moins curieuses applications de la

statistique géologique, que le rapprochement qu'on peut établir entre elle et la statistique, l'histoire même des populations. Cuvier et les savants auteurs de la *Carte géologique de la France* ont développé admirablement ces considérations d'une si haute portée (1); mais, même dans une contrée d'une étendue restreinte, comme nos Alpes françaises, il y a lieu d'en faire des applications remarquables. La plupart de ces anciens noms particuliers de *pays*, tels que les *Terres-Froides*, l'*Oisans*, le *Trièves*, le *Vercors*, le *Royans*, le *Queyras*, le *Dévoluy*, etc., correspondent à des régions géologiques très-nettement caractérisées, dont chacune a bien son type spécial et ineffaçable; et ce type n'est pas seulement dans la constitution intime du sol, mais aussi dans sa configuration extérieure; il entraîne des différences caractéristiques dans les genres et les procédés de culture, dans les habitudes des populations rurales; et ces différences subsistent quels que soient les progrès de la centralisation et le perfectionnement des voies de communication.

Qu'on me pardonne le développement de ces considérations, devenues aujourd'hui des vérités presque banales. S'il était superflu de démontrer l'importance d'une statistique géologique détaillée, et de celle du Dauphiné en particulier, il n'était peut-être pas inutile

(1) Cuvier, *Éloge de Werner*.

Dufrénoy et Élie de Beaumont, *Introduction à l'explication de la Carte géologique de la France*, p. 2-9, 23-34.

d'indiquer le plan suivant lequel il me semble que ce travail pourrait être entrepris pour répondre le plus directement à son but. Dans la plupart des ouvrages de ce genre, la division des chapitres est établie par celle des éléments du sol en plusieurs groupes géologiques ou *terrains*, que l'on décrit successivement. Cette marche me semble présenter plusieurs inconvénients. Elle ne permet pas de faire ressortir les rapports mutuels qui existent entre les différents terrains, ni les rôles qu'ils jouent dans la structure des diverses chaînes de montagnes, des plateaux, des vallées, dans la constitution du relief des différentes régions; et dans la pratique, cette marche offre encore le désavantage de disperser çà et là les renseignements relatifs aux divers terrains d'un même pays. Il me semble donc qu'il serait préférable de diviser la contrée en un certain nombre de *régions géologiques naturelles*, et de décrire successivement ces diverses régions suivant un ordre méthodique. Malgré la complication de la structure du sol du Dauphiné, cette division me paraît possible, et la marche qui en résulte bien plus avantageuse. J'essaierai de la mettre en pratique dans une description géologique détaillée des trois départements, qu'il me sera donné, j'espère, de conduire à bonne fin; mais, dès aujourd'hui, dans cet essai destiné à l'explication de la *Carte géologique* que je présente au public, je suivrai cette marche, autant qu'il sera possible de le faire sans être entraîné dans de trop longs détails, et sans supposer à mes lecteurs des connaissances géolo-

giques s'étendant au-delà des principes les plus élémentaires de la science. En m'attachant à faire ressortir la liaison des faits beaucoup plus que les faits de détails, je m'efforcerai de remplir le programme si bien tracé par Guettard, dès le siècle dernier, et de n'adopter que des divisions faciles à caractériser, indépendantes des hypothèses et des opinions controversées auxquelles donne lieu la géologie des Alpes. En un mot, j'essaierai de rendre cette notice aussi simple et aussi pratique que possible, afin d'atteindre le but que je me suis proposé; c'est-à-dire de mettre tout le monde à même de contribuer efficacement à une connaissance plus complète et plus approfondie de notre sol du Dauphiné et des ressources inconnues qu'il recèle encore.

La géologie est certainement, de toutes les sciences naturelles, celle dont tout homme intelligent peut s'occuper le plus facilement partout, avec le moins de moyens d'étude, et cependant avec la certitude de faire des observations utiles et même de véritables découvertes, d'un intérêt réel, soit pour la science en général, soit pour ses applications et pour les progrès de la géologie locale.

Dans les hautes chaînes des Alpes, par exemple, il n'est personne qui ne puisse rencontrer, sur quelque sommet ou dans quelque repli des montagnes granitiques, un lambeau de *calcaire* ou de *grès*, encore inaperçu, et en marquer la position sur une carte détaillée ou un plan cadastral; personne qui ne puisse reconnaître et signaler de même quelque nouveau

filon, soit d'un minéral métallique, soit d'une roche particulière, *serpentine* ou *variolite*, par exemple, ou quelque gisement nouveau de *charbon*, de *plombagine*, de *gypse*, etc. ; et chacun de ces faits est un document important, susceptible de conduire à des conséquences très-étendues pour la connaissance de la structure du sol.

Tous les corps organisés *fossiles*, moules de *coquilles* ou *empreintes de plantes*, dont on indiquera le gisement dans les Alpes proprement dites, sont des pièces du plus grand intérêt pour la solution des questions les plus difficiles et les plus débattues de la géologie.

Dans les montagnes calcaires de la région subalpine, comme celles de la Chartreuse, de Lans, du département de la Drôme, etc., les *fossiles* sont bien plus abondants, et il est facile d'en faire des collections locales intéressantes ; chacun peut aisément les classer d'après les stations où il les a recueillis, d'après la nature et l'ordre de succession des bancs qui les renferment, et par suite, réciproquement, arriver à reconnaître les diverses assises du sol par les fossiles particuliers à chacune d'elles. Il n'est aucune collection locale ainsi faite qui ne soit digne de fixer l'attention d'un géologue et qui ne puisse conduire un simple amateur à la connaissance approfondie de la structure du pays où il l'a recueillie. Les fossiles ne sont pas connus ni répandus autant que les plantes ; la moindre collection locale fournira des espèces nouvelles ou des variétés intéressantes, ou, enfin, des fos-

siles connus dans d'autres contrées, et qui servent à établir des rapprochements inattendus entre les terrains qui les renferment et ceux de pays plus ou moins éloignés. La recherche des matières exploitables, des combustibles, des plâtres, des bancs à chaux hydraulique ou à ciment, etc., peut être subitement éclairée par un document de ce genre, *par une simple empreinte de coquille ou de plante fossile* d'un gisement connu, plus que par des centaines d'échantillons de roches et de longues analyses chimiques.

Les parties basses du Dauphiné, les pays de plaines et de petites collines de l'ouest de la Drôme et du nord de l'Isère, ne sont pas, comme nous aurons occasion de le montrer, les moins intéressantes sous les rapports que nous venons d'indiquer. Pour ce qui est des *fossiles*, tout le monde a entendu citer ceux de Saint-Paul-Trois-Châteaux, ceux des minerais de fer de la Verpillière, les ossements d'*éléphant* et de *mastodonte* des environs de Romans, etc. D'ailleurs, dans ces pays couverts de cultures, on a souvent occasion de signaler quelque gisement nouveau de *lignite*, de *marne*, etc., que des fouilles locales, des travaux de routes, etc., mettent à découvert. Enfin, nous indiquerons des sujets d'observation du plus grand intérêt dans les cailloux roulés, les débris et les blocs amenés des Alpes, qui se trouvent à la surface du sol dans ces pays.

J'essaierai de tracer, à la fin de cet ouvrage, une sorte d'*agenda* ou de manuel des principales observa-

tions à faire dans chacune des régions du Dauphiné, par tous les hommes instruits qui s'intéressent aux progrès de la science, et plus directement encore, c'est tout naturel, à la connaissance du pays qu'ils habitent. Ce sera le résumé et comme la conclusion pratique de ce livre et de la carte géologique qui l'accompagne; travail conçu, autant que possible, en dehors de toute préoccupation systématique, et qui n'a d'autre prétention que celle d'être exact, clair et utile à un pays qui fait, depuis dix ans, l'objet de mes études.



DESCRIPTION GÉOLOGIQUE

DU

DAUPHINÉ.

DIVISION DU DAUPHINÉ

EN RÉGIONS GÉOLOGIQUES NATURELLES.

§ 1. — Le Dauphiné se divise naturellement en deux régions principales, d'étendues très-inégales : la *région des montagnes*, comprenant les Alpes et toutes les chaînes qui s'y rattachent, et la *région des plaines et des plateaux*, comprise entre ces chaînes et le Rhône, que l'on peut désigner dans son ensemble par le nom de **BAS-DAUPHINÉ**.

Cette dernière est caractérisée par un sol faiblement accidenté, dont les points culminants s'élèvent rarement à plus de 700 mètres au-dessus de la mer, et restent en général bien inférieurs à ce niveau. Elle se compose de plateaux, séparés ou échancrés par de grandes plaines ou vallées à fond plat, et sillonnés profondément par des vallées plus étroites, que les eaux ont évidemment creusées. Ces entailles multipliées du sol mettent à nu, sur de grandes épaisseurs, sa constitution géologique, et permettent de constater aisément un autre caractère qui explique la configuration du relief : c'est que les

matériaux du sol du Bas-Dauphiné sont presque toujours disposés en *couches* sensiblement *horizontales* ; les tranches de ces couches se dessinent horizontalement sur les flancs des vallées, quand elles ne sont pas masquées par des débris ou par la végétation. On peut ajouter que ce sont, en général, des matières d'une faible cohésion, telles que le grès tendre, à ciment calcaire, connu sous le nom de *mollasse*, des nappes de *sables* ou de *graviers*, d'*argiles* et de *marnes* (1), évidemment déposées par les eaux, et conservant encore, du moins pour l'œil, leur horizontalité primitive. Dès la fin du siècle dernier, Guettard a parfaitement caractérisé cette région basse du Dauphiné par la dénomination de *région sablonneuse et caillouteuse*.

Au contraire, la région des montagnes présente partout un sol extrêmement accidenté, formé de roches plus ou moins solides, qui ne sont presque jamais en couches horizontales, mais le plus souvent *en couches redressées, disloquées et contournées* de la manière la plus énergique. Ces couches ont été autrefois horizontales et continues ; elles offrent encore les preuves de leur formation par dépôts successifs au sein des eaux, attestée par les restes de coquilles et d'*animaux fossiles* en général, d'autres fois par les *empreintes de végétaux* qui y ont été enfouis et conservés. Le redressement et les dislocations multipliées de ces couches sont le résultat de grandes révolutions du sol, qui ont élevé ces dépôts au-dessus des eaux et les ont façonnés en montagnes.

Sur toute la limite du Bas-Dauphiné, les premiers chaînons des Alpes sont, en général, composés de roches calcaires compactes (2), qui s'élèvent brusquement au-dessus des plateaux et des collines de *mollasse* ; leurs couches, fortement inclinées,

(1) Teintes M, M', A' de la carte géologique.

(2) Teintes C, N², N¹.

témoignent immédiatement de la grandeur des révolutions qui ont produit le relief des Alpes. En général on voit aussi, en approchant de ces premières chaînes, les couches de la *mollasse* (M), horizontales dans les plateaux, se relever avec une inclinaison croissante vers les Alpes; en venant s'appuyer sur les calcaires compacts, elles participent souvent au redressement de leurs bancs, et l'on trouve même des lambeaux étendus de *mollasse* emportés jusque dans les parties supérieures des premières chaînes calcaires.

Ce contraste entre la constitution du sol du Bas-Dauphiné et celle des premières chaînes des Alpes se manifeste brusquement, de la manière la plus nette, sur toute la limite de ces deux régions. Il se montre sur la route du Pont-de-Beauvoisin aux Échelles, quand on entre dans les montagnes par le défilé de Chaille; à partir de Voiron, en se dirigeant sur Saint-Laurent-du-Pont ou sur Voreppe; tout le long de la vallée de l'Isère, depuis Moirans jusqu'à Saint-Nazaire en Royans, et depuis ce dernier point jusqu'à Crest, en suivant le pied des chaînes de Penet et de Raye. Le même contraste et les mêmes faits relatifs au redressement des couches de la *mollasse* sur les flancs des premières chaînes calcaires se reproduisent dans les régions plus méridionales, aux environs de Taulignan, de Nyons, de Mollans.

§ 2. — Sur la rive gauche de la Drôme, entre Crest et Loriol, les roches calcaires qui constituent les montagnes s'avancent jusqu'au bord de la vallée du Rhône, se rattachent manifestement, par-dessous ce fleuve, à celles de la rive opposée, et se continuent avec les mêmes caractères dans les plateaux du Haut-Languedoc. Depuis Loriol jusqu'à Donzère, la vallée du Rhône se trouve resserrée entre des roches calcaires, dont les couches sont fortement redressées; la région des montagnes s'étend donc dans cet intervalle jusqu'au bord du fleuve.

Cette sorte d'isthme par lequel les montagnes calcaires de la Drôme se rattachent à celles de l'Ardèche sépare le Bas-Dauphiné en deux bassins distincts : l'un ouvert du côté du nord, de Lyon au Pont-de-Beauvoisin, limité d'un côté par les Alpes, de l'autre par les montagnes de la rive droite du Rhône et finissant en pointe au confluent de la Drôme, près de Loriol; l'autre, s'ouvrant, au sud-est de Montélimar, sur la largeur de Nyons à Orange.

Le bassin septentrional, ouvert vers le nord, communique et se continue de ce côté avec le bassin de la Saône, dans les plaines et plateaux de la Bresse; il participe au climat de ce pays, comme il s'y rattache intimement par sa constitution géologique. Le bassin méridional, ouvert du côté du midi, se lie aux départements de Vaucluse et des Bouches-du-Rhône par la nature de son sol, comme par le climat et la culture de l'olivier.

§ 3. — La partie montagneuse du Dauphiné se divise aussi très-naturellement en plusieurs régions bien distinctes :

1^o **Région des chaînes secondaires**, séparée des régions des grandes chaînes ou des Alpes proprement dite, par la vallée de l'Isère, depuis Albertville jusqu'à Grenoble, le cours du Drac, en remontant jusqu'à Saint-Bonnet, enfin une ligne passant par Saint-Bonnet, Gap et Tallard. Elle comprend les montagnes de la CHARTREUSE, de LANS, du VENCORS, du ROYANS, du DIOIS, du TRIÈVES, du DÉVOLUY; toutes les montagnes du département de la Drôme et toute la partie des Hautes-Alpes située à l'ouest de Gap. Elle est formée de roches généralement calcaires, appartenant aux *terrains jurassiques*, surtout à l'étage *oxfordien*, J² et aux *terrains crétacés* (N¹, N², G', G, C) recouverts dans quelques parties par des *terrains tertiaires* et principalement par la *mollasse*.

2^o **Région des chaînes centrales ou des Alpes granitiques du Dauphiné.** — Cette région comprend les montagnes

les plus élevées du Dauphiné, les seules à peu près qui conservent de grandes masses de neiges perpétuelles et portent de véritables glaciers, remarquables d'ailleurs entre toutes par la continuité des massifs qu'elles forment et par leurs crêtes aiguës, déchiquetées en aiguilles. Elles sont composées de roches *granitiques*, soit de diverses variétés de *granite* et surtout celle qu'on a désignée sous le nom de *protogine*; soit de roches plus ou moins feuilletées, *gneiss*, *micaschistes*, *schistes talqueux*, et d'autres roches de structure cristalline se divisant par *strates* ou par *feuillets*, qui sont le plus souvent à peu près verticaux. L'ensemble de ces roches, groupées sous le nom de *terrains cristallisés* (vulgairement *terrains primitifs*) est désigné sur notre carte par la teinte Y.

Elles constituent trois massifs principaux, allongés du N.-N.-E. au S.-S.-O., et que nous appellerons *chaîne de BELLEDONE*, *chaîne des GRANDES-ROUSSES* et *massif du PELVOUX*.

Ces trois grands massifs de terrains cristallisés (Y) sont entourés et recouverts sur leurs flancs par un terrain composé de *schistes argilo-calcaires noirs*, prenant souvent la structure d'*ardoises*, et qui appartiennent, comme on le verra, au terrain du *lias*, partie inférieure des terrains jurassiques (teinte L). Des lambeaux de ce terrain sont emportés jusque dans les parties centrales et les plus élevées des massifs granitiques. Entre le *lias* et les terrains cristallisés apparaissent, en affleurements peu étendus, les *grès à anthracite* (teinte h) du département de l'Isère, tels que ceux de la Mure.

Cette région comprend toutes les montagnes de la rive gauche de l'Isère au-dessus de Grenoble, toute la partie du département de l'Isère située sur la rive droite du Drac (la Mure, Oisans, etc.); et dans les Hautes-Alpes, le Valgaudemar, le Haut-Champsaur (Molines, Champoléon, etc.), le haut de la Vallouise, le Villard-d'Arèné et la Grave.

3° Régions des chaînes intérieures; BRIANÇONNAIS et bas-

sin de la Durance jusqu'à Mont-Dauphin; MAURIENNE, TARANTAISE, etc.; elle comprend ce que l'on appelle, géographiquement parlant, la *chaîne principale* des Alpes, c'est-à-dire les crêtes séparatives entre le bassin du Rhône et celui du Pô, les limites entre la Savoie et les Hautes-Alpes d'une part, le Piémont d'autre part.

Cette partie des Alpes montre çà et là quelques affleurements restreints de terrains cristallisés (Y), surtout dans la Savoie; mais la composition générale de son sol est caractérisée par des grès (Q) contenant de nombreux gîtes d'*anthracite friable*, et passant, dans leurs parties supérieures, à l'état de *quartzites* blancs très-durs; et des calcaires (J) compactes, gris, souvent magnésiens, dont ceux de Briançon peuvent servir de type. Dans le Queyras, au Mont-Genèvre et sur toute la frontière de Piémont, ces calcaires paraissent reposer sur une grande épaisseur de schistes onctueux (L^m) à la fois talqueux et calcaires, qui sont, probablement, une réapparition, avec des caractères modifiés, des schistes argilo-calcaires (L) de la région précédente.

Sur le versant piémontais, ces schistes ont pour base, à leur tour, une zone de terrains cristallisés qui borde immédiatement les plaines, et que l'on pourrait appeler la *région granitique du versant piémontais*. Le Mont-Viso est, en partie, un flot de roches granitiques que l'on peut rattacher à cette dernière zone, étrangère du reste au sol du Dauphiné.

4° Région des montagnes de grès de l'Embrunais, se rattachant aux Basses-Alpes et aux Alpes maritimes, dans la direction de Nice. — L'inspection de la carte montre que les montagnes d'Orcières et celles qui dominant des deux côtés la vallée de la Durance, aux environs d'Embrun, sont formées par un terrain particulier (E) consistant en une énorme épaisseur de grès dont les couches, considérées en grand, sont à peu près horizontales et recouvrent divers terrains que nous venons de signaler dans les régions précédentes. Ces grès forment de

grandes montagnes d'une physionomie toute spéciale, et se prolongent autour du bassin de Barcelonnette, puis par Allos, Colmars, Entrevaux, jusqu'aux environs de Nice.

§ 4. — Ce coup-d'œil rapide sur les principales régions des montagnes du Dauphiné nous montre déjà les caractères généraux de chacune d'elles, en relation avec la distribution des terrains que représentent les teintes de notre carte : et cette relation deviendra bien plus nette encore par une étude plus attentive et plus complète.

Mais avant d'aborder la description des terrains des Alpes, il convient de parler de quelques parties du Bas-Dauphiné qui se distinguent du reste par la nature spéciale de leur sol, parce que, bien que situés sur la rive gauche du Rhône, ces terrains se rattachent en réalité, par-dessous le fleuve, à ceux des pays limitrophes de la rive opposée.

Ces lambeaux, étrangers en quelque sorte au Dauphiné, complètement indépendants des Alpes, sont, d'une part, les *roches granitiques des environs de Vienne et de St-Vallier* ; d'autre part, le *plateau calcaire de Morestel et de Crémieu*, au nord du département de l'Isère.

CHAPITRE I.

ROCHES GRANITIQUES DES BORDS DU RHONE,

SE RATTACHANT AU PLATEAU CENTRAL.

(Environs de Vienne et de Saint-Vallier.)

§ 5. — La rive droite du Rhône, depuis Lyon jusqu'à la Voulte, montre une bande non interrompue de roches granitiques, façonnées en montagnes de formes arrondies, sur lesquelles s'appuient seulement deux petits lambeaux très-restreints de calcaires, l'un entre Châteaubourg et Cornas, l'autre formant les roches de Crussol et de Soyons, en face de Valence. Cette ligne de roches granitiques de la rive droite du Rhône n'est autre chose que le bord du *plateau central* de la France.

Sous ce nom de *plateau central*, on comprend ce vaste ensemble de montagnes et de pays élevés qui s'étendent à l'ouest du Rhône, et d'où proviennent la Loire et ses affluents de la rive gauche, ainsi que ceux de la rive droite de la Garonne. Du côté de l'est, depuis Avallon (Yonne) jusqu'au Vigan (Gard), ce plateau présente une série de groupes de montagnes : montagnes du Morvan, du Charolais, du Lyonnais, du Forez, du Velay et du Vivarais, de la Lozère, des Cévennes, sur lesquelles passe successivement la ligne de séparation des eaux entre l'Océan et la Méditerranée. Le versant tributaire du Rhône est étroit et présente généralement une pente assez raide, d'où descendent des cours d'eau peu étendus, rapides, le plus sou-

vent torrentiels. L'autre versant, qui alimente les bassins de la Loire et de la Gironde, comprenant les anciennes provinces du Limousin, de l'Auvergne et les pays adjacents, est encore une contrée essentiellement inégale et raboteuse, mais dont la pente générale est beaucoup plus faible et dont la surface se maintient à une hauteur moyenne de 750 mètres au-dessus de la mer. Le niveau général n'est dépassé notablement que par des massifs isolés, d'une structure toute spéciale, dont on peut faire abstraction : ce sont les masses volcaniques du Puy-de-Dôme, des Monts-Dore, du Cantal, du Mézenc, etc., qui se sont épanchées sur le dos du plateau central à une époque bien postérieure à celle d'où date sa configuration générale.

Le sol du plateau central de la France est essentiellement formé de roches cristallines granitiques. Diverses variétés de *granite* proprement dit en forment la majeure partie. Sur d'autres points, surtout vers les limites du plateau, les roches deviennent feuilletées, les lames de mica s'y disposent à peu près parallèlement entre elles, et le granite passe à des *gneiss* ou à des *micaschistes*. Cet état feuilleté des roches granitiques constituant le *gneiss* domine dans tous les environs de Lyon et tout le bassin de Saint-Etienne ; tandis que, plus au midi, autour d'Annonay, de Tournon et en général dans le département de l'Ardèche, c'est le *granite* proprement dit qu'on rencontre le plus habituellement.

§ 6. — L'ensemble de ces roches cristallines, complètement dépourvues de toutes traces d'animaux fossiles, compose le sol fondamental, le sol *primitif* du plateau central. Tout porte à penser qu'il a été formé antérieurement à tous les dépôts géologiques contenant des fossiles, qu'il est *primitif*, dans le sens attribué communément à ce mot, et que la majeure partie de son étendue a toujours été élevée au-dessus des eaux qui ont déposé les divers terrains de sédiment. Mais sur ses contours et dans ses parties basses, le sol grani-

tique du plateau a été recouvert par ces dépôts des diverses périodes. Des lambeaux considérables des terrains de sédiment les plus anciens, des terrains que l'on désigne communément sous le nom de *terrains de transition*, recouvrent les terrains primitifs aux environs de Tarare, du Vigan, de Lodève, etc. Le *terrain houiller*, composé d'une épaisse série de couches de grès, avec les couches de houille qui y sont intercalées, se montre par lambeaux plus ou moins étendus, sur tout le pourtour du massif granitique et dans plusieurs dépressions de sa partie centrale; il paraît être un dépôt formé dans des bassins isolés, d'étendues assez restreintes, quoique plus considérables, sans doute, que les surfaces sur lesquelles il subsiste aujourd'hui. Le plus important de ces lambeaux ou *bassins houillers*, est celui du département de la Loire, comprenant Saint-Étienne et Rived-Gier, et se prolongeant jusqu'auprès de Givors.

§ 7. — Les roches granitiques du plateau central ne s'arrêtent pas partout à la rive droite du Rhône; on en retrouve le prolongement sur la rive gauche, d'une part, aux environs de Vienne; d'autre part, aux environs de St-Vallier.

§ 8. — **Roches granitiques et grès houiller des environs de Vienne.** — Entre Givors et Vienne, le Rhône coule du N.-O. au S.-E., c'est-à-dire en tranchant perpendiculairement, à son extrémité, la chaîne du mont Pilat, située entre le bassin de Saint-Étienne et celui d'Annonay. Mais cette large protubérance, composée principalement de *gneiss*, se prolonge en réalité de l'autre côté du fleuve, où elle disparaît bientôt, en s'abaissant subitement, sous les nappes horizontales de la *mollasse* et des *terrains de transport* ou *alluvions* de différents âges. En effet, les roches granitiques se montrent tout le long de la rive gauche du Rhône, en amont et en aval de Vienne, depuis la vallée de l'Ozon jus-

qu'aux Roches de Condrieu. En amont de Vienne, ces roches correspondent à celles du versant N.-O. ou stéphanois du mont Pilat, et sont, comme celles-ci, des *gneiss* généralement très-feuilletés, très-micacés, contenant souvent de petits grenats. Telles sont les roches que l'on voit depuis Vienne jusqu'à Serezin, en suivant la ligne du chemin de fer; elles apparaissent encore sur le bord de l'Ozon, de Serezin à Saint-Symphorien, et forment en grande partie le sol des communes de Ternay, Communay et Seyssuel.

§ 9. — Le *terrain houiller* de la vallée du Gier, qui s'avance jusqu'à Montrond, près Givors, sur ce versant nord-ouest du Pilat, se retrouve de même dans le prolongement de l'axe du bassin stéphanois sur la rive gauche du Rhône, au sud des villages de Ternay et de Communay. Les couches de houille exploitées dans cette dernière localité doivent donc être considérées comme le prolongement, d'une partie du moins, des couches de l'autre rive du Rhône. Elles diffèrent, il est vrai, des houilles grasses de Rive-de-Gier par leur nature sèche et anthraciteuse; mais on connaît des exemples de changements de caractères analogues dans le combustible d'une même couche, d'une partie à l'autre d'un même bassin, comme cela a été remarqué notamment pour la couche supérieure du Creusot (Saône-et-Loire) (1).

§ 10. — De Vienne aux Roches de Condrieu, les roches granitiques s'étendent encore sur la rive gauche du Rhône, sur une ligne N.E.—S.O, qui coïncide sensiblement avec la direction de la crête du Pilat. Ce sont encore des *gneiss*, mais moins micacés et moins feuilletés que ceux de Ter-

(1) Fournet, *De l'extension des terrains houillers*, p. 167, 265, etc. *Académie des sciences, etc. de Lyon*, 1854.

nay et de la vallée de l'Ozon; ils deviennent, sur divers points, très-quartzeux et très-durs. Ils sont traversés par des filons de roches granitiques non feuilletées, les uns de *granite porphyroïde* à grands cristaux de feldspath, comme on en voit notamment à Vienne, à l'extrémité du faubourg de Pont-Évêque, vers la prise d'eau des usines de M. Frèrejean; d'autres d'*eurite* ou roche feldspathique compacte, très-dure, qui percent sur divers points des hauteurs dominant la ville de Vienne (1).

Enfin, on y rencontre aussi un assez grand nombre de *filons métallifères* de *galène* et de *blende*, en partie épuisés ou dont l'exploitation est suspendue: tels sont les filons du Mont Pipet, de la Poype, etc. (2).

§ 11. — Sur ces gneiss de Vienne et des environs en aval, il y a encore quelques petits lambeaux de *grès houiller* contenant de petites couches de combustible; on en rencontre un très-restreint à Vienne même, près la porte de Serpaize; un autre à la Poype; un autre enfin, un peu plus important, à Chonas, sur lequel des travaux de recherches ont été faits à diverses reprises (3). Il est bien douteux, cependant, que ces petits lambeaux, très-restreints en épaisseur comme en superficie, puissent jamais donner lieu à des exploitations avantageuses.

§ 12. — Le passage du Rhône, depuis Givors jusqu'à Condrieu, au milieu des roches granitiques, ne peut pas être considéré comme une simple vallée d'érosion; il a été déterminé évidemment par des fractures de sol en relation intime avec la

(1) Gueymard, *Statist. de l'Isère*, t. 1, p. 158, 175.

(2) Voir pour les détails, *ibid*, p. 421.

(3) Fournet, *De l'extension des terrains houillers*, p. 268.

formation du relief de la chaîne du Pilat. De Givors à Vienne, le Rhône coule dans une coupure perpendiculaire à cette chaîne, ou ce qu'on appelle une *cluse*; de Vienne à Condrieu, il suit, au contraire, une fracture parallèle à la crête de cette chaîne, fracture qui est probablement le résultat d'une *faille*.

§ 13. — **Monticule de Chamagnieu.** — En prolongeant vers le nord-est la direction de la crête du mont Pilat, qui passerait à peu près par Vienne, on rencontre encore un petit affleurement de roches granitiques feuilletées, à Chamagnieu, près la Verpillière. C'est un dernier témoin de l'extension des roches du plateau central sur la rive gauche du Rhône. Il y a même, tout près de Chamagnieu, un petit reste de *grès houiller* reposant sur le *gneiss*, et on a trouvé dans ce grès une petite couche de *houille* collante. Mais ces roches ne se montrent que sur une faible étendue et disparaissent sous des dépôts de différents âges et particulièrement, à l'ouest, sous les calcaires jurassiques, dont nous parlerons dans le chapitre suivant.

§ 14. — **Roches granitiques des environs de Saint-Vallier.** — Depuis les Roches de Condrieu jusqu'à Andancette, la rive gauche du Rhône ne présente aucun affleurement de roches granitiques; mais elles reparaissent à partir d'Andancette, et forment une bande continue qui s'étend jusqu'à Tain.

Dans la partie nord de cette bande, jusqu'aux environs de Saint-Vallier, ces roches ont encore une structure feuilletée bien marquée: ce sont des variétés de *gneiss*, que l'on peut étudier par exemple dans la petite gorge très-pittoresque de la Galaure, entre Saint-Vallier et Saint-Uze. Mais de là jusqu'à Tain, la structure feuilletée disparaît bientôt et on a des roches massives purement grenues, constituant diverses variétés de *granite*. Le granite commun est gris, à petits grains; au-dessus de Ponsas, il est enchevêtré avec des *pegmatites*,

composées presque entièrement de quartz et de feldspath, et contenant de gros filons de quartz pur. Plus loin, nous rencontrons le beau granite de Pierre-Aiguille, près Tain, contenant de grands cristaux de feldspath blanc : c'est un excellent type de *granite porphyroïde*. Dans la direction du nord-est, cette roche passe à une *pegmatite* où le feldspath est de plus en plus abondant et se décompose facilement. Le *kaolin* exploité à l'O. du village de Larnage est le résultat de la décomposition sur place de cette roche presque entièrement feldspathique ; on y trouve souvent des noyaux de feldspath, encore lamelleux dans le centre, tandis que l'extérieur est entièrement transformé en kaolin terreux (1).

Le granite se termine au-dessus de Tain dans le coteau de l'Ermitage, dont les vignobles sont sur cette roche. En général, tous les granites des environs de Tain (et on peut en dire autant de ceux de Tournon, sur la rive opposée) ont une grande tendance à se *désagréger* et à se réduire à l'état friable que l'on désigne sous le nom d'*arène*. Ce n'est que par suite de cette désagrégation que leur surface se prête à la culture de la vigne.

La coupure étroite que le Rhône suit aujourd'hui, en laissant cette bande de granite sur la rive gauche, est évidemment le résultat d'une fracture du sol, et sa direction du nord au sud n'est autre que la direction générale de la Saône et du Rhône depuis Châlon jusqu'à la mer.

(1) Sc. Gras, *Statist. minér. de la Drôme*. — Grenoble, 1835.

CHAPITRE II.

PLATEAU CALCAIRE JURASSIQUE DU NORD DU DÉPARTEMENT DE L'ISÈRE,

SE RATTACHANT AU JURA.

§ 13. — Le Rhône, depuis sa sortie du lac de Genève jusqu'au confluent du Guiers, près le Pont-de-Beauvoisin, coule entre le Jura et les premières chaînes calcaires des Alpes, et il coupe, dans une série de gorges ou *cluses*, à parois abruptes, telles que celles de l'Écluse et de Pierre-Châtel, plusieurs rameaux qui établissent une liaison intime entre ces deux systèmes de montagnes. A partir du confluent du Guiers, il se dirige au N.-O., en tournant l'extrémité du Jura, au pied des montagnes de Lhuis et de Villebois. Il se trouve alors encaissé, depuis Brangues jusqu'à la pointe nord du département de l'Isère, en face de Lagnieu, dans des gorges étroites, où l'on voit manifestement que les roches calcaires qui constituent les montagnes du Jura, sur la rive droite, se prolongent sur la rive gauche et s'y reproduisent avec une parfaite correspondance. Elles forment, de ce côté du Rhône, un plateau d'une grande étendue, comprenant, en presque totalité, les cantons de Morestel et de Crémieu et une partie de celui de Bourgoin ; on doit y rattacher encore plusieurs îlots calcaires du canton de la Verpillière, les collines de Saint-Alban, Vaulx-Milieu, l'Île-d'Abeau, Ville-Fontaine et Saint-Quentin.

Considéré dans son ensemble, ce plateau présente la forme d'un triangle équilatéral, limité au N.-O. et au S. par des plaines d'alluvions, et au N.-E. par les gorges du Saut-du-Rhône, qui seules le séparent des montagnes du Bugey. Ce plateau se rattache donc intimement aux chaînes du Jura, dont il constitue réellement le premier échelon : on pourrait le caractériser très-nettement par la dénomination de *seuil méridional du Jura*.

§ 16. — Le niveau de ce plateau varie de 200 à 450 mètres au-dessus de la mer ; il offre une pente constante vers l'est et se termine, à l'O. et au S.-O., par des falaises escarpées. Ses points les plus élevés sont sur les communes de Châtelans, Annoisin, Moras et Saint-Marcel ; les plus bas, sur celles de Morestel et de Brangues. Malgré cette élévation médiocre, ce plateau n'est point recouvert par la mollasse ni les autres dépôts sableux ou caillouteux du Bas-Dauphiné ; ces terrains s'appuient seulement sur des îlots calcaires détachés de la masse du plateau, aux environs de Saint-Chef, de Bourgoin et de la Verpillière.

Les couches calcaires qui forment ce plateau présentent constamment une légère inclinaison de l'ouest à l'est ; elles se recouvrent successivement dans ce sens, à peu près comme les tuiles d'un toit. Les plus inférieures n'apparaissent, par conséquent, qu'à la base des collines les plus avancées vers l'ouest, aux environs de la Verpillière ; les supérieures, au contraire, ne se montrent qu'à l'est, aux environs de Morestel.

§ 17. — Ces couches appartiennent aux divers étages des terrains *jurassiques*, et présentent les mêmes caractères que dans toute la partie méridionale des monts Jura. Voici la série des principales assises en partant des plus inférieures.

I. — GROUPE DU LIAS. — 1° **Étage inférieur** : Calcaire à

gryphée arquée (*Gryphæa arcuata*, Lam.; *Ostrea arcuata*, d'Orb.). — Calcaire d'un gris bleuâtre foncé, dur, grenu, souvent rempli de *gryphées* : Saint-Quentin, sous l'église; four à chaux au nord du village.

2° **Étage moyen** : calcaires marneux à bélemnites (*Belemnites niger*, List.) — Calcaires marneux, bleuâtres, en couches minces, entremêlés de feuillets marneux et contenant des bélemnites et un petit nombre d'autres fossiles; recouverts par des marnes noduleuses avec *plicatules* (*Plicatula spinosa*, Lam.); le tout au-dessus du précédent et au-dessous du minerai de fer, à Saint-Quentin. Cet étage, de même que l'étage inférieur, ne se montre pas à découvert ailleurs que dans cette localité.

3° **Étage supérieur**, ou marnes *supra-liasiques*. — Marnes bleuâtres ou noires, à la partie supérieure desquelles on rencontre la couche de *minerai de fer oolithique* exploitée à Saint-Quentin, Panossas, Frontonas et Saint-Marcel, immédiatement au-dessous des couches de l'assise suivante. Dans cet étage supérieur du lias, et surtout dans la couche de minerai de fer, il existe une profusion remarquable de fossiles, surtout d'ammonites, souvent d'une conservation parfaite. Toutes les espèces (1) sont caractéristiques de cette partie des terrains jurassiques; les plus abondantes sont : *Belemnites tripartitus*, Schl.; *B. exilis*, d'Orb.; *Ammonites bifrons*, Brug.; *A. primordialis*, Schl.; *A. aalensis*, Ziet.; *A. cornucopiæ*, d'Orb.; *A. mucronatus*, id.; *A. complanatus*, Brug.; *A. insignis*, Schüb.; *A. heterophyllus*, Sow.; *Turbo capitaneus*, Goldf.; *T. Bertheloti*, d'Orb.; *Pleurotomaria principalis*, Goldf.; etc.

(1) On en trouvera la liste complète dans le *Catalogue des fossiles de l'Isère*, par Albin Gras, *Bull. de la soc. de statist. de l'Isère*, 2° sér., tom. 2, p. 16.

Les marnes supra-liasiques, à Panossas, reposent directement sur le gneiss de Chamagnieu, dont nous avons parlé dans le chapitre précédent; c'est-à-dire que ce monticule de gneiss formait dans la mer qui a déposé les terrains jurassiques un écueil que les assises inférieures et moyennes du lias ont entouré sans le recouvrir, et que les marnes supérieures sont venues ensuite recouvrir, au moins en partie (Voir *fig. 1, pl. I.*).

II. GROUPE OOLITHIQUE INFÉRIEUR. — 1° **Étage de l'oolithe inférieure.** — Il est formé d'une puissante série de couches dures, qui commence immédiatement au-dessus du minerai de fer supra-liasique; on peut y distinguer deux assises principales :

A. — *Grès et calcaires siliceux infra-oolithiques* : Couches minces, les unes de grès à ciment calcaire, d'autres avec un ciment siliceux plus ou moins abondant, et dans lesquelles la silice s'isole, soit en grains irréguliers, blanchâtres, soit en zones parallèles aux joints des couches. En somme, elles sont toujours composées de sable quartzeux cimenté, soit par du calcaire, soit, plus généralement, par du calcaire et de la silice tout à la fois; dans beaucoup d'entre elles, le ciment siliceux est si abondant, qu'elles ne se désagrègent pas par l'action des acides et ne font qu'une faible effervescence. Ces couches sont d'un gris plus ou moins foncé, tournant au bleu ou au jaune, de 0^m1 à 0^m2 d'épaisseur, en moyenne, souvent beaucoup plus minces; elles fournissent des *lauzes* plates pour clôtures, toitures grossières, etc. Elles n'ont point la structure oolithique: je n'y ai pas rencontré de fossiles.

Cette assise siliceuse, bien reconnaissable, forme partout le *toit* des minerais de fer; son affleurement doit donc être le guide à suivre dans la recherche de la couche ferrugineuse qui est au-dessous. Elle affleure au niveau de la plaine, au pied des rochers, sur toute la ligne de la Balme à Crémieu;

elle se relève même un peu au-dessus près d'Hières, et le minerai de fer, avec les marnes du lias, apparaît alors à sa base, à l'entrée de la gorge d'Amby; elle forme le sol de Crémieu, des villages de Ville-Moirieu, Chozeau, etc.; à Panossas, Frontonas, Saint-Marcel, elle recouvre les affleurements de minerai. De l'autre côté du marais, ce sont encore les grès infra-oolithiques qui composent les collines de Saint-Quentin, et ils se prolongent, recouverts en partie par des dépôts caillouteux, jusqu'à Vaulx-Milieu, où ils affleurent sur la route de Vienne, au bord de l'étang de Saint-Bonnet.

Dans toutes ces localités, on aurait presque la certitude d'atteindre la couche de minerai de fer par des puits d'une faible profondeur.

A quelques pas plus loin, en avançant vers l'est, soit à Vaulx-Milieu, soit à Saint-Marcel, les couches siliceuses disparaissent sous les assises suivantes, et on ne pourrait plus arriver au minerai de fer qu'en traversant une épaisseur de calcaires de plus en plus grande.

B. — Calcaires à entroques et à polypiers. — Ce nom, appliqué à des assises correspondantes dans le Jura et dans tout l'est de la France, convient très-bien aux couches qui, dans tout le canton de Crémieu, se montrent au-dessus de l'assise précédente. Ce sont des couches de *lumachelles*, pétries de débris d'*encrines* (*entroques*) et de *piquants d'oursins*; dans certaines couches, on trouve beaucoup de *polypiers*, en partie pénétrés de silice; dans d'autres, plus marneuses, ce sont les débris de coquilles bivalves, d'*huîtres*, par exemple, qui dominent. Ces débris sont réunis par un ciment calcaire, argileux ou ferrugineux, gris, jaunâtre ou rougeâtre.

Les calcaires de cet étage ne présentent pas la structure oolithique; ils sont seulement grenus et souvent sublamellaires par suite de la quantité de débris d'*entroques* qu'ils renferment.

2° **Etage de la grande oolithe.** — Au-dessus des calcaires précédents, on distingue en général des couches plus marneuses, grisâtres, contenant de petites huîtres (*Ostrea acuminata*, Sow.) très-abondantes; par exemple, au-dessus de Crémieu, sur le chemin de Saint-Julien. Ces marnes forment la base de la *grande oolithe*, assise la plus puissante du groupe, et la seule qui soit formée de calcaires d'une structure vraiment oolithique. Ces calcaires sont généralement en couches minces et se dégradent assez facilement. Aussi, tandis que les deux assises précédentes, et mieux encore la suivante, forment souvent des escarpements à peu près verticaux, les couches de la grande oolithe donnent lieu à des talus, des pentes boisées ou cultivables, telles que celles qui encadrent le charmant petit lac de Moras. Les couches inférieures de la grande oolithe sont encore les plus solides et les plus épaisses, ce sont les seules qui fournissent de bons matériaux de construction; elles sont généralement jaunâtres ou nuancées de bleu; les calcaires jaunes de la Grive, près Bourgoin, appartiennent à cette partie du groupe oolithique inférieur. La partie supérieure de la grande oolithe est formée de couches plus minces et moins solides, blanches, éminemment oolithiques; les oolithes sont en général très-petites, de la grosseur d'un grain de millet ou même moindres encore (Dizimieu, Moras, Saint-Hilaire, etc.)

Au-dessus de ces couches d'oolithe blanche vient une assise de calcaires compactes, d'un blanc grisâtre, en gros bancs très-nettement stratifiés et très-solides; il est exploité sur la rive droite du Rhône, dans les grandes carrières de Bouis, commune de Villebois, et connu à Lyon sous le nom de cette localité (pierre ou *choin* de Villebois). Mais il se retrouve sur une grande partie du plateau de la rive gauche et est exploité à Amblagnieu, Montalieu, Optevoz, Trept, Saint-Hilaire; il fournit partout d'excellentes pierres de taille. Nous ne désignerons pas cette assise sous un autre nom que celui de *cal-*

caire de Villebois ; elle me paraît toutefois correspondre aux calcaires compactes analogues qui ont été assimilés, dans le Jura, au *forest-marble* des Anglais.

Enfin, les plateaux formés par les calcaires de Villebois sont recouverts en partie d'une autre assise peu épaisse, composée de couches minces d'un calcaire roux, grenu, sableux, qui répond peut-être, au moins en partie, au *corn-brash* anglais et à la *dalle nacrée* du Jura septentrional ; ces couches constituent le sol des villages d'Optevoz, Carisieu, Trept, etc.

L'ensemble des couches du groupe oolithique inférieur forme les grandes falaises calcaires du canton de Crémieu, en regard du Rhône ; on peut se faire une idée approchée de l'épaisseur totale de ce groupe par la différence de niveau entre la vallée du Rhône et les points culminants du plateau de Châtelans, différence qui est d'environ 235 mètres ; mais en réalité, par suite de la disposition des couches qui inclinent sensiblement vers l'est, l'épaisseur totale est plus grande que ce chiffre, et je l'estime à 300 mètres au moins, dont les $\frac{2}{5}$ environ pour l'étage de l'oolithe inférieure, et les $\frac{3}{5}$ pour celui de la grande oolithe. On traverse obliquement la série complète de ces couches et on peut l'étudier dans tous les détails en suivant la route de Crémieu à Trept, ou en remontant la gorge d'Amby, d'Hières à Optevoz. Du Saut-du-Rhône à Montalieu on a une très-bonne coupe de l'étage de la grande oolithe.

Les caractères du groupe oolithique inférieur dans les localités qui nous occupent sont exactement ceux qu'on lui connaît dans toute l'étendue du Jura et toute la Bourgogne ; et cela est d'autant plus remarquable, que nous verrons bientôt que cette grande série de couches manque presque complètement dans les terrains jurassiques des environs de Valence et de Privas et ne peut plus être distinguée dans ceux des Alpes. Aussi, sur notre carte, la teinte J' qui la représente n'est pas indiquée ailleurs que dans cette partie nord du département de l'Isère.

Le canton de Crémieu présente exactement l'aspect des régions de la Bourgogne ou de la Franche-Comté, dont le sol est formé par l'étage oolithique inférieur : un plateau généralement boisé, terminé à l'ouest par une falaise abrupte et entamé par des gorges profondes, à parois plus ou moins escarpées. L'assise supérieure, plus ou moins crevassée, ne retient point les eaux, et le plateau lui-même est par suite fort aride ; les eaux viennent former des sources sur les couches marneuses qui sont à la partie supérieure ou à la partie inférieure de la grande oolithe, ou bien encore elles pénètrent plus bas et sortent de quelque crevasse du *calcaire à entroques* ou de l'oolithe inférieure.

C'est ainsi que les eaux qui tombent sur le plateau s'engouffrent et se réunissent à travers les crevasses des calcaires et forment des sources volumineuses. Tantôt le cours de ces masses d'eau est entièrement souterrain et elles ont creusé des grottes d'une grande étendue, comme celle de la Balme ; tantôt elles ont un cours à ciel ouvert dans les gorges étroites comme celle d'Amby, par laquelle on descend d'Optevoz à Hières, comme les gorges de Saint-Julien et de Moirieu près de Crémieu, et enfin le défilé qui suit la route de Crémieu à Bourgoin. Ces gorges ont des eaux vives et abondantes, une végétation active, et elles offrent des sites frais et pittoresques qui contrastent agréablement avec la monotonie générale de ces contrées.

III. GROUPE OOLITHIQUE MOYEN. — Ce groupe repose sur le précédent, le long d'une ligne passant par Montalieu, Optevoz et Trept ; en suivant cette ligne on peut étudier ses assises inférieures, et à mesure qu'on avance vers l'est on rencontre des couches de plus en plus élevées dans la série.

1° Les premières couches qui s'appuient sur le groupe oolithique inférieur sont des calcaires marneux, durs, grumeleux, gris ou maculés de taches ferrugineuses roussâtres ; on les voit bien à I rept, dans le bourg même, et en suivant la limite bien

marquée des deux terrains, de là jusqu'au bord du marais, dans la direction du sud-est. Elles renferment quelques fossiles, particulièrement *Ammonites bakeriæ*, Sow.; *A. hec-ticus*, Hartm. Elles correspondent aux assises dans lesquelles se rencontrent divers minerais de fer de la Bourgogne et du Jura, et d'autre part les minerais de la Voulte (Ardèche) dont nous parlerons plus loin. C'est la partie inférieure de l'étage *oxfordien*, distinguée par plusieurs géologues comme un étage ou un sous-étage spécial, sous le nom d'étage de *Kelloway* ou *callovien* (d'Orbigny). Ce petit groupe de couches n'a ici qu'une très-faible importance, rarement 8 à 10 mètres d'épaisseur, et souvent il est difficile de le distinguer dans les divers points compris entre Trept et Montalieu.

2° Vient ensuite une assez grande épaisseur (25 à 30 mètr.) de marnes d'un gris bleuâtre, qui forment un sol argileux, peu perméable, couvert de marais et d'étangs, sur toute la ligne de Montalieu à Trept. Ce sont les *marnes oxfordiennes*; elles renferment des bélemnites (*Belemnites hastatus*, Bl.; *B. latesulcatus*, Voltz.) et quelques ammonites (*Ammonites plicatilis*, Sow.; *A. oculatus*, Phill., etc.).

3° Puis viennent des calcaires marneux d'un gris bleuâtre, contenant souvent des rognons de pyrite et des ammonites en partie moulées en cette matière (*A. plicatilis*, Sow.) Ils renferment des couches propres à la fabrication de la chaux hydraulique.

On peut facilement étudier ces *calcaires oxfordiens marneux* dans la côte que gravit la route du Saut-du-Rhône à Morestel, au sud de Montalieu; en quittant les marais de Vercieu, dont le sol est formé des marnes précédentes, on monte à travers la série des calcaires marneux dont nous parlons. Sur le plateau, à Bouvesse, Egneux, etc., on arrive aux *calcaires oxfordiens supérieurs*, compactes, à grain fin, gris ou d'un jaune clair, alternant avec des couches marneuses, fragiles, feuilletées. On marche sur ces calcaires jusqu'à Lan-

cin ; de là à Morestel, la route prend la direction dans laquelle les couches inclinent et se recouvrent successivement, et on entre alors dans la série des assises suivantes.

4° Calcaires à grain très-fin, en dalles très-régulières et peu épaisses, d'un jaune pâle : ils sont exploités à Morestel dans des carrières assez vastes, et on y trouve souvent des empreintes de végétaux fossiles, surtout de feuilles de zamiées (*Zamites Feneonis*, Ad. Br.). De l'autre côté du Rhône, cette même assise comprend les couches exploitées comme *Pierre lithographique* dans les carrières de Cirin, au-dessus de Lhuis ; là, avec les empreintes de zamiées, ces calcaires renferment beaucoup de *poissons* et plusieurs espèces de *reptiles*, admirablement conservés. Cette faune fossile, comprenant plus de 50 espèces de poissons, a été décrite et en partie figurée dans un beau travail de M. Victor Thiollière (1). Une exploitation de dalles et de pierre lithographique a été tentée depuis, sur la rive gauche du Rhône, à Creys, et on y a trouvé déjà plusieurs des mêmes espèces de poissons.

Ces *calcaires lithographiques* s'étendent certainement et peuvent être exploités sur une grande partie du plateau au nord de Morestel ; on peut espérer que leur exploitation prendra quelque importance et fournira de nouveaux spécimens des magnifiques fossiles qu'ils renferment à Cirin. Par ses fossiles comme par sa structure et son grain très-fin, cette assise correspond exactement, ainsi que l'a démontré M. Thiollière, aux célèbres calcaires lithographiques de Solenhofen, en Bavière.

5° Au-dessus des *calcaires lithographiques*, on aperçoit encore, à Morestel et dans tous les environs, des calcaires compactes ou un peu oolithiques, en bancs épais, renfermant

(1) *Description des poissons fossiles provenant des gisements coralliens du Jura dans le Bugey* ; in-fol. avec pl. col. ; Lyon, 1854.

des *polypiers*, des *nérinées*, des *dicérates*, etc. Ils forment les hauteurs à l'ouest et au N.-O. de Creys, celles au sud d'Arandon, les monticules de Brangues, etc.; on les distingue très-bien à Morestel même, au-dessus du niveau des calcaires lithographiques à feuilles de zamiées, exploités dans les carrières.

Les calcaires de cette assise répondent parfaitement, par leurs fossiles comme par leur structure, aux calcaires à *nérinées* et à *dicérates* qui forment, dans le Jura, la partie supérieure de l'*étage corallien* : d'après M. Thiollière, il conviendrait aussi de rapporter à cet étage les calcaires lithographiques, tandis que les trois premiers numéros de la série que nous venons de décrire constitueraient l'*étage oxfordien*.

Cependant, on est loin d'être généralement d'accord sur la classification des calcaires lithographiques de Solenhofen, qui correspondent aux nôtres; beaucoup de géologues les rattachent encore à l'*étage oxfordien*. Il est certain que, pratiquement, il serait très-difficile de tracer, dans les environs de Morestel, une limite entre eux et les calcaires oxfordiens supérieurs. D'autre part, si l'on réduit l'*étage corallien*, dans ce pays, aux calcaires à *nérinées* qui viennent au-dessus des couches lithographiques, on trouvera que les espaces occupés par ces calcaires sont bien restreints; et ils sont trop peu connus encore pour être distingués et délimités sur une carte à l'échelle de la nôtre. Aussi j'ai dû renoncer à les indiquer par une teinte spéciale; et la teinte unique J², dans la région qui nous occupe, comprend en réalité, avec l'*étage oxfordien*, l'assise des *calcaires lithographiques*, puis les *calcaires coralliens* à *nérinées* de Creys, Morestel, Brangues, etc., partie supérieure du groupe oolithique moyen.

Il existe même, sur quelques points de la partie méridionale du plateau de Morestel, des lambeaux de couches jurassiques qui sont encore probablement supérieures à ces calcaires coralliens et qui appartiendraient au *groupe oolithique supé-*

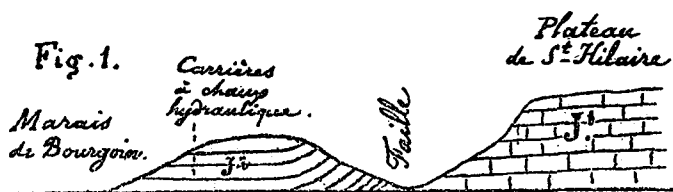
rieur. Ainsi, sur la route de Morestel à Passins, on rencontre des marnes blanchâtres, remplies de *gryphées virgules*, (*Ostrea virgula*, d'Orb.), fossiles ordinairement caractéristiques de ce groupe supérieur des terrains jurassiques. Ainsi, la teinte unique J² de notre carte devra un jour, par suite d'études plus complètes, être remplacée sur différents points, par des teintes figuratives de l'étage corallien et peut-être aussi du groupe oolithique supérieur.

Nous retrouverons le calcaire corallien bien caractérisé dans le premier chaînon des Alpes, entre Chambéry et Voreppe; mais le groupe oolithique supérieur, qui existe dans tout le Jura, ne s'étend pas au-delà de ce système de montagnes; et l'existence de ses dernières traces aux environs de Morestel est encore une preuve de la liaison intime de notre plateau avec le Jura, de son indépendance complète de la région des Alpes.

Le sol formé par l'étage oxfordien J² et ces quelques lambeaux des étages plus élevés, confondus avec lui sur notre carte, est, dans son ensemble, un sol beaucoup plus marneux que celui du plateau de Crémieu, formé par le groupe J¹. Dans les parties saillantes, il est très-aride et ne porte guère que des broussailles; dans les parties basses, les eaux sont retenues à la surface et forment uné foule de marais et d'étangs (Charette, Boulieu, Lancin, Mèpieu, Arandon, etc). Nous verrons du reste, dans la suite, que le sol superficiel de ce pays est souvent formé par le terrain de transport *erratique*, c'est-à-dire par une nappe, souvent très-épaisse, de débris de toute sorte, amenés des hautes chaînes des Alpes.

§ 18. — Sur la ligne de Montalieu à Trept, les marnes oxfordiennes sont superposées régulièrement aux dernières couches du groupe oolithique inférieur; mais il y a deux petits affleurements désignés par la teinte J², qui sont au pied de la falaise abrupte formée par le groupe J¹ au bord

des marais de Bourgoin, sur les communes de Saint-Hilaire et de Vénérieu. Cette falaise est le résultat d'une *faille*, et les petits lambeaux de calcaire oxfordien butent contre les couches de la grande oolithe. Le plus important de ces deux lambeaux est celui que l'on rencontre sur la gauche de la route de Bourgoin à Crémieu, près de l'entrée des gorges : il est formé de marnes et de calcaires marneux bleuâtres de la partie inférieure de l'étage oxfordien ; ces calcaires marneux contiennent en moyenne 15 à 20 % d'argile fine et donnent de bonne chaux hydraulique ; certains bancs, un peu plus argileux, donnent des ciments gras dont l'exploitation peut devenir importante. Du reste, on retrouverait facilement des couches correspondantes et de même nature sur toute la ligne de Trept à Montalien.



La fig. 1 indique cette situation du monticule oxfordien J² au pied de la falaise J¹ formée par la grande oolithe à la base et le calcaire de Villebois, sur le plateau de Saint-Hilaire. Ce groupe de couches J¹ se retrouverait sous l'étage J², si l'on faisait un sondage à la base du monticule ; et de même le groupe J² serait à Saint-Hilaire au-dessus des calcaires de Villebois, comme à Trept, etc., s'il n'avait pas été emporté par la dénudation. Il y a donc entre le monticule J² et la falaise J¹ une fracture à peu près verticale, une *faille*, des deux côtés de laquelle les mêmes assises sont à des niveaux différents. On voit, dans cette coupe, comment les couches J² se relèvent contre le bord de cette fracture.

Un peu plus loin, en suivant le bord du marais, à la limite

dès communes de Vénérieu et de Saint-Marcel, on trouve un autre petit monticule formé de calcaire blanc, compacte, analogue aux calcaires lithographiques du canton de Morestel. Il bute contre le pied de la falaise formée par la grande oolithe, et ses couches se redressent aussi contre le bord de la faille qui l'en sépare. Ce calcaire compacte est surmonté d'une assise très-remarquable par sa structure; c'est une roche contenant de grosses *pisolithes*, à couches concentriques, du volume d'une noisette ou même d'une noix, tantôt blanches, tantôt colorées en rouge par de l'oxide de fer et enveloppées dans une pâte de calcaire blanc tendre. Cette structure se rencontre fréquemment dans le Jura, dans des couches appartenant à l'étage *corallien*.

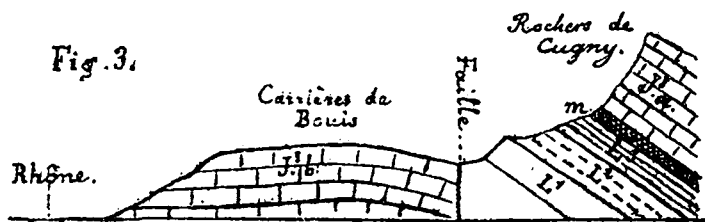
§ 49. — La falaise abrupte qui termine le plateau J¹ au-dessus d'Hières, de la Balme, etc., est encore le bord supérieur d'une faille, au pied de laquelle on trouve de même des lambeaux de calcaire oxfordien supérieur J², ou de calcaire corallien à nérinées (désigné par la même teinte); ils forment sur le bord de la route des monticules dont les couches sont fortement redressées vers la faille et en contact avec l'oolithe inférieure, en couches presque horizontales, qui constitue la base de la falaise. La *fig. 2* représente cette disposition telle qu'on l'observe sur la route, en face de Sainte-Colombe, à mi-chemin de Saint-Etienne à la Balme. Ces monticules de



calcaire oxfordien ou corallien commencent à Marignieu, près Hières, et forment une petite chaîne plusieurs fois interrompue, passant par Cachenuis et le parc d'Amblérieu : les inter-

ruptions apparentes de cette crête sont dues uniquement à ce qu'elle est en partie enfouie sous les dépôts d'alluvion de la plaine et sous les dépôts erratiques dont nous parlerons plus tard.

§ 20.— Enfin, la dépression du plateau calcaire dauphinois, par rapport aux montagnes du Bugey, est encore le résultat d'une grande faille, par suite de laquelle on voit, à Villebois, les couches des carrières de Bouis, partie supérieure du groupe J' et prolongements évidents des couches de Montalieu, Amblagnieu, etc., buter contre le calcaire à *gryphée arquée*, étage inférieur du lias. Cette fracture met ainsi en contact par leurs bords deux assises qui sont séparées par plus de 400 mètres d'épaisseur de couches intermédiaires. La même faille se prolonge au-dessus de Saint-Sorlin et de Lagnieu, où continuent à affleurer d'un côté le calcaire à *gryphée arquée*, d'autre part la grande oolithe, en contact l'un avec l'autre; elle montre comment s'est établie la différence de niveau entre le massif des montagnes du Bugey et le plateau jurassique de la rive gauche du Rhône.



La fig. 3 représente la coupe de cette faille aux carrières de Bouis, sur Villebois : L¹ lias inférieur, calcaire à *gryphée arquée*; L² lias moyen; L³ lias supérieur; m, minéral de fer oolithique, semblable à celui de la Verpillière; J' a, oolithe

inférieure ; J¹ *b*, grande oolithe, se terminant en-dessus par les *calcaires de Villebois* exploités dans les carrières.

Cette dernière faille est dirigée du N. N.-O. au S. S.-E. à peu près ; la fente que suit le Rhône, depuis le confluent du Guiers jusqu'à la pointe nord du département, est une dépendance de cette grande fracture.

La faille de la Balme est orientée au N. 26° E., comme les principaux traits des Alpes occidentales et beaucoup de ceux du Jura ; la faille des marais de Bourgoin est dirigée à l'E. 30° N. Ces trois failles de directions différentes expliquent très-bien la forme triangulaire du plateau, dont elles forment les limites, et l'inclinaison uniforme de ses couches, exhaussées par rapport aux plaines du Rhône et de Bourgoin, affaissées d'autre part par rapport au massif des montagnes du Bugey.

La *fig. 1, planche I*, représente une coupe idéale du plateau, de Chamagnieu à Creys, dans la direction de l'O. 43° S. à l'E. 43° N. L'échelle des distances horizontales est $\frac{1}{160000}$, celle des hauteurs $\frac{1}{20000}$ ou huit fois plus grande : les pentes sont par conséquent très-exagérées, et l'inclinaison réelle des couches est encore bien moindre que celle avec laquelle elles sont figurées ici.

Cette coupe montre la manière dont les diverses assises jurassiques se recouvrent en inclinant uniformément vers l'E. et comment chacune reste en retrait par rapport à celles qui sont au-dessous d'elle : *Y*, gneiss ; *l*, marnes du lias supérieur avec minerai de fer oolithique *m* ; J¹ *a*, étage de l'oolithe inférieure ; *b*, étage de la grande oolithe ; J² *c*, marnes oxfordiennes ; *d*, calcaires oxfordiens ; *e*, calcaires lithographiques ; *f*, calcaire corallien à nérinées.

§ 21. — Au sud et à l'ouest du plateau calcaire que nous venons de décrire, on ne rencontre plus que des plaines d'alluvions et des collines formées de dépôts sableux ou caillouteux, qui se prolongent vers le nord, dans la grande dépression de

la Bresse, entre le Jura à l'est et les montagnes de la rive droite de la Saône à l'ouest. On peut présumer que le fond de ce vaste bassin, comprenant la Bresse et le Bas-Dauphiné septentrional, doit être en partie formé par les terrains jurassiques, dont le dépôt s'est étendu jusqu'au bord du plateau central.

En effet, au nord de Lyon, nous retrouvons dans les collines calcaires du Mont-d'Or et de l'arrondissement de Villefranche la série des assises du groupe oolithique inférieur et des divers étages du lias, presque entièrement semblable à celle que nous avons décrite; au-dessous du calcaire à *gryphée arquée*, étage inférieur du lias, on y observe encore une assez grande épaisseur de calcaires jaunâtres, formant ce qu'on a nommé l'*infra-lias* et connus vulgairement à Lyon sous le nom de *choin-bâtard*. Ces assises inférieures des terrains jurassiques reposent sur un étage de grès que les géologues lyonnais considèrent comme représentant incomplètement les terrains du *trias*; et ces grès eux-mêmes, avec les terrains jurassiques, s'étendent indifféremment sur un fond très-inégal composé de roches granitiques (granites, gneiss, etc.), de terrains de transition et de quelques lambeaux de terrains houillers.

§ 22. — Cette constitution géologique des collines du Lyonnais peut nous donner une idée de la constitution probable du fond sur lequel reposent les dépôts sablonneux et caillouteux compris entre Vienne, Bourgoin, Lyon, et la pointe nord du département de l'Isère (teintes M, A', A).

Si on faisait des sondages à travers ces terrains, qui peuvent déjà présenter une grande épaisseur, il est probable que l'on rencontrerait au-dessous les terrains jurassiques, du moins leurs étages inférieurs, dans les cantons de Crémieu et de Meyzieu, et de l'autre côté du Rhône, dans tout le bassin de la Bresse. Au contraire, vers la limite occidentale, de Lyon à Saint-Symphorien-d'Ozon, par exemple, il est à supposer que

l'on trouverait immédiatement un fond de roches analogues à celles de la rive droite du Rhône, c'est-à-dire des *gneiss*.

Un intérêt particulier s'attache, comme l'a montré M. Fournet (1), à des tentatives de sondages qui seraient faites des deux côtés de la ligne de Vienne à Crémieu. Cette ligne représente en effet le prolongement de l'axe de soulèvement du Mont-Pilat, et on peut présumer que cette ride saillante se prolonge souterrainement à une faible profondeur. Le monticule granitique de Chamagnieu, situé précisément sur cette direction, est un témoin manifeste du prolongement de cette saillie des terrains cristallisés; et le petit lambeau de *grès houiller* qui subsiste encore dans cette localité peut être considéré comme représentant par sa position, soit le petit lambeau de Serpaize (§ 44), soit même le terrain houiller de Ternay et de Communay, situé sur le versant N.-O. du prolongement de la ride granitique du Pilat. Au bord des plaines d'alluvions, entre Chamagnieu et Crémieu, on voit affleurer les couches les plus basses de l'oolithe inférieure : on n'aurait donc qu'à traverser le *lias*, peut-être ensuite une certaine épaisseur de grès du *trias*, pareils à ceux du Mont-d'Or, et on aurait des chances très-raisonnables de rencontrer, au-dessous de ces terrains, le prolongement des couches houillères de Communay, qui, elles-mêmes, ne sont que la suite du grand bassin houiller de la Loire.

De même, de l'autre côté de la ligne de Vienne à Chamagnieu, on peut espérer de retrouver le prolongement des couches houillères de Chonas, s'appuyant sur le versant S.-E. de la ride granitique. A Saint-Quentin, où le *lias* inférieur (calcaire à *gryphées arquées*) se montre au niveau de la plaine, on n'aurait à traverser que les grès du *trias* qui peuvent se trouver dessous pour atteindre le terrain houiller, ou du moins

(1) *De l'extension des terrains houillers*, pag. 208 et suiv.

pour savoir s'il subsiste en ce point. Une tentative a eu lieu dans ce sens, et on a rencontré, en effet, au-dessous du lias inférieur, les grès du trias qui n'affleurent à découvert sur aucun point de la rive gauche du Rhône; mais le terrain houiller manquait au-dessous et on est tombé directement sur des gneiss, analogues à ceux de Chamagnieu, en présence desquels tout sondage devenait naturellement superflu. L'insuccès de cette première tentative ne doit pas en faire ajourner indéfiniment la reprise: on peut raisonnablement conserver l'espoir de retrouver sous le sol de cette partie du Dauphiné le prolongement des terrains houillers de Saint-Etienne et de Rive-de-Gier, comme on a retrouvé à Anzin le prolongement souterrain des couches de houille de la Belgique.

APPENDICE AU CHAPITRE II.

TERRAINS JURASSIQUES DE LA RIVE DROITE DU RHONE ;

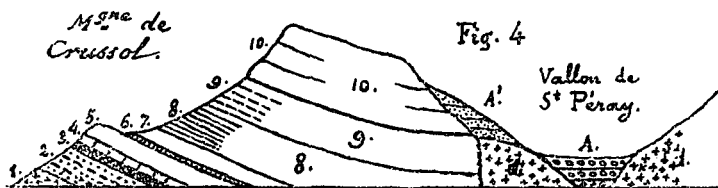
MONTAGNE DE CRUSSOL, EN FACE DE VALENCE.

§ 23. — Avant d'aborder l'étude des terrains des Alpes, nous consacrerons encore quelques lignes à un lambeau de calcaire jurassique situé en dehors des limites géographiques du Dauphiné, sur la rive droite du Rhône, mais qui fournit des points de comparaison intéressants, d'une part avec les terrains que nous venons d'étudier, et d'autre part avec les terrains jurassiques des Alpes: c'est la petite montagne de Crussol, en face de Valence.

Cette montagne se présente comme une crête étroite, isolée

entre la vallée du Rhône et le vallon de Saint-Péray et de Toulaud, qui la sépare du plateau granitique. Elle est composée presque entièrement de couches calcaires qui inclinent régulièrement à l'O. ; la disposition est représentée, en coupe transversale de l'E. à l'O., par la *fig. 4*. La manière dont les couches viennent buter par leurs tranches contre le granite qu'on aperçoit sur divers points du revers ouest de la montagne, indique que les deux terrains, l'un calcaire, l'autre granitique, sont séparés par une fracture verticale ou *faille* par suite de laquelle la masse des couches de Crussol, qui repose elle-même sur le granite, comme nous le verrons tout à l'heure, a été abaissée par rapport à l'ensemble du plateau granitique.

§ 24. — Pour reconnaître la série des assises de la montagne de Crussol, je supposerai que l'on parte de son sommet (altitude 380 m. au-dessus de la mer) pour descendre dans la vallée du Rhône, par le ravin dit du *Rioulet* ou ravin *d'Enfer*; on rencontrera alors successivement toutes les assises indiquées par les nos de la *fig. 4* (1).



La partie supérieure de la montagne est formée par une grande épaisseur (80 m. environ) de calcaires compacts,

(1) *Bull. de la Soc. géol. de France*, réunion à Valence, en 1854, t. XI, pag. 715 et suiv. — *Ibid*, t. XII, pag. 510.

grisâtres, exploités comme pierres de taille (n° 10). Puis viennent des calcaires marneux, en bancs plus minces, plus foncés (n° 9, épaisseur environ 50 m.), dont une partie est exploitée pour faire de la chaux hydraulique; puis des marnes d'un bleu noirâtre, feuilletées, fortement ravinées (n° 8, épaisseur 70 m. environ). Ces trois assises, qui forment plus des deux tiers de la hauteur de la montagne, rappellent complètement, par leur aspect et leur structure, les diverses parties de l'étage *oxfordien*, dont nous avons décrit ci-dessus les caractères dans le nord du département de l'Isère. On y trouve, du reste, beaucoup de fossiles, dont l'examen confirme ce rapprochement. Dans les calcaires n° 9 et 10, ce sont surtout des ammonites à l'état de moules calcaires (*Ammonites Bakeriæ*, Sow.; *A. plicatilis*, id.; *A. oculatus*, Phill.; *A. anceps*, d'Orb.; *A. tortisulcatus*, id.; *A. lunula*, Ziet., etc.); des bélemnites (*Belemnites hastatus*, Bl.); des *Aptychus*, etc. Dans les marnes n° 8, on rencontre une profusion de bélemnites, surtout diverses variétés de *Belemnites hastatus*, qui y atteignent des dimensions très-grandes; beaucoup d'*Aptychus* et des ammonites de petite taille, à l'état de moules pyriteux (*Ammonites plicatilis*, Sow.; *A. cordatus*, id.; *A. oculatus*, Phill.; *A. perarmatus*, id.; *A. tortisulcatus*, d'Orb.; *A. tatricus*, Pusch.).

Tous ces fossiles sont caractéristiques et ne peuvent laisser de doute sur le classement des couches qui les renferment; les n° 10, 9 et 8 représentent les *calcaires oxfordiens*, marneux dans leurs assises inférieures, et les *marnes oxfordiennes*, tels qu'on les rencontre dans toutes les hautes chaînes du Jura.

En continuant à descendre, on trouve, sous les marnes oxfordiennes (n° 8), des couches minces, se divisant en plaquettes, d'un calcaire siliceux, dur, gris ou bleuâtre; ces plaquettes sont souvent tapissées d'empreintes de petites coquilles bivalves, dites Posidonies; nous désignerons ce petit

groupe de couches (n° 7) qui n'a guère que 5 mètres d'épaisseur, par le nom de *schistes à posidonies*. Du reste, cette assise fait encore partie, comme on va le voir, de l'étage oxfordien, et est accompagnée, en dessus et en dessous, de couches minces de calcaires marneux bleuâtres, avec *Ammonites Bakeriæ*, Sow.

On arrive ainsi à des calcaires (n° 5) durs, siliceux, bleuâtres (3 à 5 mètres), exploités dans plusieurs petites carrières sur les deux flancs du ravin du Rioulet. A la partie supérieure de ces calcaires on distingue une petite couche de marne ferrugineuse (n° 6) qui n'a guère que 0^m,4 d'épaisseur, mais dont la teinte couleur de rouille la rend facile à reconnaître. Cette petite couche est remplie de fossiles très-variés, surtout de bélemnites, d'ammonites et des térébratules, dont les espèces les plus abondantes sont: *Belemnites hastatus*, Bl.; *Ammonites Bakeriæ*, Sow.; *A. anceps*, Rein.; *A. hecticus*, Hart.; *A. lunula*, Ziet.; *A. coronatus*, Brug.; *A. macrocephalus*, Schl.; *A. discus*, d'Orb.; *A. subdiscus*, id., etc.; *Terebratula bicanaliculata*, d'Orb.; *Rhynchonella acasta*, id.; *R. quadriplicata*, id., etc.

Dans les calcaires siliceux bleuâtres n° 5, on retrouve en partie les mêmes fossiles, surtout sur la droite du ravin; dans ces couches particulièrement se rencontre une espèce d'ammonite très-remarquable, *A. tripartitus*, Rasp.

L'ensemble des assises 7, 6 et 5 est donc bien caractérisé par les fossiles qu'on y trouve, et il correspond à un groupe de couches inférieures aux marnes oxfordiennes désigné en Angleterre par le nom de *roche de Kelloway*, et dont on a fait quelquefois un étage spécial sous le nom de *Kellowien* ou *callovien* (d'Orbigny). Nous le regarderons comme formant seulement une subdivision inférieure de l'étage oxfordien; mais plusieurs des espèces fossiles qu'il renferme ici se rencontrent habituellement dans le groupe oolithique inférieur.

A la base des calcaires bleus n° 5, dans la carrière située

sur la rive droite du Rioulet, on aperçoit un banc de grès de 0^m,40 (n° 4), rempli de débris d'encrines et contenant de grosses térébratules (*Terebratula perovalis*, Sow.?) et quelques autres fossiles peu reconnaissables. Puis vient un grès moins dur, plus grossier (n° 3), épais de 0^m,65, rempli de bélemnites coniques et renfermant aussi quelques ammonites, toutes différentes des espèces citées plus haut; ce sont, en effet, des espèces du *lias supérieur*: *Belemnites tripartitus*, Schl.; *Ammonites complanatus*, Brug.; *A. bifrons*, id.; *A. serpentinus*, Schl.; etc.; fossiles cités plus haut dans les marnes du *lias supérieur* et le minerai de fer oolithique de la Verpillière.

En dessous de la carrière, au bord du ruisseau, ce grès repose sur un calcaire magnésien argileux, jaunâtre, avec lequel il n'a aucune liaison; et à ce banc de dolomie succèdent, un peu plus bas, des grès bigarrés sans fossiles (n° 2).

En descendant jusqu'au niveau de la plaine, on traverse, sur une épaisseur d'une trentaine de mètres au moins (n° 2), des grès semblables, alternant avec des argiles de diverses teintes et des calcaires magnésiens jaunâtres; et l'on voit, en définitive, cette série de couches s'appuyer sur un petit affleurement de *granite* (n° 1), tout au bas du ravin, sur sa rive droite.

La couche de grès n° 3, d'après ses fossiles, représente bien certainement le *lias supérieur*, réduit ici à une épaisseur extrêmement faible; on la retrouve sur un point au nord du ravin, et elle est accompagnée là d'une petite couche de marne dure, contenant des grains de minerai de fer oolithique, semblable à celui de la Verpillière, et renfermant les mêmes fossiles que ce minerai.

Le grès à térébratules n° 4, placé entre le *lias supérieur* (n° 3) et la base de l'*étage oxfordien* (n° 5), paraît être, d'après cela et d'après les quelques fossiles qu'on y trouve, un représentant rudimentaire du groupe *oolithique inférieur*. Ce

groupe, si épais dans le canton de Crémieu et dans tout le Jura, ne serait rappelé ici que par une petite couche de 0^m,40, d'épaisseur.

Quant au terrain des grès inférieurs n° 2, il diffère complètement de tout ce qui est au-dessus et ne contient aucun fossile; en avançant du côté de Soyons, on le voit augmenter considérablement d'épaisseur et il forme toute la côte à laquelle est adossé le haut-fourneau. Ces grès ont tous les caractères des grès du *trias*, tels que nous les avons déjà indiqués au Mont-d'Or lyonnais, et qu'on les retrouve bien plus développés aux environs de Privas, s'appuyant directement sur le granite et recouverts par toute la série des assises du *lias* et des autres étages jurassiques.

§ 25. — J'ai donné quelques développements à cette description de la petite montagne de Crussol, parce qu'elle est d'une étude facile et qu'elle peut servir à comprendre parfaitement ce que nous aurons à dire plus loin au sujet des terrains jurassiques des Alpes. Je vais résumer les données fondamentales que l'on peut tirer de cette étude, surtout en la continuant du côté de la Voulte et de Privas, où les terrains jurassiques reprennent et peuvent être suivis dès lors sur tout le bord méridional du plateau central :

1^o Absence complète des étages jurassiques supérieurs à l'étage *oxfordien*; le même fait se présentera partout dans les Alpes (sauf quelques stations exceptionnelles entre Chambéry et Voreppe, où on trouve encore l'étage *corallien*), et il en est de même dans presque tout le midi.

2^o L'étage *oxfordien* se compose, de haut en bas, des *calcaires oxfordiens compactes*, des *calcaires oxfordiens marneux*, des *marnes oxfordiennes*, des *schistes à posidonies*, enfin des *calcaires inférieurs* ou *sous-oxfordiens*, accompagnés d'une petite couche de marne ferrugineuse. Nous re-

trouverons dans toute la région des chaînes secondaires des Alpes une série d'assises correspondantes, mais avec plus d'épaisseur et ordinairement beaucoup moins de fossiles caractéristiques.

A la Voulte, le minerai de fer oxidé rouge forme une couche puissante ou plutôt un amas en forme de grande lentille, compris dans l'épaisseur des *schistes à posidonies*. A Privas, le minerai de Veyras, semblable à celui de la Voulte, est placé un peu plus bas, dans les couches de calcaires siliceux inférieurs. La petite couche de marne ferrugineuse de Crussol (n° 6) est, en quelque sorte, un indice rudimentaire de ces grands gisements de minerai de fer, et elle occupe justement une place intermédiaire dans la série des assises.

3° Le groupe *oolithique inférieur*, si puissant dans le Jura et jusqu'aux environs de Bourgoin, comme on l'a vu plus haut, manque à Crussol ou du moins y est représenté tout au plus par une petite couche de 0^m40 d'épaisseur. Aux environs de Privas, il en est de même; cette partie des terrains jurassiques, entre la base de l'étage oxfordien, qui renferme le minerai de Veyras, et les couches supérieures du lias, n'est indiquée que par quelques couches de calcaires sableux remplis de débris d'encrines, dont l'épaisseur totale est le plus souvent de moins d'un mètre, mais où l'on trouve cependant quelques fossiles caractéristiques.

4° Le *lias supérieur* est représenté, à Crussol, seulement par une faible épaisseur de grès avec bélemnites et ammonites et une petite couche de marne contenant du *minerai de fer oolithique*, comme celui de la Verpillière; il n'existe même de ces couches que de petits lambeaux très-peu étendus, qui reposent directement sur les grès et calcaires magnésiens du terrain de *trias*. A Privas, on trouve de même le *lias supérieur* composé de couches de grès et de marnes, dans la partie

supérieure desquels il y a un *mineral de fer oolithique*, bien différent du mineral de fer compacte, rouge, de l'étage oxfordien; ce mineral renferme les mêmes fossiles que celui de la Verpillière, qu'il rappelle entièrement. La petite assise de calcaire sableux à encrines est entre ces deux minerais; mais souvent cette assise est très-mince, pénétrée elle-même d'oxide de fer, et sur quelques points elle semble s'effacer complètement. Alors dans la même galerie et immédiatement ou presque immédiatement l'un au-dessus de l'autre, on rencontre les deux sortes de minerais de fer: l'un compacte, anhydre, rouge, contenant les fossiles de l'étage oxfordien; l'autre oolithique, hydraté, couleur de rouille, contenant les fossiles du lias supérieur; et le groupe oolithique inférieur est presque complètement ou même complètement supprimé entre deux.

D'ailleurs, aux environs de Privas, le lias supérieur est bien plus développé qu'à Crussol; il comprend une grande épaisseur de grès et de marnes avec bélemnites et ammonites caractéristiques. Au dessous de lui, on aperçoit encore, dans les ravins du Mézayon, des calcaires siliceux bleus, très-durs, qui contiennent des gryphées (*Gryphæa cymbium*, Lam.) et qui représentent le *lias moyen*, une assise de grès noirâtre qui est peut-être le *lias inférieur*, et le tout repose sur des grès de teintes claires, variées, entremêlés de couches de dolomie argileuse, qui constituent le terrain du *trias*.

Dans les Alpes, nous verrons que les assises inférieures de l'étage oxfordien reposent sur les assises supérieures du lias, sans que l'on puisse distinguer entre elles un groupe de couches qui représente nettement le groupe oolithique inférieur; nous admettrons donc que ce groupe, qui est déjà si réduit, ou même complètement supprimé, à Crussol et à Privas, manque d'une manière générale dans les Alpes; et c'est pour cela que sur notre carte on ne le voit pas indiqué en dehors du plateau

jurassique au nord de Bourgoin. C'était surtout pour établir nettement ce fait de la suppression d'une partie considérable des terrains jurassiques, qu'il était important de comparer la série des assises de Crussol à celle que nous avons reconnue ci-dessus dans une région qui se rattache intimement aux localités classiques du Jura.

CHAPITRE III.

RÉGION DES CHAINES CENTRALES DES ALPES,

OU DES ALPES GRANITIQUES.

§ 26. — **Limites de cette région.** — A l'ouest, la vallée de l'Isère, depuis Albertville (Savoie) jusqu'à Grenoble; la vallée du Drac, en remontant depuis Grenoble jusqu'à Saint-Bonnet; au sud, une ligne à peu près droite, allant de Saint-Bonnet à Vallouise, par Champoléon et le col de l'Alp-Martin; à l'est, une ligne brisée passant par Vallouise, le Monestier de Briançon, le Lautaret, Saint-Jean de Maurienne, et retombant dans la vallée de l'Isère, un peu en dessous de Moutiers, par le col de la Magdeleine.

Pays qu'elle comprend. — Cantons d'Allevard, de Goncelin, de Domène, de Grenoble sud-est, de Vizille, de la Mure, du Bourg-d'Oisans, du Valbonnais, de Corps; et dans les Hautes-Alpes, le Valgaudemar (canton de Saint-Firmin), la partie nord du Champsaur (partie des cantons de Saint-Bonnet et d'Orcières), le fond de la Vallouise (partie du canton de l'Argentière), une portion du canton du Monestier et presque tout le canton de la Grave.

Terrains qui la composent. — 1° *Terrain du LIAS*, calcaires et schistes argilo-calcaires noirs, avec bélemnites, prenant souvent la structure d'*ardoise*.

2° *Grès à anthracite de l'Isère*, ayant tous les caractères d'un véritable *grès houiller*, avec couches d'*anthracite* dure et empreintes de plantes fossiles caractéristiques du terrain houiller; constamment inférieur au terrain du lias et indépendant de ce terrain.

3° *Grès d'Allevard*, propre au canton de ce nom, de classification douteuse, mais placé dans des conditions de gisement analogues à celles du précédent.

4° TERRAINS CRISTALLISÉS, sans indices de fossiles, comprenant diverses variétés de *granite* et particulièrement celles qu'on a désignées sous le nom de *protogine*; des roches granitiques feuilletées, *gneiss*, *schistes micacés*, *schistes talqueux*; diverses roches plus ou moins feuilletées, de composition analogue, et associées à celles-là; des *calcaires cristallins* (marbres) en couches intercalées au milieu des schistes micacés ou talqueux.

5° *Roches massives diverses*, sous forme de filons qui traversent les terrains précédents: *granites*, *diorites*, *euphotides*, *serpentes*, *spilites*.

6° *Filons métallifères* dans les terrains cristallisés; *gîtes métallifères* irréguliers dans le lias.

Nous avons indiqué ci-dessus les caractères généraux et l'ensemble de la constitution géologique de cette région, la plus remarquable par la hauteur et l'âpreté de ses montagnes, et la plus importante aussi au point de vue des exploitations minérales, puisqu'elle renferme les anthracites compactes de la Mure, les filons de fer spathique d'Allevard et du bassin de la Romanche, et un grand nombre de filons de minerais d'argent, de plomb, de cuivre, de zinc, etc., encaissés pour la plupart dans les roches granitiques schisteuses.

§ 27. — **Structure générale de cette région.** — Si l'on pouvait, d'un point suffisamment élevé dans l'atmosphère, embrasser d'un coup-d'œil l'ensemble de cette région, on

y reconnaîtrait sur-le-champ une configuration générale que la carte géologique met en évidence et explique nettement; on verrait que la région des chaînes centrales du Dauphiné se compose de trois massifs saillants, entourés et séparés les uns des autres par des dépressions et des plis plus ou moins profonds. Ces trois massifs saillants sont constitués par des roches granitiques et autres roches des *terrains cristallisés*, dont l'ensemble est désigné par la teinte Y; les dépressions ou les régions plus basses qui les entourent à l'ouest et à l'est, les plis qui les séparent dans le sens nord-sud, sont occupés par une grande épaisseur de couches de calcaires argileux, noirs, plus ou moins feuilletés, prenant souvent la structure d'*ardoise*; c'est le terrain du *lias*, représenté sur la carte par la teinte L.

De ces trois grands massifs formés par les roches granitiques et les terrains cristallisés en général (teinte Y), deux sont des *chaînes* proprement dites, des crêtes d'une largeur à peu près uniforme, se dessinant sur la carte en deux bandes allongées du nord au sud, étroites comparativement à leur largeur; nous les appellerons, des noms de leurs principales sommités, *chaîne de BELLEDONNE* et *chaîne des GRANDES-ROUSSES*.

La première, dominant à l'est la vallée du Graisivaudan, comprend les hautes montagnes du canton d'Allevard, les Sept-Laus, Belledonne, Taillefer, etc., et se termine à Entrai-gues. Du côté du nord, elle se prolonge à travers la Savoie et se rattache directement au massif du Mont-Blanc.

La seconde comprend d'abord le massif des Grandes-Rousses, en Oisans, et se continue vers le midi par les montagnes de Lauvitel, du Valsenestre, du Valjouffrey, puis par le Bas-Valgaudemar et Molines, jusqu'au pic de Chaillol-le-Vieil.

Le troisième massif de terrains cristallisés, situé au sud-est des précédents, a, dans son ensemble, un contour à peu près circulaire: c'est un énorme pâté de montagnes granitiques, entamé seulement par des gorges étroites, à parois

abruptes, que l'on peut comparer à de profondes crevasses ; nous le désignerons par le nom de MASSIF DU PELVOUX.

Mais, avant de décrire spécialement les diverses parties des Alpes centrales du Dauphiné, il est essentiel de définir les caractères des terrains et des principales roches qui les constituent.

TERRAINS CRISTALLISÉS.

I. — *Roches granitiques massives.*

§ 28. — Les *granites* des Alpes dauphinoises sont formés essentiellement, comme tous les granites en général, de l'association de trois minéraux distincts : le *feldspath orthose*, le *quartz* et le *mica*.

Le *feldspath* est toujours l'élément le plus abondant. Il est confusément cristallisé en grains plus ou moins volumineux, ayant une structure *lamelleuse* et montrant, sur la cassure de la roche, des facettes de clivage planes, miroitantes, d'un éclat nacré. Il est opaque ou faiblement translucide, le plus souvent blanc ou légèrement teinté de gris, de fauve ou d'un vert pâle ; d'autres fois, d'un rose plus ou moins vif, comme dans les granites des hautes cimes du Pelvoux. Ces diverses nuances sont dues à de petites quantités de fer à divers états de combinaison. Il est essentiellement composé de *silice*, d'*alumine* et de *potasse*, combinées dans les proportions définies et constantes qui constituent l'*orthose*. Toutefois, une partie plus ou moins notable de la potasse y est, en général, remplacée par une proportion équivalente de soude. Tous les granites des Alpes dauphinoises contiennent de l'*orthose* qui forme au moins la moitié de la masse de la roche ; l'*albite*, *feldspath* à base de soude, que l'on trouve en cristaux isolés dans les *fissures* des granites de Saint-Christophe en Oisans,

n'y est que comme minéral accidentel; la pâte de ces granites ne renferme point d'albite, mais bien de l'orthose.

Indépendamment de l'*orthose*, les granites des Alpes contiennent souvent une autre espèce de feldspath, toujours moins abondant, et qui diffère de l'orthose, chimiquement parlant, par une proportion moindre de *silice*. C'est le feldspath *oligoclase* (1). Il est en grains peu volumineux, d'un blanc jaunâtre ou d'un vert pâle, opaque, à cassure lamelleuse, beaucoup moins nette que celle de l'orthose, d'un éclat gras ou à peu près terne. Quand l'orthose a une teinte rose, l'oligoclase est d'un blanc verdâtre ou d'un vert pâle, et ces deux sortes de feldspath sont alors aisées à distinguer; c'est ce qui a lieu dans la plupart des granites de l'Oisans et du groupe du Pelvoux (2).

Le *quartz* est, comme dans tous les granites, vitreux, transparent, incolore, ou grisâtre, ou violacé, à cassure irrégulière, comme celle du verre ou celle du *quartz hyalin* cristallisé

(1) Delesse, *Ann. de chimie et de phys.*, 3^e s., t. 25.

(2) Voici, d'après les analyses de M. Delesse (*Ann. de chim. et de phys.*, 3^e s., t. 25), la composition chimique des deux espèces de feldspath de la protogine qui forme les aiguilles du mont Blanc.

	<i>Orthose.</i>		<i>Oligoclase.</i>
Silice.....	66,48	—	63,25
Alumine.....	19,06	—	23,92
Peroxyde de fer.....	traces.	—	traces.
Chaux.....	0,63	—	3,23
Magnésie.....	traces.	—	0,32
Potasse.....	10,52	—	2,31
Soude.....	2,30	—	6,88
	<u>98,99</u>	—	<u>99,91</u>

Dans l'*orthose*, les quantités totales d'oxygène contenues respectivement dans la silice, l'alumine et l'ensemble des bases alcalines sont entre elles comme les nombres 12, 3 et 1; dans l'*oligoclase*, elles sont comme les nombres 9, 3 et 1.

(*crystal de roche*) ; il a tous les caractères de ce dernier, sauf les formes cristallines. Dans la pâte du granite il semble remplir les interstices des cristaux de feldspath et de mica, comme l'eau reste interposée entre les lames d'un sel dont la dissolution se prend, par refroidissement, en une masse cristalline.

Le *mica* est le minéral qui varie le plus dans les granites des Alpes, et c'est surtout d'après les espèces de micas qu'ils renferment que l'on peut distinguer ces granites les uns des autres ou des granites ordinaires.

On rencontre dans diverses parties des Alpes dauphinoises et l'on trouve à l'état de cailloux roulés dans le Drac, la Romanche, la Durance, etc., quelques variétés de granites dont le *mica* est en lamelles tendres, brillantes, d'un éclat très-vif, d'un blanc d'argent ou d'un brun plus ou moins foncé, comme dans les granites ordinaires de la rive droite du Rhône. Mais les granites les plus répandus dans les Alpes, ceux qui forment, par exemple, presque tout le massif du Pelvoux, le Mont-Blanc, en Savoie, etc., sont caractérisés par un mica particulier (1), terne ou très-peu éclatant, d'une couleur verte plus ou moins foncée, qui, par l'altération au contact de l'air, passe à une teinte bronzée. Ce mica a été pris pendant longtemps pour une variété de *talc*, et on a désigné le granite particulier des Alpes sous les noms de *granite talqueux* ou de *protogine*. En réalité, quoique la *protogine* contienne souvent un peu de *talc*, ce minéral n'en est point un élément constant et essentiel, et le caractère réel de cette espèce de granite est dans la nature exceptionnelle du mica qu'il contient.

Le mica de la *protogine* n'est pas cristallisé en paillettes minces et transparentes ; il forme de petits prismes hexagonaux non réguliers, dont les arêtes ne sont pas perpendicu-

(1) Delesse, mémoire déjà cité.

lares aux bases. Sa composition chimique est très-complexe et diffère notablement de celle des autres micas ; elle en diffère surtout par une proportion considérable d'oxides de fer, environ 24 p. % de peroxide et 5 de protoxide. Il contient, d'ailleurs, environ 44 centièmes de silice, 14 d'alumine, de la chaux, de la magnésie, de la potasse, de la soude et un peu d'acide fluorhydrique, comme tous les vrais micas. On peut donc le désigner sous le nom de *mica à deux axes, à base de fer* (1).

§ 29. — Les hautes sommités du groupe du Pelvoux, entre la Grave et Vallouise, présentent la variété de *protogine* la plus belle et la plus tranchée de toutes les Alpes ; on la trouve en blocs éboulés et en débris transportés dans les vallées de la Romanche, de la Guisane et de Vallouise. Cette roche se compose de feldspath *orthose* en cristaux d'un rose plus ou moins vif, d'un deuxième feldspath (*oligoclase*) d'un vert pâle, de quartz légèrement violacé et d'un *mica* vert foncé, conforme au type que nous venons de décrire. Les deux nuancés tranchés des deux espèces de feldspath les rendent faciles à distinguer. Ces deux sortes de feldspath existent dans presque toutes les protogines proprement dites du Dauphiné et de la Savoie ; mais il arrive souvent qu'ils sont blancs l'un et l'autre, et leur distinction est alors moins facile ; c'est ce qui a lieu dans la protogine du Mont-Blanc et aussi dans diverses variétés de cette roche appartenant, soit à la chaîne de Belledonne, soit au massif du Pelvoux.

(1) Analyse du *mica* extrait de la protogine du Mont-Blanc, par M. Delesse :

Sur 100 parties : Silice 41,22 ; alumine 13,92 ; peroxide de fer 21,31 ; protoxide de fer 5,03 ; protoxide de manganèse 1,09 ; chaux 2,58 ; magnésie 4,70 ; potasse 6,05 ; soude 1,40 ; eau et perte au feu 0,90 ; fluor 1,58. — Total 99,78

Indépendamment de ces minéraux, la plupart des protogines, et particulièrement celles du Mont-Blanc, contiennent une petite quantité de *talc* en lamelles tendres, minces, d'un vert pâle ou grisâtre, contournées entre les grains de feldspath et du quartz. Souvent le feldspath oligoclase est intimement pénétré de lamelles de talc, visibles à la loupe, qui lui donnent une teinte verte grisâtre (1). Dans le massif du Pelvoux, les protogines ne renferment, en général, que peu ou point de talc visible à l'œil nu; quelquefois on y trouve des minéraux d'aspect analogue, tels que la *chlorite écaillée*, répartis surtout dans les petites fissures de la roche.

II. — *Roches granitiques schisteuses et autres roches cristallines stratifiées.*

§ 30. — Les protogines proprement dites, comme les vrais granites, ne sont pas stratifiées; elles sont cependant, en général, divisées assez régulièrement en tranches par des plans à peu près verticaux, dans le sens de la longueur des chaînes. Du reste, elles se lient par des transitions insensibles à des roches formées des mêmes minéraux, mais qui sont évidemment disposées en couches planes ou contournées, et qui ont en même temps une structure plus ou moins feuilletée en petit. Ces roches, bien plus répandues encore que les protogines massives, sont les *protogines schisteuses*, ou plus généralement les *gneiss*.

Les *gneiss* des Alpes sont formés des mêmes minéraux que les protogines ou les autres espèces de granite, mais en grains plus atténués et disposés par feuillets.

Les proportions relatives de ces minéraux sont d'ailleurs

(1) Delesse, mém. cité.

très-variables. Dans beaucoup de gneiss, le quartz est en proportion très-faible et tend à disparaître ; le feldspath domine ; souvent ce feldspath se montre en cristaux volumineux, prismatiques, couchés dans le sens des feuillets de la roche et entourés par les lamelles de mica ; on a alors une *protogine schisteuse porphyroïde*. D'autres fois, au contraire, le quartz est très-abondant, le feldspath en grains très-atténués, à peine discernables. En général, les gneiss ne renferment qu'une seule espèce de feldspath, qui est l'*orthose*.

Le *mica* est presque toujours en proportion bien plus forte dans les gneiss que dans les granites, et la structure plus ou moins feuilletée dépend, en grande partie, de cette proportion. Les lames du mica se disposent parallèlement aux plans de division des couches du gneiss et forment des feuillets minces, généralement ondulés, qui se contournent autour des cristaux de feldspath ou des noyaux de quartz.

Les gneiss des Alpes pourraient être classés, comme les granites, d'après les diverses espèces de micas qu'ils renferment ; mais ici encore l'espèce de mica la plus répandue est le mica vert, sans éclat, à base de fer, caractéristique des protogines, et longtemps pris pour une variété de *talç*. De là l'expression de *gneiss talçueux*, synonyme de *protogine schisteuse*. Il faut dire, du reste, que le talç, en lamelles d'un vert pâle ou grisâtre, est souvent abondant dans ces roches, de manière à communiquer à leurs feuillets son *onctuosité* caractéristique.

Dans diverses parties des Alpes dauphinoises, par exemple dans les parties centrales de la chaîne de Belledonne, entre le col de la Coche et la gorge de la Romanche, on trouve des gneiss où le mica est remplacé entièrement par de l'*amphibole* d'un vert noirâtre, bien distincte du mica par son éclat plus vif et sa grande dureté. Ces gneiss sont dits *gneiss amphiboliques*. Le quartz y est, ordinairement, peu abondant ; il arrive même souvent qu'il disparaît tout à fait, et même

qu'au lieu de feldspath orthose la roche présente du feldspath oligoclase d'un blanc de lait : cette roche feuilletée a alors la même composition minéralogique que les *diorites* massives dont nous parlerons plus tard ; c'est alors une *diorite schisteuse*.

§ 31. — **Roches schisteuses diverses.** — Les diverses roches feuilletées que nous venons de définir, gneiss feldspathiques, micacés, talqueux, amphiboliques, passent elles-mêmes, par des transitions insensibles, à des roches plus feuilletées encore et plus évidemment stratifiées, dans lesquelles le feldspath n'est plus en grains cristallins discernables à l'œil, le quartz est aussi très-atténué, et la proportion du mica, du talc ou de l'amphibole tend généralement à devenir plus forte.

Ces roches, très-variées, reçoivent différents noms.

Quelques-unes sont formées d'un mélange intime de feldspath et de quartz, confondus en une pâte compacte, avec peu ou point de mica ; ce sont des *eurites schisteuses*.

D'autres renferment un grand excès de mica et sont, par suite, extrêmement feuilletées ; ce sont les *schistes micacés* ou *micaschistes*.

Le plus souvent ces schistes micacés contiennent le mica verdâtre des protogines qui ressemble au talc, et ils prennent un aspect satiné, onctueux, analogue à celui du talc, qui les fait désigner sous le nom de *schistes talqueux*.

Cette dénomination, appliquée à une grande partie des schistes des terrains cristallisés des Alpes, signifie simplement schistes d'apparence *talqueuse*, ayant une certaine analogie avec le talc par leur aspect et leur onctuosité. Mais, en réalité, cette analogie ne résulte souvent que de la structure physique de ces roches ; car l'analyse montre qu'elles ne contiennent que des proportions très-faibles de magnésie, et que,

par conséquent, elles ne peuvent renfermer que très-peu de silicates de magnésie, tels que le talc (1).

Il y a cependant, dans les Alpes, sur divers points, des schistes qui contiennent positivement du talc, et nous réserverons spécialement pour eux la dénomination de *talc-schistes*. On rencontre même des couches de *talc* à peu près pur, ou de *stéatite*, intercalées au milieu des couches de gneiss et de schistes micacés ou talqueux, comme à Lubac, dans le Val-gaudemar. D'autres fois, au lieu de talc ou de stéatite, certaines couches schisteuses renferment des paillettes de *chlorite écaillée* d'un vert foncé, et peuvent être désignées sous le nom de *schistes chloriteux*.

Enfin, aux gneiss amphiboliques correspondent et sont associés des *schistes amphiboliques*, où le feldspath n'est plus en cristaux blancs discernables, mais à qui l'*amphibole* communique sa teinte d'un vert sombre, son éclat métalloïde et sa dureté bien supérieure à celle du mica ou du talc.

Le dernier terme de dégradation des roches schisteuses des terrains cristallisés consiste en des roches feuilletées où l'on ne distingue plus nettement aucun des minéraux cristallisés caractéristiques de celles que nous venons d'énumérer; mais elles ont toujours une composition chimique analogue : *elles sont toujours formées de silicates et ne font point d'effervescence avec les acides*. D'ailleurs, elles se lient manifestement, par leur gisement, à des couches de schistes micacés ou talqueux ou amphiboliques. Nous aurons l'occasion de citer, dans l'Oisans, des exemples de roches schisteuses de ce genre.

Il faut noter cependant que, souvent, les roches schisteuses

(1) Le schiste talqueux d'Allevard contient moins de 2 p. % de magnésie. — Voir les analyses de ces schistes et de diverses roches, que j'ai données, *Bull. de la Soc. de statist. de l'Isère*, 2^e série, t. 1, pag. 242.

des terrains cristallisés, par exemple les schistes talqueux d'Allevard, etc., réduites en poudre, font une légère effervescence avec les acides ; mais cette effervescence s'arrête très-promptement. Cela tient à de petites quantités, deux ou trois centièmes au plus, de carbonates de chaux, de magnésie et de fer, disséminés dans la pâte de ces roches.

§ 32. — **Calcaires saccharoïdes.** — On trouve quelquefois au milieu des roches schisteuses des terrains cristallisés des couches d'une tout autre nature chimique ; ce sont les *calcaires saccharoïdes* ou *marbres cristallins*. Ceux du Valsenestre, de Molines en Champsaur, de la Chaux et Saint-Maurice en Valgaudemar, de la Traverse-d'Allemont en Oisans, sont en couches plus ou moins épaisses et plus ou moins nombreuses, entre les couches des schistes micacés, auxquels ils sont intimement liés. Vers les surfaces de contact, le schiste micacé est pénétré de calcaire cristallin ; et le calcaire, jusqu'à une certaine distance (ou même dans toute son épaisseur, si elle n'est pas considérable), est pénétré de paillettes de mica et de grains de quartz. Ces gîtes de marbres appartiennent donc essentiellement aux terrains cristallisés et n'ont aucune liaison avec les roches calcaires du lias qui peuvent se trouver dans leur voisinage.

§ 33. — Toutes les roches que nous venons de décrire, et dont l'ensemble constitue les terrains cristallisés, représentés par la teinte Y, sont complètement dépourvues de toute trace d'animaux ou de végétaux fossiles. Cependant leur disposition en couches régulières, leur structure *schisteuse*, dont les feuilletés sont en général parallèles aux surfaces des couches ; les alternances multipliées que l'on observe entre les diverses variétés de *gneiss*, de *schistes micacés* ou *talqueux*, etc., en couches successives ; les alternances de ces mêmes schistes avec des couches régulières de *calcaires cris-*

tallins, sont autant de faits qui impliquent naturellement l'idée de dépôts successifs, comme ceux qui ont donné lieu aux divers terrains *stratifiés* contenant des restes d'animaux fossiles. Nous admettrons donc que les terrains cristallisés des Alpes dauphinoises ont été, dans le principe, formés par des dépôts successifs de matières en couches horizontales; que leur structure, plus ou moins cristalline et plus ou moins feuilletée, est le résultat d'un travail moléculaire qui s'est fait dans ces dépôts postérieurement à leur formation, et que la disposition verticale ou fortement inclinée que présentent aujourd'hui leurs couches, les contournements multipliés qu'on leur voit souvent décrire, résultent des dislocations et des plissements que l'écorce du globe a éprouvés dans cette contrée, à travers la série des périodes géologiques.

Les terrains cristallisés, dans les Alpes comme ailleurs, sont désignés vulgairement sous le nom de *terrains primitifs*. Cette dénomination est vicieuse en ce sens qu'il n'est pas possible de démontrer que tout l'ensemble de ces terrains a été formé dans les âges primitifs du globe, antérieurement aux plus anciens dépôts où l'on rencontre des animaux fossiles dans d'autres pays. Mais cette expression de *terrains primitifs* peut être conservée dans un sens restreint et relatif, signifiant seulement que les terrains cristallisés des Alpes dauphinoises sont antérieurs à tous les autres terrains de cette contrée; que ceux-ci ont été formés par des dépôts successifs sur un fond déjà solide de schistes cristallins et de gneiss, qu'ils recouvrent et dont ils contiennent les débris plus ou moins roulés.

GRÈS A ANTHRACITE

DU DÉPARTEMENT DE L'ISÈRE.

§ 34. — Ce terrain est formé en entier de couches de grès, c'est-à-dire de sables agglutinés, plus ou moins grossiers, plus ou moins fins, unis par un ciment siliceux, argileux ou ferrugineux, sans mélange de calcaire. Entre ces couches de grès sont placées les couches d'*anthracite* exploitées dans le canton de la Mure, dans l'Oisans, et sur quelques points du revers occidental de la chaîne de Belledonne et de son prolongement en Savoie.

Un coup-d'œil jeté sur la carte géologique montre immédiatement que ce terrain est distribué par lambeaux peu étendus, sur les flancs et jusque dans les parties centrales des deux chaînes de Belledonne et des Rousses. Le plus étendu et de beaucoup le plus important de ces affleurements de grès à anthracite, celui du canton de la Mure, a environ 24 kilomètres carrés de superficie; la totalité des autres représente tout au plus une surface égale à celle-là, et leur richesse en charbon est incomparablement moindre.

Les grès à anthracite sont toujours en couches plus ou moins inclinées, disloquées ou contournées; leur ensemble s'appuie toujours sur un massif de terrains cristallisés; et si, par la pensée, on ramène ces couches de grès à leur position horizontale primitive, on trouvera qu'elles ont dû se déposer sur un fond de schistes micacés ou talqueux, ou de gneiss, formé tantôt de couches à peu près horizontales, tantôt de couches déjà redressées et usées sur leurs tranches par l'érosion. Dans les grès composés de débris grossiers, on reconnaît les fragments, souvent à peine roulés, de diverses roches schisteuses des terrains cristallisés, mais pas de granite proprement dit. Ces grès à gros grains sont, en général, à la base du terrain,

reposant immédiatement sur les terrains primitifs. Les grès plus fins sont formés de grains de quartz, de paillettes de mica, d'argile qui est le limon résultant de la trituration et de la décomposition du feldspath. Ces trois sortes d'éléments, triés et plus ou moins complètement séparés par le mouvement des eaux, constituent les diverses couches de grès.

Les couches d'anhracite sont renfermées ordinairement entre des assises de grès à grains fins, argileux et micacés, colorés en noir par une petite quantité de matière charbonneuse. Dans ces grès voisins du combustible, on trouve des empreintes de plantes fossiles, souvent nombreuses et bien conservées; ce sont surtout des feuilles de *fougères*, des tiges de *prèles* gigantesques, etc. Les espèces sont identiques avec celles que l'on trouve partout dans le vrai terrain houiller, celui du département de la Loire, par exemple, et qui sont essentiellement caractéristiques de ce terrain.

Nous reproduisons ici, d'après M. Sc. Gras, la liste des plantes fossiles trouvées dans les grès à anhracite du département de l'Isère, et déterminées par M. Ad. Brongniart.

FOUGÈRES. — *Nevropteris cordata* (Ad. Brong., *Histoire des végétaux fossiles*, t. 1, p. 229), Huez en Oisans.

Pecopteris oreopteridius (Ad. Br., l. c., p. 317), Notre-Dame de Vaux.

P. Candolliana (Ad. Br., l. c., p. 305), la Motte-d'Aveillans.

P. Grandini? (Ad. Br., l. c., p. 286), *ibid.*

P. cyathea (Ad. Br., l. c., p. 307), Psychagnard.

P. arborescens (Sternb. Ad Br., l. c., p. 310), *ibid.*

P. arborescens, var. *minor*. (Ad Br., l. c.), Valbonnais.

P. polymorpha (Ad. Br., l. c., p. 334), Venosc.

P. pteroides (Ad. Br., l. c., p. 329), Psychagnard.

P. platyrachys (Ad. Br., l. c., p. 312), Valbonnais.

Odonpteris Brardi (Ad. Br., l. c., p. 253), Mont-de-Lans.

LYCOPODIACÉES — *Lepidodendron* (non dét.), la Mure.

Cardiocarpon (non déterminé), Mont-de-Lans.

Lepidophyllum (non déterminé), Saint-Théoffrey.

EQUISÉTACÉES. — *Calamites* (non déterminé), Psychagnard, la Motte-d'Aveillans.

ASTÉROPHYLLITÉES. — *Asterophyllites* (non déterminé), Mont-de-Lans.

A. tenuifolia (Ad Br.), Notre-Dame de Vaux.

Sphenophyllum (non déterminé), Mont-de-Lans.

Annularia brevifolia (Ad. Br.), Huez, la Motte-d'Aveillans, Notre-Dame-de-Vaux, etc. — Comm.

A. longifolia (Ad. Br.), Mont-de-Lans.

SIGILLARIÉES. — *Sigillaria Defranci* (Ad. Br., II. vég. f., 1, p. 432), la Motte-d'Aveillans.

S. Dournaisii (Ad. Br., l. c., p. 444), ou espèce très-voisine, la Mure.

S., (non déterminé), la Mure.

Stigmaria (non déterminé), la Mure.

Le gisement de l'antracite de l'Isère ressemble complètement à celui de la houille; l'antracite ne diffère de la houille que par l'absence des principes bitumineux et volatils qui, du reste, sont déjà en proportion très-faibles dans diverses houilles de la Loire et dans les houilles de Communay, dont nous avons parlé plus haut. Rien ne s'oppose, suivant nous, à ce que l'on considère les grès à anthracite de l'Isère, désignés par la teinte *h*, comme appartenant au terrain houiller, et déposés sur les terrains cristallisés des Alpes comme le terrain houiller des environs de Vienne, de Rive-de-Gier, etc., sur les gneiss et autres roches cristallines du plateau central.

Nous posons ce principe comme résultant clairement, à nos yeux, de l'ensemble des faits connus, et les détails que nous allons donner, ainsi que divers faits que nous citerons plus loin, en seront autant de preuves.

§ 35. — **Grès du canton de la Mure.** — Nous emprunterons d'abord à un Mémoire de M. l'ingénieur Roger (1) des détails importants sur le gisement de l'anhracite dans le canton de la Mure. La partie de notre carte, comprise entre la route de Laffrey à la Mure et la vallée du Drac, a été tracée d'après la carte à l'échelle de $\frac{1}{40,000}$ qui fait partie de ce travail.

Ce pays présente, comme on le voit, trois terrains distincts : 1° Terrain cristallisé, composé de *schistes talqueux*, apparaissant sur une étendue totale d'environ 12 kilomètres carrés ; — 2° *Grès à anthracite*, se montrant à découvert sur 21 kilomètres carrés ; — 3° Terrain du *lias*, composé d'une série d'assises de calcaires compactes ou schisteux, plus ou moins argileux ; l'épaisseur totale de ce terrain est très-considérable. Il recouvre les grès à anthracite, et on trouve ordinairement, à sa base, une petite assise de grès et conglomérats grossiers, qui se distinguent des grès à anthracite par leur aspect et leur structure, et ne renferment aucun gîte de charbon. Ces grès, formant la base des calcaires et désignés sous le nom de *grès du lias*, n'ont jamais qu'une faible épaisseur, 25 à 30 mètres au plus, et généralement beaucoup moins.

Ces trois terrains sont constamment distincts et superposés dans l'ordre où nous venons de les énumérer. Leurs couches sont, en général, fortement inclinées et souvent contournées d'une manière très-compiquée, particulièrement celles des grès à anthracite. Il résulte de ces contournements que, dans les exploitations, une même galerie rencontre souvent plusieurs fois la même couche de charbon repliée en zig-zag, et que ces replis multipliés peuvent faire croire, au premier abord, à l'existence d'un nombre de couches bien plus grand qu'il n'y en a réellement.

(1) *Annales des Mines*, 3^e série, t. 7 ; et *Bull. de la Soc. de Statist. de l'Isère*, 2^e série, t. 4.

Toutes les couches d'anhracite exploitées paraissent se réduire, en définitive, à cinq couches distinctes, sensiblement parallèles ; savoir, en commençant par la plus élevée :

1° Une petite couche d'environ 0^m,50 à 0^m,60 de puissance , qui n'est connue que sur un très-petit nombre de points ; elle n'est séparée de la couche n° 2 que par une assise de grès de 8 à 10 mètres d'épaisseur ; quelquefois même elle paraît s'y réunir ;

2° La seconde couche est la couche principale du bassin (Grande Couche) ; sa puissance est en moyenne de 6 à 7 mètres et s'élève quelquefois à 12 ou 15 mètres ; ses différents replis sont exploités sous divers noms dans les concessions du Peychagnard , de la Grande-Draye et de Comberamis ;

3° La couche n° 3, dite couche Henriette , a 4 mètre environ de puissance moyenne ; elle est à une distance de 50 mètres de la précédente ;

4° La couche n° 4 , ou couche du Bois-de-Bataille , est habituellement séparée en trois veines par des bancs de grès intercalés ; son épaisseur moyenne est en tout de 2 mètres environ et de 1^m50 en ne tenant compte que du charbon. L'épaisseur du grès qui la sépare de la précédente varie de 25 à 40 mètres ;

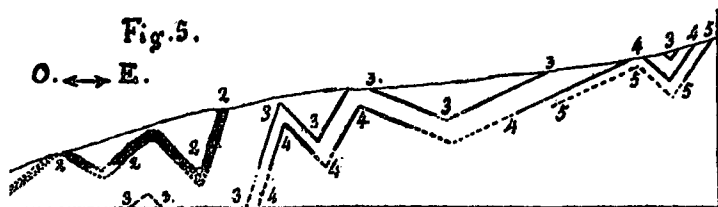
5° La cinquième couche est distante ordinairement de la couche n° 4 de 20 à 25 mètres ; son épaisseur est d'environ 0^m60 ; elle est habituellement considérée comme inexploitable.

En dessous de ce système de couches , jusqu'aux schistes talqueux , on ne rencontre que des grès extrêmement durs , dont l'épaisseur totale s'élève, la plupart du temps , à 150 mètres environ (1). »

L'ensemble des couches du terrain des grès à anhracite présente ainsi une épaisseur totale de 250 à 300 mètres au plus.

(1) E. Roger, mém. cité, pag. 4 et 5.

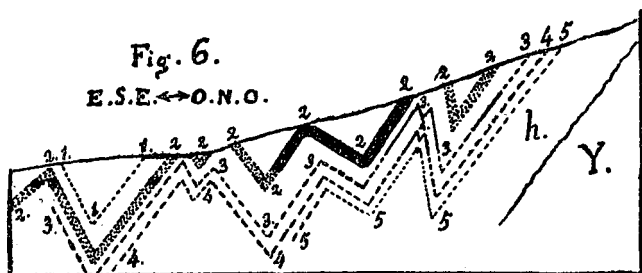
« La direction de ces couches est presque constamment comprise entre le nord vrai et le nord 16 à 17° est; en moyenne, environ N. 8° E. » Elle est donc sensiblement parallèle à la direction générale des crêtes et des principales vallées de la contrée (vallée de la Mure; gorge du Drac, de Savel à Saint-Georges de Commiers; alignement des sommets de Seneppe, de Vaux et de Conex, etc.). « Le pendage des couches de grès et de charbon est tantôt vers l'ouest, tantôt vers l'est; mais le pendage ouest est de beaucoup le plus développé; c'est dans ce sens que les *nappes* des couches sont le plus étendues. L'inclinaison la plus habituelle des couches est de 35 à 45° à l'horizon; quelquefois elles sont tout à fait verticales; elles ne sont horizontales que dans le passage, ordinairement très-brusque, d'un pendage au pendage inverse dans les plis successifs. Ajoutons que les axes des plis sont presque constamment inclinés vers le nord d'environ 6°. Beaucoup plus rarement ces lignes de flexion inclinent au sud. Dans les points où les deux inclinaisons opposées se rencontrent, ou pour mieux dire se succèdent, les couches, infléchies alors dans tous les sens, affectent la forme de *fond de bateau*, ayant leur convexité tournée soit vers le haut, soit vers le bas (4). »



Coupe verticale des couches d'anthracite de la Grande-Draye. — Echelle de 75 millimètres pour mille mètres, ou $\frac{1}{13333}$

(1) E. Roger, mém. cité, pag. 5 et 6.

La coupe *fig. 5*, réduite d'après celle de M. Roger, représente les replis des couches exploitées dans la concession de la Grande-Draye; les parties reconnues des couches 2 (grande couche), 3, 4 et 5 sont figurées en lignes pleines, et les raccordements présumés de ces couches sont indiqués par des lignes ponctuées. Cette coupe est faite suivant un plan vertical dirigé de l'ouest à l'est, c'est-à-dire perpendiculairement à la direction des couches, à travers la partie centrale de l'exploitation.



Coupe verticale des couches d'antracite du Psychagnard. — Echelle de 125 millimètres pour mille mètres, ou $\frac{1}{8000}$

La *fig. 6*, empruntée au même travail, représente les replis reconnus ou présumables des mêmes couches dans les mines du Psychagnard. Les accidents sont ici plus brusques, les couches plus inclinées, leurs inflexions plus fréquentes et d'une amplitude moindre; cette coupe est faite verticalement, suivant une direction brisée qui est en moyenne de l'O. N.-O. à l'E. S.-E., c'est-à-dire presque perpendiculaire à la direction moyenne des couches.

§ 36. — Les galeries poussées à travers bancs aux différents niveaux des mines du Psychagnard ont atteint d'un côté les calcaires du lias ou le grès particulier qui en forme

la base, de l'autre les schistes talqueux. Du reste, ces deux terrains, ainsi que les grès à anthracite, se voient bien à découvert et on peut étudier leurs relations d'une manière très-satisfaisante. Nous reviendrons plus loin sur celles des grès à anthracite et des calcaires du lias qui les recouvrent. Quant aux schistes talqueux, on peut en suivre le contact en descendant des mines au hameau du Cray; entre eux et les dernières couches de grès, la séparation est nette, et il paraît y avoir une discordance de stratification, une différence faible, mais réelle, d'inclinaison et de direction des couches.

Sur d'autres points on peut également bien voir cette superposition des grès à anthracite aux schistes cristallins, et la délimitation exacte de ces deux terrains n'est pas toujours facile. « On peut observer ces relations, dit M. Sc. Gras (1), au-dessus du chemin des exploitations de Sagneroux : la roche de contact est une *grauwacke* ou conglomérat à gros fragments, enveloppés dans une pâte schisteuse, ressemblant au schiste talqueux. Elle est dans cet endroit un véritable schiste talqueux dans lequel se trouvent disséminés des morceaux anguleux de quartz et d'un schiste semblable à celui de la pâte. Il y a de nombreux passages entre elle et les schistes talqueux purs par la diminution successive des fragments empâtés, qui finissent par disparaître. D'un autre côté, elle se lie à des grès quartzeux, aux roches arénacées du terrain à anthracite. En descendant le chemin de Sagneroux pour aller au carrefour de la Festinière, on observe des indices de la même *grauwacke* au milieu même des schistes talqueux; elle alterne avec eux et paraît s'y fondre insensiblement. »

§ 37. — On retrouve, dans diverses localités, cette liaison apparente plus ou moins intime entre les grès à anthracite et

(1) *Annales des Mines*, 3^e série, t. 16.

les schistes des terrains cristallisés, et des roches de passage, comme des assises de *grauwacke* à pâte schisteuse, semblables à celle dont nous venons de parler, que l'on est très-embarrassé pour rattacher soit aux grès à anthracite, soit aux schistes cristallins. Cela, du reste, n'a rien d'extraordinaire; et ces conglomérats à pâte schisteuse, talqueuse ou micacée, qui semblent se fondre insensiblement avec les terrains cristallisés, ont leurs analogues à la base du terrain houiller dans beaucoup de pays. Le petit lambeau houiller de la porte Serpaize, à Vienne, par exemple, consiste en grande partie en conglomérats de ce genre et est pincé dans un repli étroit de gneiss et schistes micacés, d'avec lesquels il est aussi difficile de le délimiter nettement que certains lambeaux des grès à anthracite des Alpes.

Grès du Valbonnais. — Le lambeau à anthracite d'Entraiques en Valbonnais peut être cité comme un des plus bouleversés et des plus étroitement liés aux terrains cristallisés par des roches de caractères mixtes. Les grès à anthracite proprement dits se montrent sur la rive gauche de la Bonne, à l'O. du hameau du Villard, et ils paraissent contenir plusieurs couches d'anthracite, à peu près verticales, dirigées vers le N. 40° E. en moyenne. Du côté de l'est ils sont adossés à des schistes talqueux, auxquels se trouve intimement associée une *grauwacke* grossière, à pâte schisteuse; cette roche forme le mamelon sur lequel est bâti le Villard. En revenant vers Entraiques, on ne voit, de l'autre côté de la Bonne, que des schistes talqueux ou micacés; mais, sous le village d'Entraiques, on retrouve la même association intime de schistes cristallins et de *grauwacke* à pâte schisteuse. Cette dernière roche semble contourner au nord le piton de gneiss et de schistes cristallins qui domine la rive gauche de la Bonne, et elle se montre encore comme roche de passage entre ces terrains et le grès à anthracite qui reparaît entre la Roche et les Engelas.

Il est bien difficile, dans une localité aussi bouleversée, de savoir si l'on doit regarder les grauwackes et les schistes qui leur sont associés comme la partie inférieure des grès à anthracite modifiée dans son aspect, ou comme se liant plus étroitement avec les terrains plus anciens, composés de gneiss et de schistes cristallins. Au point de vue pratique, et même d'après les probabilités qui nous ont paru les plus satisfaisantes, nous avons préféré limiter la teinte des grès à anthracite aux parties qui leur appartiennent incontestablement, et réunir les grauwackes grossières à ciment schisteux du Villard, d'Entraigues, etc., aux terrains cristallisés.

De l'autre côté de la vallée, les mêmes terrains se représentent. Une bande de grès à anthracite, partant du bourg de Valbonnais, se prolonge jusqu'en face d'Auris; d'un côté ces grès s'enfoncent sous le *lias*, dont les assises inférieures renferment des masses de *gypse*, des calcaires modifiés, et sont traversés par des filons de *spilite*; de l'autre, ces mêmes grès à anthracite s'appuient sur les roches qui forment le versant sud-ouest de la montagne de Quaro ou Pointe-d'Auris. On retrouve ici sur plusieurs points la *grauwacke* d'Entraigues, et surtout un grand développement de schistes noirs ou d'un gris foncé, très-fissiles, à feuillets plats, ressemblant à des ardoises, et dont la structure n'a rien de cristallin; leur pâte n'est formée que de sable quartzeux très-fin, de paillettes de mica et d'argile durcie. Ces schistes forment toutes les pentes sur lesquelles on monte de Valbonnais à la mine de *nickel*, que nous aurons l'occasion de citer plus loin, soit par Bourghenu, soit par le Péchaud; ils passent insensiblement aux schistes talqueux et aux gneiss qui constituent tout le reste de la montagne. Il serait impossible de tracer sur la carte une limite entre eux et les terrains cristallisés, et ce serait, du reste, sans intérêt au point de vue pratique. Ce qui est important à noter, c'est l'existence d'une grande épaisseur de schistes non cristallins, en couches régulières, formées évi-

demment par sédiment, se liant inséparablement avec les schistes cristallins et placés entre ceux-ci et les grès à anthracite. Nous allons voir un peu plus loin, dans l'Oisans, des faits à rapprocher de celui-ci.

Quand on examine la série des terrains en face d'Auris, on voit, comme l'a indiqué M. Sc. Gras (1), que les couches argilo-calcaires du lias forment la base de la pente; qu'elles sont surmontées par des masses de *gypse*, de calcaires altérés, entremêlés de *spilites*; ceux-ci par les grès à anthracite, et enfin, ces derniers par les *grauwackes* et les schistes qui se lient insensiblement aux terrains cristallisés. Mais on peut suivre ces terrains sans interruption, de là jusqu'à Valbonnais, où on les trouve, comme on l'a vu plus haut, superposés dans l'ordre habituel, les terrains cristallisés en dessous, les calcaires du lias en dessus et les grès à anthracite au milieu. L'ordre de superposition anomal observé à Auris est donc le résultat d'un *renversement* local des couches, qui, redressées d'abord jusqu'à la verticale, ont dépassé cette position et se sont repliées sur elles-mêmes. Nous verrons dans la suite d'autres exemples de pareils renversements locaux, qui sont fréquents dans tous les terrains des Alpes.

§. 38. — **Grès d'Aspres-lez-Corps.** — Le lambeau le plus méridional de grès à anthracite sur le versant ouest des Alpes centrales est celui d'Aspres-lez-Corps; il est peu étendu et très-bouleversé; cependant il paraît renfermer plusieurs couches d'anthracite dure. Du côté du nord-ouest, ce grès est en contact avec les terrains cristallisés schisteux; à l'est et au sud, il est en contact avec les calcaires du lias. Les rapports de superposition de ces trois terrains sont assez obscurs par suite du redressement à peu près vertical des couches et d'une

(1) *Mém. sur le terrain anthracifère des Alpes*, 1834, pag. 63.

grande faille qui les coupe presque perpendiculairement à leur direction, sur le versant de Brudours ; néanmoins, une étude attentive montre qu'il n'y a aucun enchevêtrement réel entre les assises des trois terrains, et que le grès à anthracite est également distinct et indépendant, et des terrains cristallisés et des calcaires du lias.

§ 39. — Revenons maintenant aux environs de la Mure, et suivons l'extension des mêmes terrains dans d'autres directions.

Grès des environs de Laffrey. — Les grès à anthracite du Psychagnard et de la Motte-d'Aveillans se prolongent vers le nord en une bande étroite resserrée entre les calcaires, à l'ouest, et les schistes talqueux de St-Théoffrey à l'est, et ils viennent aboutir à Petit-Chet, à l'extrémité sud du grand lac de Laffrey. De là ils continuent très-probablement par dessous le lac et reparaissent à son autre bout, passent sous le Lac-Mort et s'étendent dans la direction de Saint-Barthélemy. De Petit-Chet au déversoir du Lac-Mort, à droite et à gauche, les grès s'enfoncent sous les calcaires du lias, et nous reviendrons plus loin sur cette superposition ; mais en descendant du Lac-Mort dans la vallée de la Romanche, on peut étudier la superposition des grès aux schistes cristallins, et on reconnaît, comme l'a indiqué M. Gueymard (1), qu'il y a une séparation très-nette entre ces deux terrains et que les couches des grès sont moins voisines de la position verticale que les schistes talqueux sur lesquels ils s'appuient.

Grès de la chaîne de Belledonne. — De petits lambeaux de grès très-circonscrits sont semés sur divers points de la chaîne de Belledonne, de l'autre côté de la Romanche : l'un, à l'ouest de Séchilienne, s'élevant dans la direction de Prémol ; l'autre,

(1) *Statist. gén. de l'Isère*, t. 1, pag. 228.

au Clot-Chevalier, au-dessus des Chalanches ; un autre, enfin, sur la crête de Belledonne, non loin du dernier sommet accessible. Ils paraissent contenus dans de petits replis des couches des terrains cristallisés. Le lambeau du Clot-Chevalier contient une couche de 0^m3 d'épaisseur d'antracite, remarquable par sa dureté, sa cassure conchoïde et son éclat vitreux : j'ai trouvé dans le grès de belles empreintes de tiges de *calamites*, de très-grandes dimensions.

Une bande assez étendue et importante de grès à anthracite existe sur le revers occidental de la chaîne de Belledonne, et règne depuis Revel jusqu'en face des Adrets ; elle présente divers affleurements de combustible et a donné lieu à des tentatives d'exploitation sur les communs de Laval et de Sainte-Agnès. On croit y retrouver des couches correspondantes à celles du canton de la Mure ; mais jusqu'à présent l'antracite y est généralement friable et de mauvaise qualité. Ces grès, en couches fortement inclinées, s'appuient à l'est sur les schistes talqueux du flanc de la chaîne, sans se lier avec eux ; à l'ouest, ils s'enfoncent sous les calcaires noirs feuilletés du terrain du lias, qui forment toutes les collines cultivées, et ils se distinguent aussi complètement d'avec ces calcaires.

§ 40. — **Grès de l'Oisans.** — Après les grès à anthracite du canton de la Mure, les gisements les plus intéressants de ce terrain sont ceux de l'Oisans : ils présentent des circonstances particulières qui ont donné lieu à beaucoup d'observations et de discussions ; mais qui peuvent, à notre avis, s'expliquer d'une manière très-simple et n'infirmen en rien ce que nous avons dit en général du gisement de ces grès.

Les grès à anthracite de l'Oisans forment deux bandes étroites, en couches presque verticales dirigées du sud au nord et coupées perpendiculairement par la gorge de la Romanche et la route de Briançon, de part et d'autre du Freney. La bande occidentale, qui est la plus étendue, n'a pas plus de 150 mètres

de puissance (1); elle commence au rocher de Ferrarey, à l'ouest de Venosc, passe par le col des Mays, tout près du hameau de Bons, puis à l'est d'Auris, au-dessus du col de Cluy, au hameau du Gua, s'élève sur les montagnes d'Huez jusqu'au près du Lac-Blanc, et disparaît enfin sous les glaciers du versant occidental des Grandes-Rousses. Sur cette longueur de plus de 42 kilomètres, on rencontre diverses petites exploitations d'anhracite; le charbon est généralement dur, brillant et très-compacte; les grès renferment de nombreuses empreintes végétales.

Cette bande de grès est traversée par la route de Briançon, un peu à l'ouest de la galerie de l'Infernet, en dessous de l'entaille connue sous le nom de *Porte-Romaine*; là le grès à anhracite est intercalé en couches parallèles, entre deux séries de roches schisteuses appartenant aux terrains cristallisés. Il semble au premier abord inséparable de ces terrains, et quelques géologues, particulièrement M. Sc. Gras, ont pensé qu'en effet le tout ne formait qu'une seule et même suite continue de couches; qu'une partie des schistes cristallins s'était déposée réellement après et par-dessus les grès à anhracite; et que la structure cristalline que présentent actuellement les gneiss, les schistes micacés et talqueux, etc., résultait d'un *métamorphisme*, d'une transformation postérieure, qui se serait étendue à l'ensemble des dépôts, en épargnant toutefois l'assise que nous retrouvons encore à l'état de grès à anhracite non modifié. D'autres géologues, MM. Voltz, Gueymard (2), Favre (3), et plusieurs autres, partant du fait général de la superposition des grès aux schistes cristallins et de l'indépen-

(1) Sc. Gras, *Ann. des Mines*, 3^e série, t. 16; *Bull. de la soc. de Stat. de l'Isère*, 1^{re} série, t. 1.

(2) *Stat. gén. de l'Isère*, t. 1, pag. 220.

(3) *Sur les anhracites des Alpes; Mém. de la Soc. de phys. et d'hist. nat. de Genève*, t. 9, 1841.

dance reconnue entre ces deux terrains, ont pensé qu'il n'y avait ici qu'une exception apparente à cette loi, susceptible d'être expliquée par un plissement. Il suffit, en effet, de supposer que les grès ont été déposés en couches horizontales sur les schistes cristallins, sensiblement horizontaux eux-mêmes, puis que l'ensemble de ces couches a été relevé à droite et à gauche de manière à former un pli concave en forme d'U, et à être refermé complètement sur lui-même, comme un cahier de papier, ouvert et étalé sur une table, que l'on refermerait en relevant les deux moitiés. Nous partageons complètement cette dernière manière de voir; elle nous paraît même justifiée d'une manière péremptoire par l'examen attentif des variations qui se représentent exactement de la même manière dans les deux sens, à partir du milieu de la bande de grès.

§ 44. — En quittant la plaine du Bourg-d'Oisans, et suivant la route de Briançon (1), on traverse, à partir du pont Saint-Guillaume, à peu près perpendiculairement à leur direction, une série très-épaisse de roches schisteuses cristallines, dont les couches sont inclinées d'environ 70° vers l'est, et dirigées à peu près exactement du nord au sud. Ce sont des gneiss de structure variée, en général très-feldspathiques, micacés ou talqueux, parfois amphiboliques; on y trouve intercalées des couches de roches feldspathiques compactes ou *eurites*, plus ou moins schisteuses. A mesure qu'on avance vers l'est, en approchant du hameau de la Rivoire, les gneiss deviennent,

(1) Pl. I, fig. 2. — Coupe de la rive gauche de la Romanche, depuis le pont St-Guillaume jusqu'au Chambon, de l'O. 13° S. à l'E. 13° N.; éch. $\frac{1}{30000}$ environ (triple de celle de la carte de Bourcet). — La ligne RR présente la projection de la route; Y, terrains cristallisés; L, lias; h, grès à anthracite.

en général, plus feuilletés. Un peu au-delà de ce hameau, on rencontre, sur le bord de la route, un petit lambeau de calcaire magnésien, formant une nappe horizontale, posée sur les tranches des couches du gneiss. Puis on arrive à un contour de la route pour doubler un promontoire de gneiss, qui s'avance vers le nord, et de là, on suit une ligne rentrante qui conduit à l'entrée du tunnel de l'Infernet. C'est ici que se montre la série de couches qu'il faut examiner de près : la route les coupe et permet de les noter pas à pas. Ce sont d'abord des gneiss ordinaires, à feuillets micacés verdâtres, contournés autour des noyaux quartzeux ; puis, à partir du cap doublé par la route, on observe la série d'assises suivante (pl. I, fig. 10) : 1, gneiss feldspathique très-quartzeux ; — 2, gneiss plus feuilleté, passant au micaschiste, à feuillets satinés ; — 3, schistes micacés blanchâtres ou verdâtres, à feuillets droits et non ondulés ; — 4, schistes quartzeux, sorte de grès schisteux modifié ; — 5, schistes verts, satinés, non micacés, nullement cristallins, avec des vésicules transversales de quartz d'un éclat gras ; — 6, schistes tendres, plus foncés, bientôt noirâtres, très-fragiles ; — *h*, grès à anthracite, d'un gris foncé, très-micacé, immédiatement distinct des précédents, mais en stratification concordante avec eux. Ce grès, dont les couches deviennent, en général, de plus en plus schisteuses, se montre, sur une traversée de 80 mètres environ, jusqu'à une petite galerie ouverte sur le bord même de la route, et où l'on a trouvé des empreintes végétales et un peu d'anthracite. Au-delà de cette galerie, les couches de grès se reproduisent en sens inverse, sur la même épaisseur ; puis les six espèces de roches schisteuses mentionnées ci-dessus se retrouvent successivement, en ordre inverse, jusqu'à l'entrée du tunnel de l'Infernet, creusé dans le gneiss quartzo-feldspathique n° 1, qui passe à une sorte d'eurite (§ 30). A l'autre extrémité du tunnel, on rentre dans les gneiss ordinaires à feuillets micacés verdâtres, contournés autour de noyaux quartzeux ; jusqu'au Freney, on

traverse des variétés de ces roches qui rappellent entièrement celles que l'on a vues près de la Rivoire.

Il est clair que cette identité dans les détails de la coupe des assises de part et d'autre du centre de la bande anthraciteuse est une confirmation très-satisfaisante de l'hypothèse du repliement du terrain sur lui-même, tel que nous le représentons dans la fig. 2, pl. I. Les couches peu ou point cristallines qui encaissent, des deux côtés, le grès à anthracite, sont évidemment un terrain de sédiment ancien, distinct de la masse des terrains cristallisés auxquels il est lié par la succession continue et concordante des couches. M. Triger, avec qui j'ai eu l'avantage d'explorer cette localité, a été frappé de l'extrême analogie que présente la série de ces couches avec celles du terrain de transition modifié qui sert de base au terrain houiller de la Basse-Loire et de la Mayenne.

Cette intercalation du grès à anthracite, dans un pli étroit, entre deux rides saillantes des terrains plus anciens, paraît continuer, sur une certaine étendue, de part et d'autre de la gorge de la Romanche. Au sud de la route, on la voit très-bien en montant à Bons, par le sentier de la *Porte-Romaine*; on l'observe encore, suivant M. Gras, entre les villages de Bons et du Pontet. Mais bientôt la bande de grès, s'appuyant à l'ouest sur les schistes cristallins, est recouverte à l'est par les calcaires argileux du lias, jusqu'auprès de Venosc. Au nord de la Romanche, cette même bande de grès suit le flanc gauche du ravin de Combe-Gillarde, et là, c'est la zone occidentale de terrains cristallisés qui disparaît sous la nappe calcaire du plateau d'Auris, formé de lias en couches presque horizontales. Mais au Gua, le recouvrement calcaire est limité par la gorge de la Sarrène, parallèle à celle de la Romanche, et le grès à anthracite se voit encore flanqué des deux côtés de massifs de gneiss, mais enfermé dans un pli moins brusque et moins étroit que celui que nous avons reconnu sur la grande route.

§ 42. — A l'est du Freney, dans le défilé qui aboutit au Chambon, on traverse une autre bande de grès dont le gisement est tout à fait analogue à celui de la première et s'explique, suivant nous, de la même manière. En quittant le Freney, on voit succéder aux gneiss une série de roches schisteuses, qui rappelle complètement celle que nous avons énumérée ci-dessus ; on y retrouve particulièrement, avec le même développement, ces schistes verts, satinés, non micacés (n° 5), dont l'aspect est des plus caractéristiques. Sur ces schistes repose une série de couches de grès, *h*, d'environ 400 mètres d'épaisseur totale, généralement durs, compactes, à grains assez gros, souvent passant à l'état de poudingues ; on y voit des veinules d'anthracite et des empreintes végétales. Par dessus ces grès, toujours avec la même inclinaison à peu près, revient une série de schistes argileux, de schistes verts satinés, etc. La dernière couche de grès, au contact immédiat du terrain schisteux, est un conglomérat grossier. Toutefois, on trouve aussi, un peu plus loin, des conglomérats à pâte schisteuse, *i* (pl. I, fig. 2), qui rappellent entièrement les grauwackes d'Entraigues, et qui paraissent intercalés dans les schistes satinés eux-mêmes (4), et ne pouvoir en être séparés. Enfin, le tout est recouvert par des assises de schistes cristallins et de gneiss très-quartzeux, accompagnés d'eurites schisteuses, jusqu'au tunnel du Chambon, percé dans le gneiss proprement dit.

Les assises que nous venons d'énumérer sont toutes parallèles entre elles, et les grès semblent encore plus étroitement liés que ceux de la première bande charbonneuse avec les roches schisteuses qui les enclavent. Aussi M. Gras les a regardés comme faisant partie des terrains cristallisés, comme alternant réellement avec les schistes talqueux et les gneiss ; et M. Gueymard lui-même a exprimé une opinion semblable,

(4) Favre, mém. cité, p. 19 et fig. 3.

les classant sous le nom de *grauwacke*, et les regardant comme distincts des vrais grès à anthracite. Nous croyons, au contraire, avec M. Favre, dont le mémoire date déjà de dix-huit ans, avec M. Triger, en compagnie duquel nous avons revu cette localité, qu'il n'y a là qu'un nouveau plissement tout à fait analogue à celui de la Porte-Romaine; que les grès à anthracite étaient superposés au groupe des schistes satinés verts, etc.; que ceux-ci contenaient quelques assises de *conglomérats* (1), ou *grauwackes* à cimentschisteux; qu'ils reposaient à leur tour sur les schistes talqueux et micacés et les gneiss; et que toute cette série de couches a été relevée de deux côtés et repliée, refermée sur elle-même, comme nous le supposons dans la coupe, fig. 2, pl. 4.

Cette deuxième bande de grès présente moins de longueur que la précédente (1); elle commence un peu au sud de la gorge de la Romanche, et se prolonge vers le nord, en suivant à peu près l'arête culminante d'une montagne, entre les communes du Freney et de Mizoën. On la retrouve sur le chemin du Gua à Clavans, et au nord de ce chemin, elle devient de plus en plus épaisse et contient de petites couches d'anthracite et quelques empreintes végétales. Ces grès forment le fond et les deux versants d'un vallon où se trouvent les châteaux de *Pierre-Grosse*; à l'extrémité nord de ce vallon, ils disparaissent sous les glaciers des Grandes-Rousses. Sur cette étendue totale de 7 kilomètres en longueur, la bande de grès est constamment intercalée, comme dans la gorge de la Romanche, dans un repli des terrains cristallisés. Nous aurons l'occasion de signaler, dans les montagnes de la Chartreuse, des faits d'intercalation tout aussi complète que celle-là, dans des terrains où il est impossible de révoquer en doute l'ordre normal de succession des divers étages.

(1) Sc. Gras, *Ann. des Mines*, 3^e s., t. 16.

§ 43. — Résumons maintenant, le plus brièvement possible, les résultats qui se déduisent des faits que nous venons d'exposer :

1° Les grès à anthracite de l'Isère sont un terrain distinct des schistes talqueux ou micacés, des gneiss, etc., et généralement des roches comprises sous la teinte commune Y et la dénomination de *terrains cristallisés* ou *terrains primitifs* ;

2° Ils s'appuient sur les terrains cristallisés, et, en général, leurs couches ne sont pas parallèles aux feuilletés des schistes talqueux et des gneiss ; elles reposent sur les tranches de ces strates ; ce qui montre que les terrains cristallisés devaient être déjà légèrement redressés, disloqués et dénudés avant le dépôt des grès à anthracite, qui, du reste, sont formés entièrement de leurs débris ;

3° Cependant sur divers points, particulièrement dans l'Oisans et le Valbonnais, les grès à anthracite sont sensiblement parallèles aux gneiss et schistes cristallins ; et il existe alors, au-dessus de ceux-ci, une série plus ou moins épaisse de roches peu ou point cristallines, de caractères intermédiaires entre les terrains cristallisés et les grès. Ce sont des roches quartzo-feldspathiques ou *eurites*, des roches de quartz grenu, plus ou moins schisteuses, des *grauwackes* grossières ou conglomérats à pâte schisteuse, des schistes argileux à feuilletés satinés, verts, gris ou noirs, etc. Ces roches sont évidemment formées par sédiment, mais modifiées plus ou moins notablement ; elles ne contiennent ni anthracite, ni empreintes végétales. On peut penser qu'elles représentent, à un état de faible développement, une partie des terrains stratifiés antérieurs au terrain houiller et ordinairement désignés sous le nom de *terrains de transition*. Une grande partie des roches schisteuses cristallines, schistes talqueux ou micacés et gneiss divers, n'est peut-être que le résultat de modifications plus profondes dans la structure des assises de ces mêmes terrains sédimentaires

anciens. Mais, dans l'état actuel de nos connaissances, il serait impossible et sans intérêt, au point de vue pratique, de les séparer des terrains cristallisés proprement dits, et nous réunissons, sous la teinte commune Y, tout l'ensemble des terrains inférieurs aux grès à anthracite bien caractérisés.

4° Les grès à anthracite de l'Isère ont tous les caractères du terrain houiller proprement dit, tel qu'il est, par exemple, dans le département de la Loire et aux environs de Vienne. Rien n'empêche, à notre avis, d'admettre qu'ils ont été formés à la même époque que ce terrain et dans les mêmes conditions. Il est probable qu'ils n'ont pas recouvert partout les terrains plus anciens; ils se sont déposés dans des bassins plus ou moins étendus sur un fond légèrement accidenté, formé par les terrains cristallisés schisteux ou les terrains de transition déjà un peu disloqués et dénudés.

5° Depuis le dépôt des grès à anthracite, ces grès et les terrains plus anciens ont été profondément bouleversés, disloqués et plissés, de telle sorte que des lambeaux du terrain de grès sont souvent pincés dans des replis étroits des terrains inférieurs. Il s'est opéré aussi des dénudations considérables qui ont fait probablement disparaître les grès à anthracite d'une grande partie des points qu'ils recouvraient; le tout avant le dépôt du terrain du *lias*, dont les assises calcaires reposent indifféremment, en des points très-voisins, sur les terrains cristallisés ou sur les grès à anthracite, et le plus souvent sur les tranches des couches de ces terrains; celles-ci étaient déjà, par conséquent, redressées et rabotées par les érosions avant le dépôt des calcaires du *lias*.

§ 44. — Rien n'est plus frappant, dans les environs du Bourg-d'Oisans, que cette superposition du terrain calcaire du *lias* sur les tranches des couches presque verticales des schistes cristallins ou des grès à anthracite. Bien que d'énormes bouleversements aient eu lieu depuis la formation du *lias*, et

que ses couches soient aujourd'hui singulièrement disloquées, redressées et contournées, on les trouve encore à peu près horizontales dans leur ensemble, ou faiblement inclinées, dans le sol des plateaux d'Huez, d'Auris, du Mont-de-Lans, etc.; et de loin, de la grande route, par exemple, aussi bien que de près, on peut aisément apercevoir le contraste de leur position avec celle des strates des terrains sous-jacents. On peut aisément voir que les assises inférieures du terrain calcaire se sont moulées sur les aspérités d'un fond inégal, formé, en général, par les terrains cristallisés, çà et là par les lambeaux restants des grès à anthracite, les uns et les autres déjà profondément bouleversés, redressés, plissés, puis sillonnés et entamés par la dénudation.

§ 45. — Nous reviendrons encore plus loin sur ces rapports du terrain calcaire des Alpes centrales, du *lias* alpin, avec les grès à anthracite et avec les schistes de terrains cristallisés. Mais nous ne saurions trop insister sur la distinction absolue qu'il convient, suivant nous, d'établir entre ces trois ordres de couches, que nous regardons comme ayant été formés dans trois périodes géologiques distinctes. Dans l'opinion de plusieurs géologues, il n'en serait pas ainsi; les grès à anthracite et les schistes argilo-calcaires appartiendraient à une même période, à un seul et même *terrain*, et même les roches schisteuses cristallines, les schistes talqueux ou micaés, les gneiss, etc., auraient été formées aux dépens des uns et des autres; elles ne seraient que des schistes argilo-calcaires ou des grès à anthracite modifiés profondément, par métamorphisme, dans leur composition chimique et dans leur structure. Cette théorie nous paraît être en contradiction formelle avec l'ensemble des faits; et les quelques cas exceptionnels qui semblent lui donner raison, les enchevêtrements *apparents* des divers ordres de couches des Alpes centrales, s'expliquent, comme on vient de le voir, d'une manière toute naturelle.

Au point de vue pratique, la théorie dont nous parlons doit être aussi complètement repoussée. Si les terrains cristallisés d'une part, les schistes argilo-calcaires de l'autre, ne faisaient avec les grès à anthracite qu'un seul et même système de couches, enchevêtrées et diversement modifiées, on n'aurait plus le droit de condamner et de déclarer complètement illusoires les recherches d'*anthracite* tentées, soit dans les schistes talqueux et les gneiss, soit dans les schistes argilo-calcaires du lias.

Trop souvent de malheureuses tentatives de ce genre sont venues ou viennent encore donner raison au principe que nous soutenons, et on ne saurait trop répéter aux habitans de l'Oisans et autres cantons des Alpes centrales, toujours prêts à rechercher du charbon sur la foi des indices les plus vagues, qu'il n'y a aucun espoir raisonnable d'en rencontrer ailleurs que dans les *grès à anthracite*.

Il était donc essentiel de distinguer ces grès, sur la carte géologique, par une teinte spéciale; je ferai seulement observer qu'il est possible que dans les replis des terrains cristallisés, il existe encore quelques lambeaux de ces grès qui m'ont échappé et qui devront être indiqués à leurs places respectives, à mesure qu'ils seront reconnus. Il en existe probablement sur divers points du massif des Grandes-Rousses, dans les montagnes entre Mont-de-Lans et Saint-Christophe, dans le fond du Valjouffrey, etc. Mais il y a peu d'espoir de rencontrer de l'anthracite exploitable dans des localités aussi reculées et aussi bouleversées.

GRÈS D'ALLEVARD.

§ 46. — Des grès d'un aspect particulier s'observent à Allevard, au lieu dit le *Bout du Monde*, où ils sont exploités comme pierres réfractaires pour la chemise des hauts-fourneaux. Ces grès, les uns à gros grains, les autres à grains

fins et même schisteux, présentent des couleurs variées : ils sont blancs, jaunâtres, rougeâtres ou d'un vert pâle ; et les gros bancs sont séparés par des lits minces, argilo-sableux, verts, rouges ou violacés. Les gros bancs sont presque entièrement formés de grains de quartz pur ; toutefois, à la partie inférieure, on trouve des couches de conglomérats de structure grossière, dans lesquels on reconnaît encore des fragments de schistes talqueux. Les lits minces intercalés sont formés de sable quartzeux fin, d'argile et de paillettes de mica.

La composition de ces grès et la variété de leurs teintes leur donnent une grande analogie d'aspect avec les *grès bigarrés*, ou généralement les grès du terrain de trias. M. Fournet a signalé cette analogie et pense qu'en effet les grès d'Allevard pourraient être rapportés à cette partie de la série des terrains. Comme on va le voir par les détails suivants, nous sommes assez disposés à adopter cette opinion.

Les grès du *Bout du Monde* sont en couches inclinées de 50 à 60° et dirigées en moyenne vers le N. 28° E. Ils s'appuient contre les schistes talqueux, à travers lesquels débouche le Bréda : ces schistes sont en couches presque verticales, plongeant toutefois sensiblement à l'ouest, dirigées vers le N. 40° O., à quelque distance en amont, et exactement vers le nord au contact des grès. Ainsi, les couches de grès ne sont point parallèles à celles des schistes talqueux ; il y a discordance et discontinuité évidente entre ces deux ordres de couches.

Au-dessus des grès, vient le terrain des calcaires noirs feuilletés du lias, formant les parois de la gorge d'Allevard. Le contact précis de ces deux terrains n'est pas aussi net que le précédent, parce que la partie inférieure du lias consiste ici en des masses peu distinctement stratifiées et en grande partie éboulées, de calcaires magnésiens, de *gypse* et d'*anhhydrite*, que l'on retrouve des deux côtés de la gorge. Cepen-

dant, si l'on entre dans les carrières souterraines du gypse, on y voit des strates peu inclinées de calcaires magnésiens buter contre des couches de grès fortement redressées. (Sc. Gras, *Ann. des mines*, 3^e s., t. 16). Du reste, il est aisé d'embrasser d'un coup-d'œil, surtout sur la rive gauche, et de suivre jusqu'à Allevard la stratification des assises calcaires du lias, qui est très-régulière; elles sont inclinées en moyenne d'environ 20°, plongeant à l'O. N. O. et dirigées sensiblement, comme les grès eux-mêmes, vers le N. 28° E.

La coupe ci-jointe fig. 7, représente la disposition relative

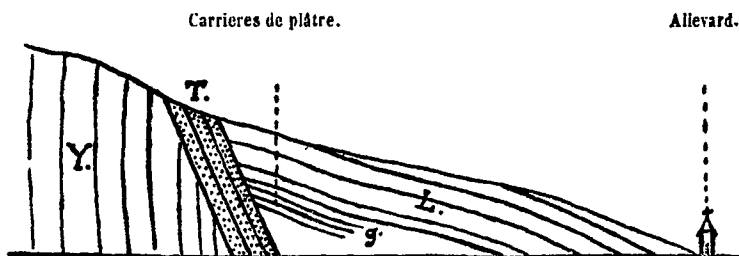


Fig 7 — Coupe de la gorge d'Allevard (rive gauche); du S. E. au N. O.

des trois terrains, les calcaires du lias L, avec le gypse g, les grès T et les schistes talqueux Y, telle que nous venons de l'exposer. Il est évident, d'après cela, que les grès d'Allevard sont indépendants du lias qui les recouvre, aussi bien que des schistes talqueux qui leur servent de base.

§ 47. — Cette bande de grès se prolonge au nord et surtout au sud de la gorge d'Allevard, en conservant les mêmes relations avec les deux terrains qu'elle sépare. On la retrouve à la Tailla et à la Croix-Reculet, où les galeries des exploitations de fer spathique ont souvent leur entrée dans ces grès.

On les retrouve avec un développement bien plus grand, un peu plus au sud, sur les sommets de la chaîne qui sépare

Theys de la Ferrière ; ils y sont en discordance complète avec les schistes talqueux. La coupe fig. 8 montre la manière dont

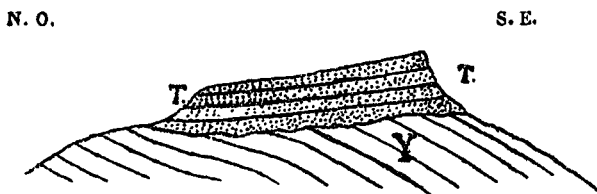


Fig. 8. — Profil transversal de l'un des sommets du Crêt des Violettes, entre Theys et la Ferrière

a lieu cette superposition des grès sur les tranches des couches de schistes talqueux au premier mamelon de grès que l'on rencontre sur la crête en venant du nord, presque exactement à l'ouest du bourg de la Ferrière. De ce point jusqu'au-delà du col de Merdaret, les grès forment un revêtement complet sur la partie supérieure de la montagne. On rencontre sur plusieurs points, entre le signal et le col, des lambeaux de calcaires magnésiens cellulaires jaunâtres, ou *cargneules*, qui paraissent intercalés dans les grès et faire partie de ce terrain.

Les couches de grès sont presque horizontales sur la crête ; elles forment un dôme arrondi, plongent légèrement à l'ouest-nord-ouest sur le versant de Theys, mais sans descendre beaucoup, et, d'autre part, elles plongent à l'est-sud-est, dans la gorge de Vaugelaz, sur le versant de la Ferrière. Dans le haut de cette gorge, on trouve encore, sur la gauche en descendant, des *cargneules* associées aux grès, et sur la droite, des grès schisteux et des schistes argileux onctueux très-feuilletés, de teinte noire, ne faisant aucune effervescence avec les acides. On y a trouvé de petites veines de mauvaise houille ; je n'y ai aperçu aucune trace d'empreintes végétales.

Cet ensemble de couches, dont l'épaisseur totale est d'au moins 150 mètres, ne me paraît avoir aucune analogie avec les grès à anthracite qui sont cependant non loin de là, à la Bou-

tière, commune de Laval, avec leurs caractères ordinaires et de l'anthracite exploitable. Plusieurs géologues, et particulièrement M. Gueymard, ont considéré ces grès et ceux d'Allevard comme des grès à anthracite modifiés; mais les caractères que nous venons de signaler me portent à les regarder, au moins provisoirement, comme un terrain à part, et conviendraient du reste très-bien au terrain du *trias* dont M. Fournet pense qu'ils sont les représentants.

Sur la rive droite du torrent de Vaugelaz, ce terrain s'enfonce sous un revêtement de marnes noires schisteuses, de schistes argilo-calcaires et de calcaires très-magnésiens, contenant une grande couche de gypse blanc, nettement stratifiée. Ce nouveau système de couches appartient, selon toute apparence, au terrain du lias; on le retrouve, reposant immédiatement sur les schistes talqueux, à l'est du bourg de la Ferrière, où il renferme encore du gypse, comme dans la gorge d'Allevard.

§ 48. — A l'est d'Allevard, la formation des grès qui nous occupent est encore plus développée. Elle constitue une sorte de coin serré dans un repli des terrains cristallisés, entre les Envers et le lac du Collet. En suivant l'arête culminante entre le vallon du Collet et la combe de Veyton, depuis le chalet des Mollies jusqu'au sud du lac, on peut étudier la série très-complexe des assises de ce terrain, dont les grès de la gorge d'Allevard ne donnent qu'une idée fort incomplète. Il se compose principalement de grès de structures très-diverses; les uns blancs, purement quartzeux, à grains fins ou moyens, d'autres argileux et micacés, rougeâtres ou violacés, etc. On y remarque des grès grossiers ou conglomérats quartzeux et des conglomérats à fragments volumineux de gneiss et de schistes talqueux fortement tassés et unis par un ciment siliceux. Ces roches, dont le gisement a été signalé pour la première fois par M. Chaper, ont été désignées par M. Gueymard

et M. Sc. Gras sous le nom de *grawwackes*. Ces grès et ces conglomérats alternent avec des argiles feuilletées, onctueuses, micacées, ressemblant parfois à des schistes talqueux, et avec des argiles schisteuses noires, tendres, qui ne font aucune effervescence avec les acides. Enfin, près du lac du Collet, et d'autre part, en descendant sur les Envers, des couches de *cargneule* (calcaire magnésien cellulaire, jaunâtre), sont manifestement intercalées dans ce terrain. La coupe fig. 5, pl. I, me paraît représenter exactement la disposition des couches de ce terrain T et celle des schistes talqueux y" sur lesquels il s'appuie au Bout-du-Monde et avec lesquels il serait replié en forme de V dans la crête du Collet, de manière à y former une] sorte de coin, intercalé, en apparence, dans la série des terrains cristallisés.

§ 49. — Il est impossible de se refuser à reconnaître des caractères particuliers dans cette formation de grès des environs d'Allevard. Les *cargneules*, les argiles schisteuses, les teintes bigarrées des grès, distinguent clairement ce terrain d'avec les grès à anthracite, et je ne suis pas disposé à le considérer, avec M. Gueymard, comme un prolongement de ces grès, modifiés dans leur aspect habituel. Sur la *Carte géologique de la France*, il est indiqué comme jurassique, comme une dépendance du lias; je serais moins éloigné d'adopter cette classification. Toutefois, on ne saurait méconnaître la différence qui existe entre cet ensemble de couches et le lias entièrement argilo-calcaire des mêmes localités, l'indépendance qui paraît exister entre ces deux terrains dans leur distribution topographique, dans les allures de leurs couches, qui ne sont pas concordantes ni parallèles.

Les calcaires du lias, dans le canton d'Allevard, reposent indifféremment, en des points très-rapprochés, sur ces grès ou sur les terrains cristallisés; ils se sont déposés dans un bassin bien autrement étendu, sans doute, que celui des grès, et dont

le fond était formé par ceux-ci et par les schistes talqueux, les uns et les autres déjà disloqués, inclinés et entamés par les érosions.

Il résulte de là que les grès d'Allevard doivent être, au moins provisoirement, distingués des grès à anthracite et aussi du lias; en raison de leurs caractères spéciaux, nous leur avons consacré sur notre carte une teinte particulière.

On ne saurait manquer d'être frappé de la grande analogie d'aspect qui existe entre les roches de ce terrain problématique et celles du terrain de trias dans l'est et le sud de la France; et, avec M. Fournet, on peut bien être tenté de le rapporter à ce terme de la série géologique. Toutefois, cette classification n'aura de base sérieuse que si on parvient à découvrir dans les grès d'Allevard des fossiles déterminables. Je tiens de M. Chaper que des empreintes végétales y ont été rencontrées autrefois dans les galeries de la Tailla; il serait très-important pour la géologie alpine que ces empreintes pussent être retrouvées et déterminées spécifiquement.

Les grès grossiers, dits *grauwackes*, que l'on rencontre en blocs épars, et en place, sur quelques points, dans les gorges de Saint-Hugon et de Veyton, nous paraissent, comme ceux de la crête du Collet, appartenir à ce terrain (1). Il en serait probablement de même des blocs qu'on trouve au nord de Pinsot, sur la pente du Crêt de Montmayen. Les bois et la grande quantité de débris qui couvrent ces montagnes empêchent de voir sur d'autres points la coupe très-nette que nous avons suivie sur la crête du Collet; mais je crois que la disposition des couches indiquées dans la fig. 5, pl. 1, subsiste de la même manière depuis Pinsot jusqu'à Saint-Hugon. Dans tout cet intervalle le terrain des grès d'Allevard for-

(1) On les emploie à Allevard pour faire des meules.

merait une sorte de coin, serré dans les schistes cristallins, comme le grès à anthracite de l'Oisans dont nous avons parlé plus haut.

TERRAIN DU LIAS.

§ 50. — Ce terrain, représenté par la teinte L, couvre des espaces immenses et entoure à peu près de toutes parts les massifs de terrains cristallisés. Il se compose presque entièrement d'une énorme série de couches de *calcaires* plus ou moins feuilletés, contenant des proportions variables d'argile et de sable fin, et colorés en noir bleuâtre par une matière carbonneuse et du sulfure de fer intimement disséminé. La teinte noire des roches est générale et fait distinguer ce terrain de très-loin, dans toutes les parties des Alpes centrales. La structure feuilletée existe dans la plus grande partie des couches; elles se débitent en grandes pierres plates ou *lauzes* et en plaques employées comme ardoises grossières (Allevard; Montchaboud, près Vizille, etc.). La proportion d'argile y est, en général, d'autant plus grande que la structure est plus feuilletée, et on peut très-justement caractériser ces roches par le nom de *schistes argilo-calcaires*.

La structure feuilletée se montre souvent dans un autre sens que celui de la stratification; beaucoup de calcaires argileux du lias présentent ainsi une disposition à se fendre dans deux ou trois sens différents. Leur masse est traversée par des fendillements réguliers, des plans de division parallèles, souvent plus marqués que les joints mêmes des couches et qui peuvent induire en erreur sur le vrai sens de la stratification. Ainsi dans la gorge d'Allevard, les calcaires du lias sont en couches inclinées d'environ 20°, plongeant vers l'aval ou à l'O.-N.-O.; mais ils sont traversés par des fendillements réguliers, inclinés d'environ 50° dans le sens opposé. Dans

la gorge de la Romanche, dite de *l'Étroit*, en aval de Vizille, on observe un fait analogue; les véritables joints des couches sont presque verticaux et ils sont coupés par des plans de division inclinés régulièrement d'environ 45°.

§ 54. — **Ardoises du lias.** — Dans l'Oisans, le Valbonnais, le Valgaudemar, etc., les schistes argilo-calcaires du lias sont en général très-argileux et d'une fissilité extrême, et ils sont exploités comme *ardoises* dans un grand nombre de localités (toutes les communes de l'Oisans, la Grave, Valbonnais, Valjouffrey, la Salette, Navette, etc.). Ces ardoises sont de qualité très-variable; elles contiennent généralement en trop grande abondance deux principes nuisibles à leur conservation, le carbonate de chaux et le sulfure de fer; elles sont d'autant meilleures que ces deux principes altérables s'y trouvent en proportions moindres et que le grain de l'ardoise est plus fin et plus serré.

Le feuilletage ou *clivage* ardoisier est souvent dans un autre sens que celui de la stratification. Dans les hauteurs qui environnent la plaine du Bourg-d'Oisans, les feuillets des ardoises sont presque toujours à peu près verticaux, tandis que les couches mêmes du terrain sont extrêmement contournées et passent par toutes les inclinaisons possibles, comme on le voit aisément dans les belles coupes naturelles qui se dessinent sur les deux flancs de la vallée. Alors les plans de *clivage* traversent, tantôt à peu près perpendiculairement, tantôt très-obliquement, une série de couches parallèles. Souvent les schistes ardoisiers renferment des corps organisés fossiles, particulièrement des *bélemnites*, qui se trouvent eux-mêmes coupés en plusieurs tranches par le clivage général de la masse: les bélemnites sont alors partagées en nombreux tronçons, qui souvent ne sont plus sur une même ligne droite, ressoudés entre eux par du calcaire spathique blanc.

Ces faits montrent évidemment que la production des plans

de division dans un sens différent de la stratification, la production du *clivage ardoisier*, n'ont eu lieu que postérieurement au redressement des couches du lias et aux plissements compliqués qu'elles ont subis, lors du soulèvement des Alpes centrales. Ces couches argilo-calcaires ont été formées horizontalement, par sédiment au sein des mers; tant qu'elles ont été submergées, elles sont restées imprégnées d'une certaine quantité d'eau et à l'état de vase plastique. Lorsque l'écorce du globe s'est disloquée et ridée pour former les chaînes des Alpes, elles étaient encore à cet état de mollesse, et elles ont pu se prêter aux contournements les plus multipliés et les plus brusques; mais en même temps, elles ont dû éprouver dans leur ensemble des modifications de structure: compression dans le sens perpendiculaire aux plis, étirement dans le sens des plis mêmes; elles se sont consolidées en se desséchant et il s'est produit dans leur masse des facilités de division ou des fentes par retrait, coordonnées à ces actions mécaniques. Le clivage ardoisier est, en général, orienté dans le sens des chaînes, dans le sens des plis; les plans de division en grand sont orientés tantôt dans ce sens, tantôt dans un autre à peu près perpendiculaire.

§ 52. — Par suite de leur composition chimique et de leur structure plus ou moins schisteuse et fendillée, les roches du terrain de lias sont en général peu consistantes, s'éboulent facilement et offrent beaucoup de prise aux agents d'érosion: la gelée, les eaux pluviales, les torrents surtout, les dégradent incessamment; et rien n'est plus frappant que ces énormes ravins noirs, creusés dans les schistes du lias, que l'on rencontre à chaque pas dans toutes les parties des Alpes où ce terrain existe. Sous ce rapport, ce terrain diffère encore complètement des terrains cristallisés qui se dégradent fort peu, et d'autant moins que leur structure est moins schisteuse. La dégradation des schistes du lias est incessante par-

tout où ils sont exposés aux agents extérieurs ; elle ne cesse que lorsqu'ils sont protégés par une couche épaisse de terre, fixée par une végétation vivace ; et cette dégradation recommence inévitablement partout où la terre végétale vient à disparaître par suite des déboisements ou de l'abus des défrichements et des pâturages.

Quand il est couvert de terre végétale, le lias forme un sol frais et fertile, sur lequel se trouvent l'immense majorité des cultures et tous les beaux pâturages de la région qui nous occupe. Il constitue des collines ou des montagnes aux formes arrondies, presque entièrement cultivées, boisées ou gazonnées, qui tranchent de loin avec l'âpreté, l'aspect rugueux et la stérilité à peu près générale des terrains cristallisés. Les collines de la rive gauche de l'Isère, depuis la frontière jusqu'à Grenoble, les collines d'Allevard, de Theys, d'Uriage, etc., sont de bons types de ces formes arrondies. Les grands pâturages alpestres de l'Oisans, tels que le Lautaret, les Prés de Paris, l'Alpe du Mont de Lans, les prairies d'Huez, sont tous formés par le lias ; il en est de même de ceux du Valjouffrey, du Beaumont, du Valgaudemar, etc.

§ 53. — Le lias repose tantôt sur les roches schisteuses des terrains cristallisés (schistes talqueux, gneiss, etc.), tantôt sur les grès à anthracite ou les grès d'Allevard ; souvent, sur des points très-rapprochés, on le voit recouvrir indifféremment ces divers terrains. De plus, comme nous en avons déjà cité diverses preuves (§§ 44, 46), il repose souvent sur les tranches des couches de ces terrains. Le dépôt du lias s'est donc produit dans un vaste bassin, dont le fond était formé par ces divers terrains plus anciens, déjà redressés, disloqués et dénudés plus ou moins profondément.

Les assises inférieures du lias présentent, en général, des caractères particuliers. Souvent la base en est formée par des couches de *grès* ou de *conglomérats* plus ou moins grossiers

composés de débris de roches des terrains cristallisés. Ces grès se distinguent très-bien des grès à anthracite, lors même qu'ils reposent sur ces derniers, comme nous en avons cité précédemment des exemples (§§ 35, 36). Souvent, dans ces grès du lias, le ciment qui relie les grains siliceux est en partie calcaire et fait effervescence avec les acides. Ces grès et conglomérats contiennent, dans beaucoup d'endroits, une grande quantité de *pyrite*, qui, en s'altérant au contact de l'air, se transforme en oxide de fer hydraté, ou en sous-sulfate de fer. Les grès de la base du lias n'ont généralement qu'une très-faible épaisseur; rarement elle s'élève à une vingtaine de mètres; ordinairement ils se réduisent à une ou deux couches, ayant environ un mètre chacune; et dans la plupart des localités, ils manquent complètement.

Les premières couches calcaires sont en général compactes ou un peu cristallines, et n'ont pas la structure schisteuse des assises qui viennent au-dessus. Ce sont des calcaires gris, devenant souvent jaunâtres par l'action de l'air, compactes, d'une grande densité, et presque toujours plus ou moins magnésiens. Dans beaucoup de localités; ce sont de véritables *dolomies* argilo-sableuses; et quelquefois même la proportion de carbonate de magnésie, par rapport à celle du carbonate de chaux, s'élève au-delà d'un équivalent chimique, au-delà de celle de la dolomie proprement dite. Ces calcaires magnésiens de la base du lias contiennent aussi, en général, un peu de carbonate de fer, et c'est l'altération de ce principe au contact de l'air qui les fait passer du gris à une teinte jaunâtre. Ils ont souvent une structure bréchiforme, ou même ils sont de véritables brèches, fendillées en tout sens et formées de fragments anguleux reliés par un ciment calcaire, qui est ordinairement moins magnésien que les fragments eux-mêmes. M. Gueymard a donné un grand nombre d'analyses de ces calcaires magnésiens et dolomies, pris à la base du lias, près du contact des gneiss ou des schistes talqueux sur lesquels ils

reposit (*Stat. gén. du dép. de l'Isère*, t. 1., p. 271-297); je ne puis mieux faire que d'y renvoyer le lecteur.

Les calcaires magnésiens compacts, situés à la base du lias, sont moulés sur les inégalités du sol de gneiss ou de schistes talqueux sur lequel ils se sont formés. Souvent des lambeaux isolés de ces assises inférieures subsistent sur les flancs des chaînes granitiques, et tout le reste du terrain calcaire a été emporté par la dénudation. Elles forment alors sur la surface des terrains cristallisés des nappes peu épaisses qui ressemblent, au premier coup d'œil, à des nappes de tuf ou même à des coulées de lave. Les calcaires magnésiens ont pris alors une teinte jaunâtre générale, par leur altération à l'air, et ils sont souvent à l'état de *cargneules*, c'est-à-dire cellulieux, ressemblant, en apparence, à des tufs ou à des scories, ce qui tend à compléter l'illusion. Les flancs des Grandes-Rousses sont remarquables sous ce rapport; et ces lambeaux de calcaires moulés sur les aspérités des roches de gneiss ont suggéré autrefois à M. Dausse des idées théoriques qui ne sont plus admissibles aujourd'hui (1).

Comme exemple de la position du lias sur les tranches des couches redressées des terrains cristallisés et de la structure des couches inférieures de ce terrain, nous ne saurions mieux faire que d'emprunter à un mémoire célèbre de M. Elie de Beaumont (2) les détails suivants :

« Un peu au nord du hameau des Freaux (commune de la Grave), au haut d'un talus cultivé qui borde la vallée de la Romanche, s'élève des escarpements dont la partie inférieure, un peu à l'est de la

(1) *Essai sur la forme et la constitution de la chaîne des Rousses.* (*Mém. de la Soc. géol. de France*, t. 2, pag. 150; extrait dans *Bull. de la Soc. de stat. de l'Isère*, 1^{re} s., t. 1).

(2) *Annales des Mines*, 3^e s., t. 5.

cascade que forme le torrent du Ga, est formée de gneiss, de granite à petits grains et d'une roche schisteuse verdâtre un peu amphibolique. La stratification de ces roches se dirige au nord 20° est et plonge de 70° à l'ouest-nord-ouest (fig. 9, Y). Sur leur surface repose, dans la partie supérieure des mêmes rochers, un grès très-dur, blanchâtre et à peine stratifié (n° 1), composé de grains amorphes de quartz et de quelques cristaux de baryte sulfatée réunis par un ciment assez fortement effervescent et composé en partie de spath calcaire. Ce grès, que la présence de la baryte rapproche déjà de l'*arkose* de la Bourgogne, occupe ici la même place que ce dernier, tant par rapport aux roches primitives qui le supportent que par rapport au système secondaire qui le recouvre, système dont les assises inférieures me paraissent contemporaines du calcaire à gryphées arquées.

« Immédiatement au-dessus de cette roche arénacée se trouve un calcaire gris sub-saccharoïde (n° 2) d'un grain très-serré, qui se fond avec le grès à son point de contact avec lui, et qui, ne présentant qu'une faible épaisseur, est bientôt remplacé lui-même par un calcaire saccharoïde d'un grain plus lâche, qui forme un banc assez puissant (n° 3). Ce banc de calcaire cristallin se distingue dans l'escarpement par la teinte très-noire que le contact prolongé de l'air a fait prendre à sa surface. Il est immédiatement recouvert par un calcaire moins cristallin (n° 4), dont la surface a pris une teinte moins sombre. Au-dessus se trouve une assise peu épaisse d'un calcaire compacte gris, contenant différents débris de fossiles (n° 5). Ce dernier banc est recouvert par une assise d'un schiste noir très-fissile (n° 6), sur lequel repose un calcaire compacte gris, schistoïde, dont les feuilletts sont couverts d'un enduit micacé ou talqueux, d'un gris argenté, soyeux (n° 7). Ce calcaire contient un grand nombre de bélemnites et d'encrines circulaires et pentagonales.....

« Ces couches calcaires sont surmontées par une assise assez épaisse d'un calcaire très-schisteux (n° 8), que recouvre un schiste noir encore plus fissile (n° 9), dépourvu de fossiles. Ces dernières couches forment le

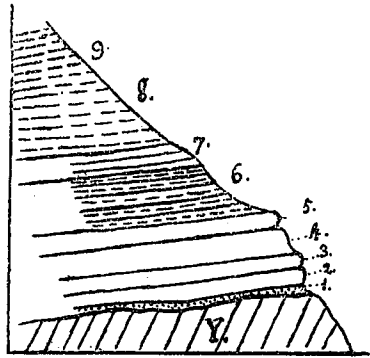


Fig. 9. — Coupe du coteau des Freaux, près la Gravo (d'après M. Elie de Beaumont).

commencement d'une série excessivement épaisse de schistes argileux, de schiste argilo-calcaires noirs, de calcaires et de grès qui constituent toutes les montagnes au nord de la Grave, du Villard d'Arène et du col du Lautaret, et qui paraît se rapporter en entier au terrain jurassique. »

§ 54. — **Fossiles du lias.** — Le terrain du lias est caractérisé dans les Alpes par des fossiles, en général peu abondants, sauf quelques localités particulières. Les plus répandus sont les bélemnites, que l'on trouve sur un grand nombre de points, mais qui sont ordinairement très-difficiles à détacher de la roche et peu déterminables comme espèces; cependant elles appartiennent certainement à des types caractéristiques du terrain du lias. Les unes, assez grosses et coniques, paraissent se rapporter au *Belemnites paxillosus*, Voltz; les autres, plus communes encore, de forme grêle et très-allongée, au *Belemnites elongatus*, Miller.

Les fossiles caractéristiques du *lias inférieur* (étage du calcaire à *gryphée arquée*) n'ont encore été signalés d'une manière positive que sur un point, au mont Rachat, commune du Mont-de-Lans, en Oisans, par M. Scipion Gras. On y trouve plusieurs espèces d'ammonites bien déterminables: *Ammonites bisulcatus*, Brug.; *A. stellaris*, Sow.; *A. kridion*, Hehl.; *A. rotiformis*, d'Orb.; *A. Scipionianus*, id.; et le *Belemnites paxillosus*, Voltz. Ces fossiles sont dans les schistes argilo-calcaires ardoisiers, et le point où on les trouve est peu éloigné du contact des terrains cristallisés, sur lesquels le lias repose régulièrement. On peut admettre, d'après cela, qu'une partie des schistes ardoisiers du lias de l'Oisans appartient au *lias inférieur*.

Sur d'autres points du même canton, à la Gardette, à la Paute, au col d'Ornon, on trouve beaucoup de bélemnites qui se rapportent aux deux types cités plus haut, et avec elles quelques ammonites mal conservées qui semblent se rapprocher des espèces les plus fréquentes dans le

lias moyen (*Ammonites spinatus*, Brug., par exemple).

On trouve aussi des bélemnites de formes grêles et allongées (*B. elongatus*?) dans les schistes argilo-calcaires d'Uriage-les-Bains, de Vizille (Château-de-Paille), de Champ (pont des carrières), du pont de Cognet, de Champoléon, de Navette, du Villard-d'Arène, de la Grave, etc.

Dans les calcaires noirs de la gorge d'Allevard, on rencontre des ammonites déformées, devenues elliptiques; je n'en connais pas d'exemplaires bien déterminables; cependant elles paraissent se rapprocher beaucoup, soit de types du lias inférieur, tels que *Ammonites kridion*, Hehl., soit d'espèces du lias moyen, par exemple, *Ammonites Valdani*, d'Orb.

Un peu plus au nord, en Savoie, aux environs de la Rochette, on trouve des ammonites bien conservées, dans des rognons de calcaire marneux faisant partie des schistes argilo-calcaires du lias; ce sont des espèces du lias supérieur (1).

On voit d'après cela qu'il serait difficile, dans l'état actuel de nos connaissances, de partager en plusieurs étages distincts l'ensemble des schistes argilo-calcaires qui forment le terrain du lias. L'aspect des roches est le même sur toute l'énorme épaisseur de ce terrain; les fossiles qu'on y trouve paraissent indiquer, sur divers points, l'existence des trois étages qu'on distingue habituellement dans le lias; mais ces fossiles sont trop rares pour qu'il soit possible de reconnaître et de tracer les limites respectives de ces trois étages.

§ 55. — Lias des environs de la Mure. — La distinction

(1) *Ammonites heterophyllus*, Sow.; *A. Raquinianus*, d'Orb.; *A. concavus*, Sow.; *A. complanatus*, Brug.; *A. cornu-copiae*, d'Orb.; *A. fimbriatus*, Sow.; *Inoceramus cinctus*, Goldf. ? *Posidonomya*... Montagne de la Table, près la Rochette (musée de Chambéry, M. L. Pillet).

des divers étages du lias est un peu plus nette dans les cantons de la Mure et de Corps.

On exploite à Laffrey, comme pierre de construction et aussi comme marbre, un calcaire gris, grenu et sublamellaire, dont la cassure montre souvent beaucoup de parties mi-roitantes, circulaires ou pentagonales, qui ne sont autre chose que des débris fossiles d'*encrines* et de piquants d'*oursins*.

Ce calcaire de Laffrey renferme divers fossiles bien connais-sables : *Spiriferina Hartmanni*, d'Orb.; *Terebratula numismalis*, Lam.; *Rhynchonella variabilis*, d'Orb.; *Gryphæa cymbium*, Lam.; *Lima punctata*, Desh.; *Belemnites paxillosus*, Voltz; *Ammonites margaritatus*, d'Orb.? Toutes ces espèces sont caractéristiques du *lias moyen*, et le *calcaire de Laffrey* peut être considéré comme un horizon géologique qui correspond bien positivement à cette partie du lias.

Ce calcaire est stratifié très-nettement, en couches peu inclinées, et forme une assise de 7 à 8 mètres d'épaisseur. Au bord du grand lac de Laffrey, on aperçoit au-dessous quelques bancs de brèches contenant des fragments de *dolomie* et de schistes argileux noirs, qui semblent être des roches du lias inférieur; puis un banc de grès à gros grains, d'environ un mètre d'épaisseur, composé de fragments de quartz et autres débris des terrains cristallisés. Ces couches sont parallèles au *calcaire de Laffrey*, dont elles forment la base, et l'ensemble repose, au bord du lac, sur les tranches de couches beaucoup plus inclinées de *grès à anthracite*.

Entre les carrières de Laffrey et le lac Mort, les calcaires coquilliers du lias moyen, en bancs peu inclinés, reposent sur des calcaires magnésiens bouleversés, dans les fractures des-quels sont les amas irréguliers de *blende*, de *galène* et de *bournonite* de la Peyreire, la Longerolle, etc. Ces calcaires magnésiens renferment beaucoup de débris roulés d'*anthracite dure*. Au bord du lac Mort, le tout s'appuie sur les *grès*

à anthracite, ou même directement sur une petite saillie de schistes talqueux.

D'autre part, sur la grande route, au bas du village de Laffrey, on voit de gros bancs de calcaire, qui appartiennent encore, probablement, à la même assise que ceux des carrières, et qui ont pour base des schistes argilo-calcaires très-feuilletés, avec lesquels ils contrastent et ne se lient en aucune façon (1). A la jonction des deux terrains, on trouve de la pyrite de fer, en grande partie altérée, avec un peu de galène, dans une gangue de quartz, formant un amas irrégulier qui peut être regardé comme correspondant à ceux dont nous venons de parler.

Les calcaires coquilliers de Laffrey semblent donc superposés aux schistes argilo-calcaires sur lesquels la route est tracée en dessous du village et qui pourraient être rapportés au lias inférieur; ils sont superposés aux calcaires magnésiens de la Peyreire, qui paraissent avoir été bouleversés avant d'être recouverts par eux; et, plus loin, ils ont pour base une petite assise de conglomérats et de grès qui repose directement sur le grès à anthracite fortement redressé. Ces faits, réunis au caractère particulier de ces calcaires coquilliers, pétris d'encrines et de piquants d'oursins, paraissent indiquer que le *calcaire de Laffrey* s'est formé sur un haut-fond composé de terrains bouleversés et dénudés avant son dépôt, terrains cristallisés, grès à anthracite et lias inférieur, sur lesquels il s'étend indifféremment à de petites distances.

Le *calcaire de Laffrey* se retrouve avec les mêmes caractères et les mêmes fossiles à Rocher-Blanc, au-dessus du Peychagnard, où il recouvre les grès à anthracite exploités dans cette concession; il existe à sa base une petite assise de conglomérat ou de grès à gros grains qui a une structure toute

(1) Sc. Gras, *Bull. de la Soc. géol. de France*, 2^e s., t. 12, p. 278.

différente de celle des grès à anthracite. Le calcaire et cette petite assise de grès du lias forment un revêtement par dessus les grès à anthracite en s'abaissant avec une inclinaison régulière vers l'est, au-dessus du Villaret, tandis que les couches des grès à anthracite présentent dans l'intérieur de la montagne de nombreux et brusques contournements (*fig. 6*, p. 75), que les exploitations ont mis en évidence, ainsi que nous l'avons dit précédemment. Il existe donc encore ici une indépendance bien prononcée entre les grès à anthracite et le lias qui les recouvre.

Du Villaret, on peut suivre le calcaire de Rocher-Blanc jusqu'aux Chuzins, près Nantison, où l'on voit encore la superposition de ce calcaire L et du grès du lias *g* qui en forme la

Ouest.

Est.

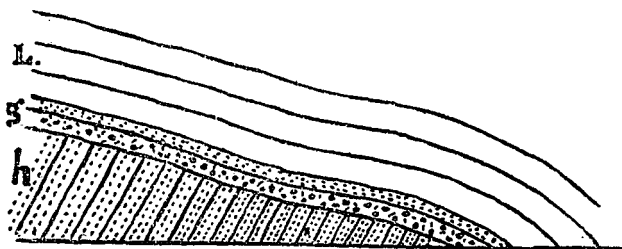


Fig. 10. — Coupe du flanc nord du vallon de Nantison, près la Mure.

base, en couches très-peu inclinées, sur les tranches de couches presque verticales des grès à anthracite *h*, inclinées en sens contraire : la *fig. 10* indique cette disposition relative des deux terrains, telle qu'on la voit un peu à l'ouest de Nantison, en suivant la partie inférieure du mamelon qui supporte une vieille tour. C'est un exemple de *discordance de stratification* très-bien caractérisée (1).

(1) Gueymard, *Stat. gén. de l'Isère*, t. 1, p. 212.

A deux kilomètres plus au sud, on retrouve la même superposition à Simane et à Prunières.

Ainsi, depuis Laffrey jusqu'aux environs de la Mure, en suivant le flanc occidental de la vallée, le calcaire coquillier de Laffrey, caractérisé comme *lias moyen* et accompagné d'une petite assise de grès et conglomérat qui en forme la base, repose immédiatement sur une saillie de terrains plus anciens, bouleversés avant son dépôt et qui formaient probablement alors, dans la *mer liasique*, un haut-fond très-marqué.

Lui-même, il a été soulevé depuis et présente une disposition en forme de voûte, dont l'axe est dirigé du nord au sud; ses couches s'enfoncent à l'E. sous les lacs et les alluvions de la Mure; à l'O. elles supportent une série de couches de calcaires schisteux noirs de plusieurs centaines de mètres d'épaisseur, qui forme les montagnes de Vaux et de Seneppe.

Ces calcaires schisteux représentent le *lias supérieur*. On y trouve, en effet, sur divers points, à Prunières, à Saint-Arey, au pont de Cognet, des fossiles bien reconnaissables, caractéristiques de cet étage: *Ammonites heterophyllus*, Sow. (Saint-Arey); *A. bifrons*, Brug. (ibid.); *Belemnites tripartitus*, Schl.; *B. elongatus*, Mill. (Combe-Guichard, à Prunières, pont de Cognet, la Motte-les-Bains, etc.) Les couches du lias supérieur, très-contournées dans diverses parties de ces montagnes, inclinent, en définitive, vers l'ouest et le sud-ouest et plongent dans les gorges du Drac, pour s'enfoncer sous une série de terrains supérieurs, dont nous aurons à nous occuper plus tard (chap. V).

§ 56. — **Lias du canton de Corps.** — Si on essaie de suivre le calcaire de Laffrey à l'est de la vallée de la Mure et jusqu'à Corps, on trouve qu'il existe au-dessous de cette assise une grande épaisseur de calcaires noirs plus ou moins schisteux, qui n'en sont point nettement séparés, et qui, d'autre part, se lient insensiblement avec les schistes argilo-

calcaires très-fissiles exploités comme ardoises dans le Valbonnais.

En quittant la route de Gap, aux Souchons, pour prendre le chemin de Saint-Michel en Beaumont, on rencontre le calcaire de Laffrey, avec ses fossiles ordinaires (*Spiriferina Hartmanni*, d'Orb., etc.); les couches de ce calcaire inclinent vers l'O. ; il s'enfonce sous les marnes et calcaires marneux du lias supérieur, occupant la vallée du Drac, et d'autre part, on voit au-dessous de lui, en allant vers Saint-Michel, une grande épaisseur de couches, alternativement schisteuses ou compactes, où j'ai trouvé l'*Ammonites fimbriatus*, Sow., espèce caractéristique du lias moyen.

Cet ensemble de couches se prolonge dans la direction du sud-est et on retrouve, au col de Gargas ou de l'Ourtière, qui mène du Valbonnais au pèlerinage de la Salette, un calcaire grenu, rempli d'encrines, ressemblant encore beaucoup au calcaire de Laffrey. Du côté du Valbonnais, cette bande calcaire du lias moyen repose sur les schistes ardoisiers, qui seraient dès-lors le lias inférieur; du côté de la vallée du Drac, au sud-ouest, elle plonge sous des calcaires noirs, tantôt purs et compactes, tantôt argileux et feuilletés, qui appartiendraient au lias supérieur.

En suivant la route de Gap, depuis le relais des Souchons jusqu'à Corps, on rencontre de nombreuses alternances de ce genre, et on aperçoit souvent dans ces calcaires des bélemnites, des ammonites, et quelques autres fossiles, malheureusement indéterminables. Les marbres noirs exploités à Sainte-Luce et sur quelques autres points du Beaumont appartiennent à ces assises dont la place reste incertaine entre le lias moyen ou le lias supérieur. En approchant de Corps, à trois kilomètres et demi avant d'atteindre ce bourg, on trouve enfin ce dernier étage bien caractérisé par l'affleurement d'une couche remplie d'*Ammonites bifrons*, Brug., qui se montre à découvert sur le bord de la route.

Dans le canton de Corps comme dans celui de la Mure, les couches du lias inclinent d'une manière générale vers la gorge du Drac, et le cours de cette rivière, en remontant depuis le confluent de la Romanche jusque dans le Champsaur, jusqu'au Pont du Fossé, est presque toujours dans les calcaires schisteux noirs du *lias supérieur*. Il y a toutefois deux exceptions locales : 1° Dans les gorges de Cognet, entre le pont et le confluent de la Bonne, le Drac traverse une dernière saillie de la voûte formée par le *calcaire de Laffrey*, et des masses de *gypse*, des calcaires décolorés, entremêlés de filons de *spilite*, qui me paraissent se rapporter au *lias moyen*, comme le calcaire de Laffrey lui-même (voir plus loin, § 70) — 2° Dans les gorges comprises entre le pont du Loup et le pont Bernard, en face d'Aspres-lez-Corps, une masse de *terrains cristallisés*, accompagnée de quelques indices de *grès*, affleure au-dessous du *lias* très-bouleversé et traversé par d'énormes filons de *spilite* (voir § 82).

Ces masses de *spilite* se prolongent, au milieu des calcaires du lias, depuis le Pont du Loup jusqu'au-delà du village d'Aspres; et deux autres affleurements considérables de *terrains cristallisés*, ainsi qu'un lambeau assez important de *grès à anthracite*, apparaissent aussi près de ce point (§ 38). Par suite de failles et de dislocations compliquées, les rapports de position de ces *grès* et des calcaires du lias sont assez difficiles à saisir. Je les ai examinés de près à l'occasion des recherches d'anthracite tentées dans ces dernières années, et j'ai constaté positivement qu'il n'y a aucun enchevêtrement réel entre ces deux terrains; que là, comme à la Mure, le *grès* est complètement séparé et indépendant du lias. Dans des calcaires noirs, fissiles, voisins du contact des *grès*, on a trouvé l'*Ammonites kridion* Hehl., espèce du lias inférieur.

Au delà de ces bouleversements locaux du territoire d'Aspres, le terrain du lias reprend, dans le Champsaur, la même

allure que dans le canton de Corps, s'appuyant à l'est sur les terrains cristallisés, et s'enfonçant à l'ouest, dans la vallée du Drac, sous une série de terrains supérieurs.

§ 57. — **Importance et produits industriels du terrain du lias.** — Le terrain du lias est d'une importance considérable par son étendue et par son épaisseur totale, qu'on peut évaluer au moins à deux mille mètres. Mais il n'offre qu'un intérêt médiocre au point de vue des exploitations minérales. Les couches de structure feuilletée fournissent des pierres plates ou *lauzes*, qui sont en général gélives, et des matériaux de construction de mauvaise qualité. — Toutes les exploitations d'*ardoises* de la région des Alpes centrales sont, comme nous l'avons vu (§ 51), dans des assises du lias qui ont pris une structure schisteuse. — Certaines assises, composées de calcaires compacts, peu ou point argileux, donnent de bonnes pierres de taille. Tels sont certains calcaires magnésiens des assises inférieures qui ont souvent la structure de *brèches*; ils peuvent quelquefois être polis et employés en marbrerie. Les calcaires de Laffrey, dont nous venons de suivre le prolongement jusqu'aux environs de Corps, fournissent les meilleures pierres de taille de ce terrain; mais ils ne peuvent être employés que sur les lieux. Les blocs les plus purs sont sciés et polis comme marbres (Laffrey, Psychagnard). Dans le canton de Corps, le lias moyen et le lias supérieur renferment des assises de calcaires compactes à grain fin, d'un beau noir, susceptibles de poli, et exploités comme marbres noirs (Sainte-Luce; les Ravioles, près Corps, etc.)

Quant à la fabrication des *chaux* et *ciments*, il y a dans le lias très-peu de calcaires assez purs pour donner des chaux grasses. Ceux des environs de Laffrey, de la Mure et de Corps, que nous venons de citer comme pierres de taille et marbres, sont aussi des pierres à chaux grasse. Mais en général les calcaires du lias contiennent de l'argile ou du sable fin, du

carbonate de magnésie, du carbonate et du sulfure de fer; et la proportion totale de ces matières étrangères dépasse souvent 50 p. %. Dans diverses localités on peut encore y trouver des pierres à chaux hydraulique; telles sont celles de Brié, renfermant environ 20 p. % d'argile. On y trouverait aussi sans doute des couches calcaires tenant de 23 à 28 p. % d'argile et qui pourraient donner par la cuisson des ciments hydrauliques; cependant il est douteux qu'on puisse en obtenir de bonne qualité; jusqu'ici, comme nous le verrons (*chap. V*), toutes les exploitations de ciments sont sur un autre terrain. Quant aux couches de structure très-feuilletée ou ardoisière, elles contiennent presque toujours trop d'argile pour donner par la cuisson, soit de la chaux, soit des ciments hydrauliques. Dans l'Oisans et les autres pays où le lias a tout entier cette structure, on prend, pour fabriquer la chaux grasse, le carbonate de chaux cristallisé qui forme des veines blanches ou filons dans les ardoises du lias.

Les principales exploitations propres au terrain du lias sont celles de *gypse* ou *Pierre à plâtre*, dont nous allons parler avec détail. Quant aux *gîtes métalliques* qui se rencontrent dans ce terrain, nous nous en occuperons plus loin, en même temps que de ceux des terrains cristallisés.

GISEMENTS DE GYPSE DANS LE TERRAIN DU LIAS.

§ 58. — Le terrain du lias renferme, sur divers points de la région qui nous occupe, des amas considérables de *gypse* ou *Pierre à plâtre*. Tout le plâtre exploité dans le département de l'Isère provient de ces gisements; et nous aurons à en signaler de semblables dans d'autres régions dépendant du département des Hautes-Alpes et même dans l'arrondissement de Nyons (Drôme).

Les principaux gisements de gypse, les seuls qui donnent

lieu à des exploitations un peu importantes, dans la région des Alpes centrales, sont ceux de Vizille, de Champ et d'Alleverd.

Le gypse du lias est généralement blanc, quelquefois bleuâtre ou rosé, cristallin, de structure grenue; il est ordinairement très-pur; parfois, vers les limites des gisements, il contient quelques centièmes de carbonate de chaux. Souvent il est mêlé de feuillets ou de petits noyaux d'argile grise ou verdâtre, onctueuse au toucher, que l'on a considérée quelquefois comme du talc, mais qui n'est nullement un silicate de magnésie.

Le gypse est, comme on le sait, du sulfate de chaux *hydraté*, contenant 20 p. % d'eau environ. Mais il arrive quelquefois que, dans les parties centrales des gisements, une partie du sulfate de chaux est *anhydre*, ne contient pas d'eau en combinaison; il constitue alors une pierre beaucoup plus dure que le gypse, susceptible d'être taillée et polie comme marbre; c'est l'*anhydrite* ou *karsténite*. Cette pierre est grenue, saccharoïde, comme le marbre statuaire, demi-transparente, blanche ou légèrement bleuâtre; on la rencontre dans le gisement de gypse d'Alleverd, et surtout dans celui de Saint-Firmin, à Vizille, où elle est exploitée comme marbre d'ornement. Ce marbre ne peut être employé qu'à l'intérieur; car le sulfate de chaux, étant légèrement soluble dans l'eau, perd rapidement son poli quand il est exposé à la pluie.

Les masses de gypse sont, en général, bien visiblement stratifiées; souvent même la disposition par couches est rendue plus nette par les différences de couleur que présente, d'une couche à l'autre, le gypse pur ou mêlé d'argile, ce qui donne à l'ensemble de la masse un aspect rubané. Souvent cette structure rubanée existe aussi en petit dans l'épaisseur de chacune des couches. Quelquefois, cependant, dans les parties centrales du gisement, les couches de gypse sont très-épaisses et peu distinctes; c'est alors qu'elles sont en partie

à l'état d'anhydrite, qui se fond irrégulièrement sur les bords avec le gypse et qui passe même sans doute progressivement à l'état de gypse par les infiltrations d'eau qui y pénètrent. Du reste, il faut remarquer que les terrains gypseux sont souvent très-fendillés et complètement éboulés, précisément parce que les eaux, en s'y infiltrant, les ont en partie dissous; et cela fait que, dans beaucoup de localités, on ne peut plus bien reconnaître la disposition primitive du gypse en couches régulières.

§ 59. — Le gypse est presque toujours accompagné de calcaires très-magnésiens, et même de véritables *dolomies*, renfermant un équivalent de carbonate de magnésie pour un de carbonate de chaux (54 p. % de carbonate de chaux, 46 p. % de carbonate de magnésie); quelquefois même la proportion de magnésie dépasse cette limite. Ces dolomies sont généralement d'un gris clair, de structure compacte ou grenue, ressemblant parfois à des grès; quand on les traite par un acide, elles se dissolvent avec une effervescence lente, en laissant ordinairement un résidu de sable siliceux très-fin, plus ou moins abondant. Elles contiennent aussi presque toujours un peu de carbonate de fer, qui s'altère au contact de l'air, et la roche passe alors du gris au jaunâtre. Souvent les calcaires magnésiens des terrains gypseux, altérés et en partie dissous par l'eau chargée d'acide carbonique, deviennent des roches celluleuses ou *cargneules*, comme celles que nous avons eu déjà l'occasion de citer à la base du lias (§ 53).

Les calcaires magnésiens des gisements gypseux sont presque toujours très-fendillés et se cassent en tous sens. Cependant ils sont assez nettement stratifiés. Ils forment des assises aux limites de la masse de gypse, en dessous et en dessus, si les couches sont horizontales ou peu inclinées, des deux côtés, si elles sont à peu près verticales, comme à Champ, dans le vallon de Combes (Pl. I, fig. 6, D). On aperçoit souvent des bancs de

dolomie intercalés entre les couches de gypse; et vers les limites des gisements il y a quelquefois des alternances multipliées de couches de gypse et de couches de dolomie sur quelques mètres d'épaisseur. C'est ce que l'on voit très-bien dans les anciennes carrières du vallon de Combes, les premières que l'on rencontre en venant du pont de Champ (même fig., G¹). Les calcaires qui encaissent immédiatement le gypse sont presque toujours de vraies dolomies (D); mais à mesure qu'on s'en éloigne, on les voit passer graduellement, souvent même très-rapidement, aux calcaires noirs argileux du lias, L, avec leur aspect habituel et peut ou point magnésiens.

L'ensemble du gypse et des dolomies et calcaires magnésiens, passant par degrés aux calcaires noirs ordinaires du lias, forme dans ce terrain une assise ou masse stratifiée dont les couches sont parallèles à celles des calcaires et dont l'épaisseur totale peut aller, dans plusieurs localités, à une trentaine de mètres et même beaucoup plus. Mais si, au lieu de considérer le terrain dans le sens de l'épaisseur des couches, on l'examine dans le sens de leur extension ou de leur *direction*, on reconnaît que les gypses et les dolomies ne sont que des masses assez limitées, qui vont en s'amincissant brusquement à une faible distance et disparaissent, de telle sorte que sur le prolongement de leurs couches on trouve bientôt des calcaires noirs du lias. Le gypse et les dolomies qui l'accompagnent ne constituent donc, dans le terrain du lias, que des *amas*, de grandes *plaques* ou *lentilles* aplaties dans le sens des couches; et les calcaires magnésiens, qui forment en quelque sorte l'enveloppe de ces masses, passent insensiblement, sur leurs faces et sur leurs bords, aux calcaires noirs ordinaires du lias. On peut souvent étudier une série très-curieuse de *passages* entre ces roches, aux limites des gisements de gypse. Aucune localité ne présente, pour l'étude géologique, de même que pour l'importance des exploitations, plus d'intérêt que le vallon de Combes, commune

de Champ, et Saint-Firmin, près Vizille. Nous allons décrire ces gisements qui peuvent servir de type à tous les autres.

§ 60. — **Gypses de Champ.** — Quand on passe la Romanche au pont de service des carrières de Champ, pour s'élever dans le vallon de Combes, on rencontre les calcaires du lias, noirs, argileux, schisteux, contenant, au pont même, beaucoup de bélemnites très-allongées (*B. elongatus*, Mill.?). Les couches sont à peu près verticales, plongeant vers l'ouest sous les alluvions du Drac, et dirigées à peu près du nord au sud, précisément dans le sens où on les suit. Dans les contours que le chemin fait en montant, on voit que, sur la gauche, c'est à dire un peu plus à l'est, les couches ne sont plus verticales, mais plongent à l'est sous un angle d'environ 40°. Elles forment donc ici une voûte ou un pli saillant, dont la coupe se dessine nettement dans les escarpements en face, sur la rive droite de la Romanche.

Quand on est arrivé sur le petit plateau où le vallon de Combes prend naissance, on voit, sur le chemin même, les calcaires du lias, qui forment la hauteur à gauche, devenir, à leur base, moins schisteux, moins foncés; ils passent à des roches grises, lourdes, compactes et fendillées, qui sont des calcaires de plus en plus magnésiens. En même temps on touche, à droite, aux premiers indices du gypse que l'on voit, à quelques pas de là, exploité dans des carrières, en couches presque verticales (Pl. I, fig. 6, G¹). Ces couches de gypse et de calcaires magnésiens ont la même direction que les calcaires noirs schisteux sur lesquels on s'est élevé depuis le pont; elles paraissent en être manifestement les prolongements. Dans ces carrières G¹ de la première partie du vallon de Combes, on voit que le gypse est encaissé à droite et à gauche par des *dolomies* D et des calcaires magnésiens, passant aux calcaires ordinaires du lias L; comme nous l'avons dit plus haut,

on voit des bancs de *dolomie* intercalés entre les couches verticales du *gypse*; et même, dans la dernière de ces petites carrières, sur une dizaine de mètres de largeur, plusieurs alternances de couches de *gypse* et de couches de *dolomie*. En continuant le chemin, on coupe le mamelon de lias, qu'on avait sur la gauche, pour aller de la bande de gypse G¹ à une autre bande G², parallèle, exploitée dans des carrières plus vastes et plus profondes. Le petit massif de lias L, compris entre ces deux bandes, est en grande partie formé de calcaires noirs schisteux; mais en suivant le chemin (marqué sur la figure par une ligne ponctuée), on voit que, sur ses deux bords, du côté G¹ ou du côté G², ces calcaires passent par des variations successives aux dolomies D qui encaissent le gypse. En approchant des masses de gypse, les calcaires schisteux noirs se décolorent; ils deviennent gris, verdâtres, rougeâtres ou violacés, sans être encore notablement magnésiens; puis ils sont moins schisteux, moins nettement stratifiés, fendillés, plus denses, et passent aux calcaires magnésiens signalés plus haut, ceux-ci enfin aux vraies dolomies qui alternent avec le gypse.

§ 64. — **Origine supposée des gypses du Lias.** — Dans ces faits, qui se reproduisent plus ou moins nettement à tous les gisements de gypse du terrain de lias, la plupart des géologues ont vu la confirmation d'une idée théorique, dont nous n'avons rien dit jusqu'ici, parce qu'elle ne nous semble pas suffisamment fondée. On a supposé généralement que les gypses et les calcaires magnésiens ou *dolomies* étaient des portions de couches des calcaires ordinaires du lias, diversement modifiées dans leur nature chimique par des vapeurs ou des sources minérales chaudes, venant des profondeurs du sol. Le *gypse* serait du carbonate de chaux transformé en *sulfate*, par une substitution d'acide sulfurique à l'acide carbonique; les calcaires magnésiens seraient des calcaires ordinaires où la

magnésie aurait éliminé et remplacé chimiquement une partie de la chaux ; la magnésie, l'acide sulfurique auraient été apportés par ces émanations souterraines et auraient pénétré certaines parties des couches calcaires du lias, postérieurement à leur dépôt et même à leur redressement.

Nous ne comprenons pas bien comment des calcaires auraient pu subir ainsi une transformation *chimique* complète, devenir des gypses ou des dolomies, sans que les joints de leurs couches fussent effacés, sans que la stratification cessât d'être parfaitement visible ; comment ces émanations souterraines, vapeurs ou sources minérales, filtrant à travers les couches calcaires du lias, auraient formé des bancs réguliers de dolomie intercalés au milieu du gypse, des alternances répétées, régulières, sur une faible épaisseur, de gypses et de dolomies. Cette conservation de la stratification du terrain serait d'autant plus inexplicable que les parties calcaires transformées en gypse auraient subi nécessairement, comme l'a fait remarquer M. Elie de Beaumont, une augmentation de volume considérable, tandis que celles transformées en dolomie auraient dû éprouver un retrait. Non seulement le gypse est en couches bien distinctes et d'épaisseur uniforme, mais encore il a souvent une structure *rubanée*, résultant de la disposition régulière, par feuillets, des petites taches argileuses ou des mélanges ocreux qui le colorent de teintes vertes ou rougeâtres ; et ces zones diversement colorées sont toujours parallèles aux plans de division des couches.

Si, à la rigueur, on peut se représenter des émanations souterraines s'infiltrant entre les couches à peu près verticales du vallon de Combes, en G¹ et en G², et réagissant sur les calcaires qu'elles traversent, de manière à les transformer en gypse, il sera plus difficile de concevoir les mêmes phénomènes dans les localités où le gypse se montre en couches horizontales ou peu inclinées, et que, au-dessous de lui, de même qu'au-dessus, on aperçoit des assises calcaires qui ne présen-

tent aucune trace du passage des émanations supposées. Nous en verrons bientôt un exemple dans la gorge de Vaugelaz, commune de la Ferrière-d'Allevard (§ 69).

Je croirais m'écarter de l'esprit essentiellement pratique de cet ouvrage si je m'arrêtais à faire ressortir les mille difficultés que suscite, suivant moi, l'hypothèse de la formation des gypses et des dolomies par l'altération des calcaires du lias. Il me semble au contraire que rien n'empêche de considérer ces gypses et ces dolomies comme ayant été formés, en même temps que les calcaires du lias, par des dépôts réguliers et successifs en couches horizontales; je crois qu'ils sont intercalés dans le terrain du lias, comme le sont les gypses de Montmartre dans le terrain parisien, les gypses d'Aix et d'Apt dans les dépôts tertiaires d'eau douce de la Provence; comme le sont de nombreuses et puissantes assises de gypse et de dolomie dans le terrain des *marnes irisées*; enfin, comme on voit intercalés, dans tous les terrains stratifiés, des couches ou amas réguliers de nature spéciale, soit de gypse, soit de minerais de fer, soit de charbon, etc., bien certainement formés par dépôt, en même temps que les couches du terrain qui les enclavent, et non pas par une altération ultérieure de celles-ci.

§ 62. — On peut faire du reste, sur le point même qui nous occupe, une observation importante, qui confirme notre manière de voir. Les couches calcaires L du petit mamelon qui sépare les deux bandes de gypse G^1 et G^2 sont visiblement pliées en forme de V, comme le représente notre coupe: le gypse G^2 est donc placé *au-dessous* de ces calcaires, exactement comme le gypse G^1 ; ces deux masses de gypse ne sont donc que deux *affleurements* d'une même assise repliée, à travers deux échancrures des calcaires qui la surmontent. Dans les grandes carrières ouvertes en-dessous du chemin en G^2 , on voit très-nettement les couches de gypse former un pli aigu, convexe vers le haut, comme le montre notre figure; du côté de l'ouest, elles iraient rejoindre les

gypses G¹ par dessous les calcaires L du mamelon intermédiaire ; du côté de l'est, elles s'enfoncent de même sous les calcaires semblables, qui forment toute la côte opposée, jusqu'au plateau de Saint-Sauveur.

§ 63. — On rencontre, sur le chemin même, en quittant le gypse G², une masse assez importante d'une roche particulière V, qui est une variété de *spilite* ou *variolite du Drac*. Elle forme un gros filon intercalé entre les dolomies grisâtres D qui sont à la limite du gypse G² et les calcaires noirs schisteux L, ayant l'aspect ordinaire du lias. Avec la plupart des géologues, nous regardons ce *spilite* comme une roche d'origine ignée, poussée de l'intérieur du globe à l'état de fusion, à la manière des laves volcaniques ; elle a fait éruption à travers le terrain du lias, et, dans la partie que nous pouvons apercevoir ici, elle est intercalée entre le lias noir schisteux et les dolomies grises fendillées, tout près de la limite du gypse. On a voulu voir dans la présence de cette roche ignée une confirmation de l'hypothèse indiquée plus haut sur l'origine *métamorphique* des gypses et des dolomies ; on a pensé que l'éruption du *spilite* avait été accompagnée de vapeurs et de sources thermales, qui avaient transformé les calcaires du lias en sulfate de chaux ou les avaient imprégnés de magnésie.

Mais nous verrons qu'il existe dans le lias beaucoup de gisements de gypse sans *spilite*, et plus encore de gisements de *spilite* sans gypse et même sans dolomies ; nous signalerons plus loin (§§ 75, 112) divers exemples de calcaires du lias évidemment altérés par le voisinage des *spilites*, mais qui ne sont pas devenus magnésiens et ne contiennent point de gypse. Si cette association du *spilite* avec le gypse se reproduit dans quelques autres localités, cela peut s'expliquer, je crois, en remarquant que les gypses et les dolomies constituent, dans le terrain du lias, des assises plus tendres et plus fendillées que toute autre à travers lesquelles le *spilite* a dû trouver plus de facilité pour

se frayer un passage. Cela peut tenir encore à une liaison réelle d'origine entre les *gykses* et les *spilites*, mais dans des conditions autres que celles que l'on a supposées, et sur lesquelles nous reviendrons plus loin.

Dans la localité que nous examinons, le *contact immédiat* du *spilite* n'a pas notablement modifié les roches calcaires. D'un côté, cette roche est en contact avec des calcaires magnésiens et dolomies grisâtres, qui forment l'encaissement du gypse et qui ont les mêmes caractères ici que sur les autres points du vallon où il n'y a pas d'affleurement de spilite. De l'autre côté, le filon de spilite touche à des calcaires noirs qui ont tous les caractères ordinaires du lias : cependant, à la surface même du contact, que l'on peut voir d'une manière très-nette sur le bord du chemin, le calcaire est durci et décoloré, sur quelques centimètres d'épaisseur ; traité par les acides, il laisse un résidu assez considérable de silice grenue ; mais il ne contient que très-peu de magnésie, comme dans son état ordinaire. Ainsi, par le contact immédiat du spilite, le calcaire paraît avoir été décoloré et durci sur une épaisseur d'un ou deux centimètres au plus ; mais cette influence de la roche éruptive a été extrêmement restreinte et bornée ; et elle n'a pas introduit de la magnésie dans la pâte du calcaire.

§ 64. — Les couches de gypse qui forment la bande orientale G² sont verticales et dirigées du S. S.-O. au N. N.-E., comme l'ensemble des couches de la localité ; d'un côté, le prolongement de cette bande passe sous les maisons du hameau de Combes, où il existe encore une carrière de gypse d'un beau blanc, aujourd'hui couverte par un éboulement des calcaires magnésiens qui en formaient le toit. Dans l'autre sens, cette bande gypseuse se prolonge suivant l'axe d'un petit vallon qui vient déboucher sur la gorge de la Romanche et d'où l'on va à Vizille par le sentier dit de l'*Étroit* ; plusieurs

carrières de gypse existent encore dans la partie de ce vallon voisine des carrières principales de Combes ; mais le gypse cesse avant que l'on soit arrivé en vue de la Romanche. Cette combe de gypse G² offre donc exactement, dans la partie comprise entre notre coupe et la Romanche, la même structure que la coupe G¹ par laquelle nous avons commencé cette exploration.

Revenons maintenant à cette première bande de gypse G¹. Elle se prolonge vers le midi, sur le flanc ouest du vallon de Combes, dans la direction du village de Champ ; elle y est exploitée dans de profondes carrières. Dans la dernière, la carrière Breton, on trouve, en contact avec le gypse, un autre filon de *spilite*, que l'on peut suivre bien au-dessus de la carrière, dans la pente du coteau. Ce filon de *spilite* n'est pas moins considérable que celui que nous avons rencontré tout à l'heure ; la roche est moins compacte, souvent caverneuse et remplie de noyaux ou de petites veines de divers minéraux ; il renferme du *carbonate de chaux cristallisé*, de la *dolomie*, du *carbonate de fer*, du *fer oligiste spéculaire*, etc. Il est à remarquer que ces lamelles de fer oligiste, d'un noir brillant, se trouvent aussi dans les fissures des calcaires et même du gypse, près du contact du *spilite*. Sauf dans la carrière, où il touche au gypse, le *spilite* est généralement encaissé dans les calcaires magnésiens D qui forment le toit du gypse, et dans le haut il touche aux calcaires noirs L, qu'il n'a pas sensiblement modifiés. Ce filon de *spilite* cesse, en s'amincissant, un peu au sud du détour du chemin par lequel passe notre coupe.

§ 65. — Nous avons décrit avec quelque détail les faits géologiques que montre le gisement du gypse dans le vallon de Combes, parce que cette localité est certainement une des plus intéressantes du Dauphiné, et parce que nous voulions établir, contrairement aux idées reçues jusqu'ici, que les gypses constituent, dans le terrain du lias, une *assise régulière*

et ne sont pas des portions de couches calcaires accidentellement transformées en sulfate de chaux. Il résulte de cet examen que les deux bandes parallèles de gypse, qui correspondent aux deux *combes* se dirigeant de Champ vers la Romanche, ne sont que deux affleurements ou réapparitions de la même assise, à travers deux ruptures des calcaires du lias, et qu'elles doivent se rejoindre par une inflexion souterraine sous le coteau calcaire intermédiaire, dit les *Rivoires*. De même aussi la réapparition du gypse à Saint-Firmin et à la Touche, près Vizille, au bord de la vallée de la Romanche, s'explique, comme le montre notre coupe (Pl. I, fig. 6) par une nouvelle inflexion des couches du lias, sous le col de Saint-Sauveur, entre le vallon de Combes et la vallée de Vizille; c'est encore la même assise de gypse qui affleure à la base de la même série de couches calcaires redressées.

Les inflexions que nous figurons dans cette coupe, et qui mettent en évidence cette unité de gisement des gypses G¹ et G² à Champ, et G³ à Saint-Firmin, ne sont pas hypothétiques; elles peuvent se vérifier rigoureusement en faisant le trajet du pont de Champ à Combes, de là à Saint-Sauveur et à Saint-Firmin. Ces mêmes inflexions subsistent de la même manière pour le prolongement des mêmes couches calcaires, au bord de la Romanche, dans la gorge de l'Étroit, entre le pont de Champ et Vizille; on peut les suivre de l'œil avec toute la netteté désirable. Seulement, dans cette partie où elles sont coupées par la Romanche, les inflexions des couches du lias n'ont pas été assez énergiques, n'ont pas produit de déchirements assez profonds pour mettre à nu les prolongements des gypses G¹ et G², situés au-dessous; on les retrouve cependant, sur la rive droite, à Montchaboud. Quant au gypse de Saint-Firmin, G³, qui se continue vers le midi dans les carrières de la Touche et de Notre-Dame de Mésage, il a aussi un prolongement dans la direction N. N.-E. qui est celle de toutes les couches du lias dans ces localités;

interrompu, par la Romanche, au détour de cette rivière, en face de Vizille, ce gypse reparaît de l'autre côté de la vallée, au Plan de l'Agneau où il est exploité.

§ 66. — Nous admettons, d'après la discussion précédente, qu'une même assise de gypse accompagné de calcaires magnésiens, s'étend uniformément sous les calcaires du lias qui forment les collines à l'ouest de Vizille, des deux côtés de la Romanche; que cette assise apparaît en plusieurs bandes parallèles, dirigées du S. S.-O. au N. N.-E., par suite des inflexions et des déchirures suffisamment profondes des calcaires. C'est assez dire que nous attribuons à ces gypses du bassin de Vizille une étendue et une importance bien supérieures à celles qu'on leur a généralement accordées jusqu'ici, en les regardant comme des produits d'altération accidentelle des calcaires. Du reste, en se bornant aux seuls affleurements, et sans poursuivre le gypse dans des exploitations souterraines, il y a de quoi suffire largement à tous les besoins de la consommation du plâtre dans le département de l'Isère et au delà, si l'exportation devient possible à des conditions peu onéreuses. Dans les carrières de Saint-Firmin et de la Touche, l'amas de gypse est encore plus puissant que dans le vallon de Combes; il se montre à découvert sur une hauteur de 420 mètres, sur la pente du coteau, en dessous de la route de Gap. En raison de ces circonstances et de la facilité du transport et du broyage des plâtres, ces exploitations des bords de la Romanche sont dans des conditions plus avantageuses que celles de Champ. Les carrières de Saint-Firmin sont au premier rang pour l'abondance et la pureté du gypse; elles fournissent aussi de beaux blocs d'*anhydrite*, que l'on travaille dans les marbreries sous le nom de *marbre de Vizille*. Les plâtres de Champ et de Vizille sont souvent très-purs et très-blancs; avec les variétés de gypse les plus pures on prépare les plâtres pour papeteries. Comme plâtres de construction, ils sont moins

solides que ceux de Paris et d'Aix en Provence, provenant des terrains tertiaires; ils partagent cette infériorité avec tous les plâtres des terrains secondaires, tels que ceux de Saône-et-Loire, du Jura, de la Lorraine, etc.

§ 67. — Avant de quitter ces environs de Vizille, faisons remarquer que les calcaires qui surmontent les gypses du Plan de l'Agneau, et sur lesquels monte la route de Brié, plongent puis se relèvent à l'est, dans le petit chaînon auquel est adossé Vizille et que surmontent les ruines dites le *Château de Paille*. Les couches de ce monticule sont redressées vers l'est sous l'angle de 45° environ; elles me paraissent correspondre à celles que nous avons abordées en premier lieu au pont de Champ; et comme celles-ci, même bien plus encore, elles sont remplies de *bélemnites*. Des plans de clivage partagent ces calcaires en feuillets presque verticaux, et coupent en même temps ces fossiles. Le gypse reparaîtrait, sans doute, en dessous de ces calcaires, un peu plus à l'est, s'il n'avait été emporté dans le creusement profond de la vallée de Vaulnaveys, entre cette petite crête calcaire et le côteau de schistes talqueux de Pierre-Plate et de Montjean.

§ 68. — Les détails que nous venons de donner sur les gypses de Champ et de Vizille nous dispensent d'insister sur les autres gisements de gypse du lias, qui présentent généralement des circonstances analogues. Nous nous contenterons de signaler les particularités intéressantes de quelques-uns de ces gisements.

Gypses d'Alleverd. — Le gypse exploité des deux côtés de la gorge d'Alleverd se trouve intercalé dans l'assise inférieure des calcaires du lias de cette localité, et repose presque immédiatement sur les grès des teintes variées dont nous avons parlé précédemment. Sur la rive droite, il est disloqué par des éboulements et ne montre pas de couches bien nettes; une partie de la masse, dans le bas, est à l'état d'*anhydrite*; le gypse est remarquable par sa blancheur parfaite. Sur la rive gauche, le gypse est moins pur et moins puissant; mais il est bien distinctement stratifié, en couches peu inclinées,

comme celles des calcaires qui le recouvrent; et ces couches s'appuient en biseau contre des couches de grès beaucoup plus fortement redressées (§ 46 et fig. 7.) Cette disposition du gypse en couches très-nettes, peu inclinées, parallèles à celles des calcaires, lesquels ont, immédiatement au-dessus de lui, tous leurs caractères habituels, se concilierait difficilement avec l'idée de la formation du gypse par des émanations sulfureuses qui auraient réagi sur les calcaires du lias déjà consolidés; elle concorde, au contraire, très-bien avec l'idée d'un dépôt local de gypse effectué en même temps que le dépôt général des calcaires dans lesquels il est intercalé, en couches concordantes.

Les gypses des deux côtés de la gorge sont évidemment deux parties d'une même masse, d'une même assise intercalée dans la partie inférieure des calcaires du lias. On retrouve le prolongement de ce dépôt de gypse à une certaine distance de part et d'autre; au midi, à Montouvrard, près du Cuchet; au nord, près du Buisson et à Montourier, au-dessus de la route de la Chapelle du Bard.

§ 69. — **Gypses de la Ferrière.** — Il existe à l'E. du bourg de la Ferrière un petit lambeau de calcaire du lias avec gypse, qui n'a rien d'intéressant; mais plus loin, sur les hauteurs de la rive droite du ruisseau de Vaugelaz, on aperçoit une couche puissante de gypse, qui se distingue de loin par sa blancheur, au milieu des calcaires noirs du lias. Ces calcaires, en couches inclinées vers l'E. d'environ 20°, reposent sur les grès qui forment l'autre côté de la gorge (§ 47); ils ont la teinte noire et la structure schisteuse habituelle du lias; ils sont généralement très-argileux et peu ou point magnésiens. Ils forment, avec ces caractères, un escarpement d'une hauteur considérable sur la rive droite du torrent. Dans le haut de cet escarpement, ils sont recouverts par des couches de calcaires magnésiens, décolorés, en partie à l'état caverneux ou de *cargneules*; et ces calcaires, où la proportion de magnésie s'élève à peu près à celle de la vraie dolomie, supportent immédiatement une assise de gypse, composée de plusieurs couches, et d'au moins trente mètres d'épaisseur totale. Les schistes calcaires qui surmontent immédiatement le gypse ont une teinte verdâtre et un aspect satiné qui leur donne une fausse ressemblance avec les schistes talqueux. En réalité, d'après les analyses de M. Gueymard, ce ne sont que des argiles feuilletées, contenant 10 ou 15 p. % de carbonate de chaux et de magnésie; au-dessus de ces argiles verdâtres, les schistes du lias reparaisent avec leur teinte noire ordinaire. (*Stat. gén. du dép. de l'Isère*, t. I, p. 282 et 309.)

Ce gisement de gypse de la gorge de Vaugelaz est intéressant en

ce qu'il nous montre le gypse formant une assise régulière, en couches presque horizontales, accompagnée, en dessous et en dessus, de calcaires magnésiens décolorés, de dolomies, de schistes argileux verdâtres ou rougeâtres, comme nous l'avons vu à Champ (§ 59), et cet ensemble est intercalé dans les schistes noirs ordinaires du lias, qui ne sont nullement altérés ni au-dessous ni au dessus. Ces circonstances excluent évidemment la supposition d'un dégagement de vapeurs sulfureuses qui seraient venues des profondeurs du sol altérer une partie des calcaires et les transformer en gypse; on ne comprend pas comment ces vapeurs auraient pu arriver aux couches supérieures, les pénétrer et les transformer d'une manière complète sans laisser la moindre trace de leur passage à travers les couches inférieures. Le gypse, les dolomies, les calcaires magnésiens, les argiles verdâtres, magnésiennes, ont été formés évidemment par dépôt, en couches régulières, comme les calcaires du lias au milieu desquels ils sont intercalés. Ce sont des dépôts de nature particulière qui se sont produits sur certains points du lit de la mer, où débouchaient peut être des sources minérales chargées de sulfates et de sels magnésiens; ces principes, en réagissant sur le dépôt calcaire général, au moment même de sa formation, auraient pu donner lieu à des précipitations de sulfate de chaux (gypse) et de calcaires plus ou moins chargés de magnésie.

Les gypses d'Alleverd, ceux de la Ferrière et de la gorge de Vauzelaz, ne sont accompagnés d'aucun filon de *spilite*, ni d'aucune autre roche éruptive.

§ 70. — **Gypse de Cognet**, près la Mure. — Ces gypses affleurent des deux côtés d'un promontoire formé par une saillie des *calcaires de Laffrey* (§ 55, 56), et sur lequel est la chapelle de Cognet. A l'est, en dessous de cette chapelle, on voit de grandes masses de gypse, dans les gorges profondes du Drac; elles sont accompagnées de calcaires cellulieux jaunâtres (*cargneules*), de calcaires compactes, décolorés ou rougeâtres, le tout éboulé et ressoudé par des incrustations de tuf, en un conglomérat grossier qui forme des pyramides bizarres. De grandes masses de *spilite*, en partie éboulées aussi, traversent ce terrain. D'après les analyses de M. Gueymard, les *cargneules* contiennent environ 16 p. % de carbonate de magnésie; mais les calcaires compactes, soit près du gypse, soit au contact du *spilite*, ne sont que très-faiblement magnésiens. — Des circonstances analogues se reproduisent à l'autre affleurement de gypse, à l'O. de Cognet, dans le ravin de la Jonche; on peut même attribuer en partie les éboulements de ce ravin à la nature du terrain formé de gypse et des calcaires fendillés qui l'accompagnent.

Nous nous bornerons à citer les autres gisements de gypse des environs de la Mure :

1° La Morte, dans le ravin du Grand-Riou, près du Désert; gypse accompagné de *spilite* et voisin des *serpentes* dont nous parlerons plus tard. (§ 103.)

2° Valbonnais, au-dessus du bourg;

3° Gragnolet, commune d'Entraigues; ces deux gisements sont aussi accompagnés de *spilites*.

Dans l'Oisans, on rencontre du gypse dans les couches inférieures du lias de la gorge du Flumay, au-dessus de Vaujany (voir plus loin § 107). On en trouve, d'autre part, dans les assises supérieures des schistes ardoisiers du lias, au nord du Villard d'Arène; il est accompagné de calcaires magnésiens, cargneules, etc. et d'un banc ou filon-couche de *spilite*, épais de trois mètres.

Nous signalerons plus tard les divers gisements de gypse qui appartiennent encore au terrain de lias, dans les arrondissements de Nyons, de Gap, d'Embrun (chap. V) et ceux qui se trouvent en grand nombre dans les *calcaires du Briançonnais*. (chap. IV.)

ROCHES ÉRUPTIVES.

§ 71. — Les terrains cristallisés, dits *primitifs*, et les terrains secondaires des Alpes centrales, les grès à anthracite, les schistes argilo-calcaires du lias, sont quelquefois traversés par des masses plus ou moins considérables de roches non stratifiées, que l'on peut considérer comme ayant été poussées de l'intérieur du sol à un état liquide ou pâteux, à la manière des laves volcaniques. La composition minéralogique et la structure de ces roches les rapprochent en effet de ces produits ignés; cependant il y a lieu de supposer que la chaleur n'a pas été la cause unique de leur liquidité; plusieurs d'entre elles contiennent encore en combinaison une grande quantité d'eau, ce qui peut donner à penser que leur fusion a été *aqueuse*, plutôt que purement *ignée*.

§ 72. — **Granites éruptifs.** — Les granites, comme nous

l'avons vu, affleurent par grandes masses dans les parties centrales des massifs de terrains cristallisés, par suite du redressement et de la rupture des schistes cristallins et des gneiss dont ils forment la base. (§ 28 et suiv.) Tels sont les granites (ou *protogines*) du Mont-Blanc, du Grand-Charnier, des Sept-Laux, et surtout ceux du massif du Pelvoux.

Avant les bouleversements qui ont rompu et redressé les couches des gneiss, ces granites étaient situés très-profondément au-dessous du sol, maintenus par conséquent sous une pression considérable et à la température élevée qui règne dans ces profondeurs de plusieurs milliers de mètres. On comprend dès lors que ces roches pouvaient être imparfaitement consolidées, et dans un état de mollesse pâteuse, jusqu'à l'époque où elles ont été poussées au dehors et ont surgi en formant les cimes colossales du Mont-Blanc et du Pelvoux. Cette supposition toute naturelle d'un reste de mollesse pâteuse dans les granites, au moment du soulèvement de ces roches, explique plusieurs faits que nous aurons occasion de citer plus loin, et par exemple la structure *en éventail* des grandes chaînes granitiques, le renversement des protogines du Pelvoux sur les schistes du lias, etc. (§§ 100, 125, etc.)

Certaines parties de la pâte granitique, plus molles et plus fortement pressées que le reste, ont pu alors s'insinuer dans des crevasses, des ruptures du gneiss qui en formait le recouvrement : ce sont là les *filons de granite* auxquels nous réservons spécialement la dénomination de *granites éruptifs*. Consolidés dans d'autres conditions que les grandes masses de *protogine*, ces granites diffèrent souvent de celles-ci par leur structure et leur composition minéralogique. Nous aurons l'occasion, en décrivant les chaînes qui entourent la vallée de l'Oisans, de signaler plusieurs filons de ce genre (§ 109). Jamais, du reste, à notre connaissance, les filons de granite des Alpes dauphinoises n'ont traversé d'autres terrains que les terrains cristallisés, dits *primitifs*.

On rencontre souvent, dans les gneiss où le feldspath est abondant, des veines irrégulières et sans continuité, dans lesquelles les minéraux composants, feldspath, quartz et mica, ne sont pas disposés par feuillets et sont cristallisés comme dans les vrais granites. On peut comparer ces petites *veines granitiques* du gneiss aux veines de carbonate de chaux cristallisé blanc, qui traversent les calcaires noirs du lias ou les calcaires de la Porte de France, à Grenoble. Ce sont des filons de *sécrétion*, c'est-à-dire des fentes qui se sont produites dans la roche au moment de sa consolidation définitive et dans lesquelles sont venues se concentrer et cristalliser librement les matières encore liquides ou dissoutes.

Beaucoup de filons de *quartz* dans les gneiss ordinaires et dans les schistes micacés ou talqueux nous paraissent avoir la même origine. Il en est de même des veines et petits filons, où l'on rencontre divers minéraux cristallisés, si connus dans les roches granitiques de l'Oisans, tels que l'*albite*, l'*anatase*, la *chlorite*, l'*axinite*, l'*épidote*, etc. Ces minéraux, qui ont rendu l'Oisans si célèbre en minéralogie, et dont plusieurs collections, particulièrement le musée de Grenoble, renferment de magnifiques échantillons, ne présentent d'ailleurs qu'un intérêt minime au point de vue géologique; et nous ne nous arrêtons pas à les décrire, ni à en indiquer les gisements.

§ 73. — **Diorites granitoïdes.** — Les *diorites* sont des roches composées essentiellement de deux minéraux cristallisés, *amphibole* et *feldspath*.

L'*amphibole* des diorites appartient à la variété dite *hornblende* : elle est noire ou d'un vert très-foncé; sa cassure est lamelleuse, d'un éclat métalloïde très-vif et montre deux *clivages* également brillants, inclinés entre eux d'un angle obtus de 124°. Elle est assez dure pour rayer le verre; elle fond au chalumeau, mais difficilement, en un émail noir. — L'*amphibole* est un *silicate* de *chaux*, de *magnésie* et de

protoxide de fer ; ce dernier oxide en est le principe colorant. Elle contient souvent une proportion assez forte d'*alumine*, qui semble y remplacer une partie de la silice.

Le *feldspath* est d'un blanc de lait ou légèrement verdâtre ; il est lamelleux, d'un éclat nacré un peu gras, souvent à clivages peu distincts ; ce sont à peu près les mêmes caractères extérieurs que ceux du feldspath *oligoclase* dont nous avons signalé l'existence dans les *protogines* proprement dites. Sa composition chimique est représentée, en moyenne, par 60 % de silice, 25 d'alumine, 10 de soude et potasse, 4 de chaux et un peu de magnésie, et 1 p. % d'eau combinée. Cette composition chimique correspond aux rapports 8 : 3 : 4, entre les quantités d'oxygène respectivement contenues dans la silice, l'alumine et les bases alcalines réunies, ou à la formule minéralogique $Si^8 Al^3 (Na, K, Ca, Mg)^1$. Ce feldspath contient donc un peu moins de silice que l'*oligoclase* proprement dit des roches granitiques ; il se rapporte à la variété désignée sous le nom de feldspath *andésite* (1).

Les *diorites* présentent de nombreuses variétés de structure dont on rencontre beaucoup d'exemples dans les cailloux roulés du Drac et de ses affluents, où ces roches sont très-abondantes. — Dans les unes, l'amphibole et le feldspath sont à peu près en égale quantité, ou même le feldspath prédomine ; alors l'amphibole est en cristaux noirs, prismatiques, très-nets, isolés les uns des autres par une pâte de feldspath lamellaire, d'un blanc de lait : ce sont les *diorites granitoïdes* proprement dites. — Dans les autres, l'amphibole est très-prédominante, à grandes lames, et le feldspath beaucoup

(1) Voir pour plus de détails sur la composition minéralogique et chimique des *diorites* du Dauphiné, mes notices *Bull. de la Soc. géol. de France*, 2^e s., t. VII, p. 540 ; et *Bull. de la Soc. de statist. de l'Isère*, 2^e s., t. I, p. 242.

moins abondant; quelquefois même ce dernier élément disparaît presque complètement, et on a une roche presque uniquement formée d'amphibole lamelleuse, qu'on appelle *diabase* ou *amphibolite*.

Ces diverses variétés de *diorite* se rencontrent fréquemment en veines ou en filons peu considérables et irréguliers dans les *gneiss amphiboliques* (§ 30), où l'amphibole remplace le mica des gneiss ordinaires. On ne peut les considérer alors que comme des accidents subordonnés de ces roches, des *filons de sécrétion* analogues à ceux que nous signalions ci-dessus.

Au milieu des protogines du massif du Pelvoux il existe, sur divers points, des masses considérables, de grands filons de *diorites granitoïdes*; elles paraissent se fondre sur leurs limites avec les protogines par des changements successifs de composition minéralogique. Il serait impossible de représenter sur la carte l'étendue de ces roches amphiboliques, en grande partie couvertes de glaciers et de neiges perpétuelles; elles paraissent surtout très-développées dans les hautes crêtes qui forment le col du Célard et le lit des glaciers de Gioubernez, au fond du Valgaudemar (1).

D'autres diorites, encore plus spécialement éruptives, et dans lesquelles l'amphibole prédomine, apparaissent en gros filons dans des dislocations des terrains cristallisés schisteux, près du contact des calcaires du lias; nous en décrirons plus loin deux gisements intéressants dans la chaîne de Belledonne (§§ 103, 105). Elles passent par transitions insensibles dans diverses parties de leur masse à des roches très-variées; tantôt à

(1) Voir à ce sujet différents détails dans les *Récits d'excursions dans les Alpes du Dauphiné*, par J.-D. Forbes (appendice à son ouvrage intitulé *Norway and its glaciers*, Edinburgh, 1853); traduits et insérés dans la *Revue des Alpes*, 1^{re} année, Grenoble, 1858.

des *aphanites* qui sont des diorites compactes, à éléments intimement mêlés et confondus; tantôt à des *euphotides*, et celles-ci à des *serpentine*s, qui s'éloignent complètement des diorites par leur structure et leur composition chimique.

Les *diorites* ne se montrent pas en filons en dehors des terrains cristallisés, jamais par conséquent dans les calcaires du lias; mais quelquefois, quand des filons des diorites ont fait éruption près de la limite des calcaires, on remarque dans ceux-ci des masses de *spilites*. Nous verrons bientôt un exemple de ce cas dans la montagne de Serre, entre la Morte et les lacs de Laffrey, (§ 105); et nous essaierons d'en tirer quelques inductions au sujet de la communauté probable d'origine des *diorites* éruptives et des *spilites* (§ 83).

§ 74. **Euphotides.** — Ces roches sont formées d'une *pâte feldspathique* blanche ou d'un vert pâle et de *diabase* lamelleux, d'un vert foncé ou de teinte bronzée. La *pâte feldspathique* est peu ou point cristalline, tenace, à cassure esquilleuse; elle diffère du feldspath des diorites par une proportion moindre de silice, d'autant moindre que la *pâte* est moins cristalline. Le *diabase* se distingue de l'amphibole par sa structure qui ne présente qu'un seul *clivage* facile, d'un reflet bronzé, d'un éclat moins vif que celui de l'amphibole; il en diffère chimiquement par une proportion un peu moindre de silice et une proportion généralement plus forte de magnésie. Mais la composition chimique de ces deux espèces minérales est assez peu différente pour que l'on n'ait pas de peine à concevoir le remplacement de l'une par l'autre dans deux parties d'une même masse éruptive (1).

(1) Voir la notice et les analyses que j'ai publiées précédemment dans le *Bulletin de la Société de statistique de l'Isère*, 2^e s., t. 2, p. 353.

§ 79. — **Serpentines.** — Ces roches sont compactes et consistent en une pâte homogène composée de silicate de magnésie, de silicate de protoxide de fer, qui la colore en vert foncé et d'une forte proportion d'eau combinée, s'élevant en moyenne à 42 % environ. Elles sont associées aux *euphotides* avec lesquelles elles ont évidemment une origine commune. Mais leur composition chimique si différente et la proportion considérable d'eau qu'elles contiennent indique qu'elles se sont consolidées dans des conditions toutes spéciales.

Nous décrirons plus loin avec détail les deux seuls gisements d'euphotides et de serpentines connus jusqu'ici dans la région des Alpes centrales (§ 403 et 405).

§ 76. — **Spilites.** — Les *spilites* sont des roches massives que l'on rencontre sur un grand nombre de points des Alpes centrales du Dauphiné, sous forme de *filons* très-irréguliers et de puissance variable, intercalés dans les calcaires du lias, le plus souvent vers la limite de contact de ce terrain et des terrains cristallisés.

Ces roches ont ordinairement une structure *amygdaloïde*, c'est-à-dire qu'elles se composent d'une pâte compacte non cristalline, criblée de cellules arrondies, que remplissent des minéraux cristallisés d'une nature différente. La masse de la roche est formée de divers *silicates* intimement mélangés; les noyaux sont presque toujours du *carbonate de chaux* cristallisé; ils tranchent nettement sur la surface et forment des taches arrondies, généralement blanches, sur un fond gris, verdâtre ou violacé. Cet aspect est très-remarquable, surtout dans les spilites en cailloux roulés que l'on trouve abondamment dans le Drac, et de là le nom de *variolites du Drac* sous lequel on les a souvent désignés.

Souvent, à la surface de la roche, les noyaux de carbonate

de chaux ont été dissous et ont disparu ; le spilite présente alors à l'extérieur un aspect caverneux, scoriacé, comme celui de beaucoup de roches volcaniques ; mais dans l'intérieur des blocs on trouve les cellules remplies comme à l'ordinaire.

Beaucoup de spilites ne contiennent pas de noyaux calcaires distincts et consistent seulement en une pâte grise, verdâtre ou violacée, souvent mouchetée, formée d'un mélange confus de divers minéraux en grains ou en lames microscopiques. Les noyaux existent surtout dans les parties extérieures et les petites ramifications du spilite au milieu des calcaires du lias, tandis que les parties centrales en sont généralement dépourvues.

Tous les spilites, réduits en poudre fine, font effervescence avec les acides, même très-étendus, et contiennent par conséquent des *carbonates* intimement disséminés dans leur pâte. En faisant digérer la poudre avec de l'acide acétique ou avec de l'acide hydrochlorique très-étendu, on dissout une quantité de matière plus ou moins grande, qui, même dans les spilites sans noyaux calcaires, va souvent au-delà de 40 p. % ; la dissolution renferme de la *chaux* et de très-petites proportions de *magnésie* et de *fer*.

Après ce traitement, la matière ne contient généralement plus de chaux (ou seulement des traces insignifiantes) ; traitée par l'acide hydrochlorique concentré, à la température de 400°, elle est en partie dissoute et elle cède à l'acide du protoxide et du peroxide de fer, de la magnésie et un peu d'alumine ; une certaine quantité de silice est éliminée à l'état gélatineux.

Le résidu de l'action des acides concentrés est d'un gris pâle ; examiné au microscope, il se compose de grains blancs, translucides, cristallins et d'une proportion beaucoup moindre de grains noirs ou d'un vert très-foncé ; l'analyse de ce mélange donne de fortes proportions de silice et d'alumine,

de la soude et un peu de potasse, des quantités moindres de magnésie, de chaux et d'oxide de fer (1).

On peut inférer de là que le spilite renferme :

1° Une pâte *feldspathique* inattaquable par les acides, et se rapprochant par sa composition du feldspath des diorites ; 2° un minéral noir, inattaquable aux acides, probablement une variété de *pyroxène* ou d'*amphibole* ; 3° un silicate d'alumine, de magnésie et de fer, hydraté, décomposable par l'acide hydrochlorique ; il est le plus souvent de couleur verdâtre, d'autres fois gris ou violacé, et communique au spilite sa teinte plus ou moins foncée ; on peut le considérer comme une variété de *chlorite* ou de *terre verte*, non cristalline ; c'est probablement ce même minéral qui forme souvent des nids d'un vert assez pur ou une enveloppe verte autour des noyaux de carbonate de chaux ; 4° enfin du *carbonate de chaux* et quelquefois aussi des carbonates de magnésie et de fer, disséminés intimement dans la roche ou isolés sous forme de noyaux cristallins.

On rencontre encore quelquefois dans les spilites des nodules ou de petites veines de *silice* à l'état de *jaspe* ou de *silex* à peine translucide. Les minéraux que l'on trouve disséminés dans ces roches, dans leurs cellules ou dans les petites fissures sont le *calcaire spathique*, le *fer carbonaté*, l'*épidote* (?), des silicates hydratés, tendres, d'un vert plus ou moins foncé, analogues à la *chlorite* ou à la *serpentine* ; le *fer oligiste* spéculaire, la *pyrite de fer* cubique, le *cuivre pyriteux panché* ; ces minerais de fer et de cuivre n'y sont jamais qu'en proportions très-faibles et accidentellement.

(1) Voir les analyses de spilites données par M. Gueymard, *Ann. des Mines*, 4^e s., t. 18. J'ai fait moi-même sur ces roches de nombreux essais qui m'ont donné les mêmes résultats généraux.

Cette composition minéralogique rapproche les spilites du Drac de plusieurs variétés de roches éruptives d'autres pays, comprises dans la dénomination générale de *trapp*; et les circonstances de leur intercalation au milieu des terrains stratifiés sont analogues de part et d'autre.

§ 77. — Les *spilites*, comme les roches *trappéennes* en général, se montrent souvent sous forme de *filons-couches*, intercalés dans les calcaires du lias, à peu près parallèlement aux couches de ce terrain. Quelques géologues ont même pensé que les spilites n'étaient autre chose que des portions de couches de calcaires argileux du lias altérés sur place et complètement métamorphosés, dans leur nature chimique, par des émanations souterraines, qui les auraient pénétrés. Ils ont supposé ainsi aux spilites une origine analogue à celle qui était communément attribuée aux gypses et aux dolomies, auxquelles ces roches sont souvent associées.

N'ayant pas admis cette origine métamorphique pour les gypses et les dolomies, nous sommes encore plus éloigné de l'admettre pour les spilites : il nous paraît peu rationnel, au point de vue chimique, de supposer qu'une roche essentiellement composée de silicates, ne contenant qu'une proportion très-faible de chaux (presque toute à l'état de carbonate cristallisé, en noyaux ou disséminé) et cependant intercalée au milieu de roches calcaires, puisse résulter de l'altération d'une partie de celles-ci. Le spilite nous paraît étranger de sa nature au terrain encaissant, aussi bien que le serait un filon métallifère à gangue de baryte sulfatée ou de quartz.

Nous admettons donc, avec le plus grand nombre des géologues, que les spilites du Dauphiné sont des roches éruptives, sorties des profondeurs du sol à l'état liquide ou pâteux, à la manière des laves volcaniques. Elles ont traversé les calcaires du lias et se sont moulées dans les fractures de ce terrain, sous forme de filons irréguliers, d'une puissance très-variable;

souvent l'épanchement a eu lieu entre deux couches de calcaire, et alors le spilite semble former un banc particulier, à peu près parallèle aux couches du lias. Ce genre d'intercalation a été fréquemment observé, pour diverses sortes de roches trappéennes, et une étude attentive a montré que ces prétendues couches de trapp, etc. n'étaient que des ramifications d'une masse de roche éruptive qui s'étaient glissées entre les bancs du terrain encaissant, au lieu de les traverser à peu près perpendiculairement.

Pour les spilites, on comprend d'autant mieux la possibilité d'une pareille insinuation, que, le plus souvent, ils sont au milieu de calcaires en couches verticales ou fortement redressées; il est tout naturel alors que les fentes à travers lesquelles ils se sont élevés à l'état de fusion, se soient faites dans le sens de ces couches elles-mêmes.

§ 78. — Il n'est pas impossible, du reste, que la disposition des spilites en nappes parallèles aux couches des calcaires du lias tienne quelquefois à une autre circonstance : *les spilites peuvent avoir fait éruption et avoir coulé à la manière des laves, à l'époque même où s'effectuait le dépôt du lias*, en couches horizontales. Dans cette hypothèse, les spilites seraient plus anciens que les assises calcaires qui les recouvrent, et ils auraient été soulevés et disloqués avec les calcaires eux-mêmes. Je ne suis pas éloigné de croire qu'il en peut être ainsi pour plusieurs affleurements de spilites du Dauphiné. On s'expliquerait ainsi leur disposition par lits assez réguliers, souvent superposés et présentant des alternances de diverses structures, compactes ou plus ou moins schisteux ; on s'expliquerait comment ils sont intercalés parallèlement aux couches calcaires, sans dérangement de celles-ci ; comment ils renferment, vers le contact, des débris de calcaires empâtés, et réciproquement, comment les calcaires renferment eux-mêmes quelquefois des fragments de spilite.

§ 79. — Les calcaires en contact immédiat avec les spilites n'en ont éprouvé généralement que des modifications peu importantes et peu étendues. Presque toujours, ils sont décolorés, sur une épaisseur de quelques décimètres au plus; ils sont devenus grisâtres, plus durs, plus sonnants, très-fendillés. Souvent aussi ils paraissent avoir été imprégnés de *silice*, et quand on les traite par les acides, ils laissent un résidu abondant de silice blanche, grenue ou floconneuse. La proportion de carbonate de magnésie y est souvent très-faible et ne paraît pas avoir jamais été introduite ni augmentée par l'influence de la roche éruptive.

Nous avons déjà signalé ces faits pour les localités de Champ (§ 63) et de Cagnet (§ 70); nous indiquerons plus loin un exemple remarquable de ces modifications des calcaires schisteux du lias au contact des spilites, à Navette en Valgaudemar (§ 116). Le spilite est quelquefois en contact immédiat avec le gypse, et celui-ci n'en a pas moins tous ses caractères habituels.

Les minéraux cristallisés qui se trouvent en noyaux ou en petites veines dans le spilite se sont souvent formés aussi dans les fissures des calcaires en contact: ainsi le *calcaire spathique*, le *fer carbonaté*, le *fer oligiste spéculaire*, etc.

On trouve même des lames de *fer oligiste spéculaire* dans le gypse, sans que celui-ci cesse d'être parfaitement blanc et pur (Champ, carrière Breton).

Réciproquement, on comprend que la composition du terrain qu'elle traverse a dû réagir sur la roche éruptive, et qu'une partie de ses éléments chimiques peut être empruntée à ce terrain. Ainsi le carbonate de chaux disséminé dans la pâte du spilite ou concentré en noyaux est plus abondant vers les limites ou dans les ramifications de la masse éruptive que dans ses parties centrales, et on peut supposer qu'il provient tout simplement de la dissolution d'une partie du calcaire en contact dans la pâte spilitique, au moment de l'éruption. Sou-

vent, au contact du spilite et du calcaire, il existe des conglomérats formés de fragments de ces deux roches et aussi des *roches de passage* réunissant les éléments chimiques de l'un et de l'autre. A Champ, par exemple, dans la carrière Breton, on trouve, entre le spilite et les calcaires magnésiens du lias, une zone étroite et irrégulière de deux à trois décimètres d'épaisseur formée par une roche violette, ressemblant beaucoup au spilite, et contenant 30 p. % de carbonate de chaux, environ 20 p. % de carbonate de magnésie et de fer, plus 50 p. % d'un résidu analogue à la pâte du spilite.

Les proportions considérables d'eau combinée et de carbonates qui existent dans les spilites tendent à montrer que la formation de ces roches n'a pas été purement ignée; que l'eau, à une haute température, faisait partie de la masse éruptive en fusion, et l'on conçoit alors facilement ces imprégnations mutuelles des éléments du spilite et de ceux des calcaires qu'il a traversés.

§ 80. — Nous avons dit précédemment que les amas de gypse intercalés dans le terrain du lias étaient souvent, mais non pas constamment, accompagnés de masses de spilite. Nous avons cité un assez grand nombre de gisements de gypse dans des localités où il n'y a aucun affleurement de spilite; et réciproquement, il existe beaucoup de gisements de spilite qui ne sont point accompagnés de gypse. Les masses considérables de spilite de Champoléon, du Valgaudemar, d'Aspres-lez-Corps, du Col d'Ornon, etc., sont dans ce dernier cas. Cependant, on ne saurait se refuser à admettre une liaison d'origine entre ces deux sortes de roches, si différentes d'ailleurs, mais qui tranchent si nettement, l'une et l'autre, avec la composition générale du terrain du lias. Nous avons pensé que le gypse et les dolomies qui l'accompagnent avaient été formés par dépôt, en même temps que les calcaires argileux du lias, sur des points particuliers où surgissaient des

sources minérales chargées de sulfates et de sels de magnésie. Rien n'empêcherait d'admettre que les soupiraux par lesquels jaillissaient ces sources minérales, ont pu aussi donner passage, avant ou après, ou à la même époque, à des masses éruptives en fusion, qui auraient traversé et parfois même recouvert, sous forme de *coulées*, les terrains sous-jacents et les dépôts de dolomies et de gypse. Ces *coulées de spilite*, en nappes comparables à celles des basaltes de la France centrale, auraient été recouvertes ensuite par de nouveaux dépôts et sembleraient ainsi former des couches intercalées, sensiblement parallèles à celles des calcaires, du gypse, etc. Lorsque les couches du terrain de lias ont été redressées, disloquées, ces nappes de spilite intercalées l'auraient été de la même manière, et une même nappe aurait pu être partagée ainsi en plusieurs lambeaux qui peuvent sembler aujourd'hui autant de filons distincts.

Je ne présente qu'avec beaucoup de ménagements cette hypothèse de l'épanchement des spilites pendant la période même du dépôt du lias ; cependant elle ne me paraît être formellement contredite par aucun fait, et elle peut servir à expliquer d'une manière très-simple les circonstances de gissement que présentent ces roches si remarquables.

§ 81. — A Champ, par exemple, si l'on examine la position des différents affleurements de spilite par rapport aux couches de calcaires et de gypse dont nous avons déterminé et figuré les contournements (pl. I, fig. 6), on voit que la roche éruptive semble former, sur ces divers points, des *couches* assez régulières, parallèles à celles des calcaires, et toujours situées presque immédiatement *au-dessus du gypse*, dans l'ordre de superposition qu'indique notre coupe. Rien n'empêcherait donc, ce semble, de considérer la masse de spilite figurée dans cette coupe à l'E. des carrières et celle qui surgit au-dessus de la carrière Breton, au S.-O., comme deux lambeaux d'une même nappe ou *coulée*, épanchée par dessus le dépôt gypseux. Sur la direction qui joint ces deux affleurements principaux, on aperçoit encore des spilites, *au toit du gypse*, de part et d'autre du petit massif calcaire qui sépare les deux bandes gypseuses; ce

serait encore des portions intermédiaires d'une même coulée, autrefois continue, disloquée depuis, avec et comme les couches du terrain de lias.

§ 82. — Les masses de spilite les plus considérables peut-être de tout le Dauphiné sont celles des environs d'Aspres-lez-Corps. Le spilite apparaît d'abord dans le fond des gorges du Drac, entre Aspres et Baufin; il forme là une grande masse de roches, tranchée verticalement par une fente étroite, où le Drac s'engouffre tout entier, sans parvenir à en corroder sensiblement les parois. Le *Pont du Loup*, à peine long d'une dizaine de pas, est jeté sur cette fente, un des accidents les plus curieux et des sites les plus étranges de nos Alpes. Le spilite s'élève à une grande hauteur de part et d'autre du Drac; il constitue un gros filon ou dyke, au milieu des calcaires du lias bouleversés, près du contact des terrains cristallisés sur lesquels reposent ces calcaires et qui forment les gorges du Drac en amont, jusqu'au Pont-Bernard.

Le spilite est ici sans noyaux, d'un vert foncé, et présente une structure grenue, des indices de cristallisation plus marqués que dans aucun autre affleurement. Cependant je n'y ai vu ni *pyroxène*, ni *amphibole* en grains distincts, et ce n'est que par la couleur et l'aspect général que la roche ressemble à certaines *dolerites*. Il fait effervescence avec les acides et renferme encore plus de 5 p. % de carbonate de chaux disséminé, avec un peu de carbonate de magnésium et de protoxyde de fer. Avec les acides concentrés il se comporte comme toutes les autres variétés de spilite.

Il est assez difficile de préciser l'époque d'éruption de cette masse de spilite et même de dire si c'est un filon qui a traversé les couches calcaires ou une coulée contemporaine du dépôt de ces couches. Ce qu'il y a de certain, c'est que c'est à tort que M. Rozet a dit que ce spilite du pont de Baufin avait traversé les *alluvions anciennes* ou nappes de cailloux roulés qui forment des terrasses sur les deux rives du Drac (1). Dans cette localité comme partout ailleurs, le spilite n'a jamais traversé de terrain plus moderne que le lias.

En montant du Drac à la grande route et continuant vers le N.-O., en laissant Aspres sur la droite, on suit le développement d'une énorme bande de spilites qui se rattachent très-probablement, par dessous les alluvions anciennes, avec celui du Pont du Loup. Cette zone de spilite, de plusieurs centaines de mètres de longueur, est

(1) *Bull. de la Soc. géol. de France*, 2^e s., t. 12, p. 216.

dans les calcaires du lias, près du contact du gneiss. D'après M. Sc. Gras (1), le spilite formerait une série de couches distinctes, peu inclinées, parallèles à celles des calcaires, et d'une épaisseur totale qu'on peut évaluer à 50 ou 60 mètres. Ces lits de spilite sont en partie de structure massive, en partie fissiles et de structure schisteuse. Ils sont séparés du gneiss par des calcaires décolorés, jaunâtres, passant souvent à l'état de *cargneules*, et un banc de calcaire gris, en contact immédiat avec le spilite. D'autre part, l'ensemble de ces nappes est recouvert par tout le reste de la série des calcaires du lias. M. Gras voit dans cette disposition des preuves à l'appui de son opinion de la formation des spilites sur place par l'altération d'une partie des couches calcaires du lias. Pour nous, nous sommes assez disposé à y voir une grande coulée de roche ignée épanchée à l'époque même du dépôt de ces calcaires.

La même localité a été étudiée à un autre point de vue par M. Fournet (2), qui considère aussi le spilite comme une roche éruptive, dont la composition chimique et la structure ont été d'ailleurs influencées par la nature du terrain calcaire. Vers la surface de contact, le spilite empâte beaucoup de menus fragments d'une sorte de jaspe noir très-dur, qui paraissent être des débris de marnes cuites; des débris de calcaires compactes, d'un brun clair, non altérés; d'autres débris de calcaire devenu plus cristallin et plus blanc; enfin, des fragments de quartz blanc, compacte, anguleux ou émoussés. Des globules de calcaire spathique pur et de petites veines de même nature remplissent les cellules et les fissures de la roche. Ces globules calcaires deviennent de moins en moins nombreux à mesure qu'on s'éloigne de la surface de contact du calcaire, et ils sont rares dans les parties centrales de la masse de spilite.

§ 83. — M. Fournet conclut de ses observations que le spilite est une roche éruptive, arrivée à l'état de fusion, mais modifiée par sa réaction chimique sur le terrain de calcaire argileux du lias. Le spilite serait une *dégénérescence*, dans le terrain calcaire, d'une masse éruptive qui, dans les profondeurs du sol, aurait eu une autre composition et une autre structure.

(1) *Bulletin de la Soc. géol. de France*, réunion à Grenoble, en 1840; 1^{re} s., t. 11.

(2) *Mém. de la Soc. d'agr. et d'hist. nat. de Lyon*, janv. 1858.

Mais M. Fournet pense que de nouvelles études sont nécessaires pour découvrir la souche d'où peuvent ainsi dériver les spilites.

Notre opinion concorde avec celle de notre savant collègue de la Faculté de Lyon ; et nous pensons, de plus, que l'éruption des spilites se rattache, dans les profondeurs du sol, à des éruptions de *diorites* traversant les terrains cristallisés. Ces matières, arrivant dans un autre milieu, dans les couches calcaires du lias, peut-être même s'épanchant en nappes sous-marines en même temps que ces couches se déposaient, se seraient consolidées avec une autre composition, avec de l'eau de combinaison, du carbonate de chaux dissous dans leur pâte et venant cristalliser dans leurs boursoufflures et leurs fissures, etc.

Les belles recherches de M. Delesse sur le métamorphisme des roches ont établi, comme un fait très-général, que la plupart des roches éruptives, et spécialement les roches *trap-péennes*, traversant certains terrains, et surtout des couches calcaires, avaient une tendance à se changer, près du contact, en silicates hydratés de magnésie et de fer, avec des carbonates intimement mélangés, c'est-à-dire à prendre une composition chimique tout à fait analogue à celle de nos spilites. C'est une raison de plus pour admettre comme très-probable que les spilites se rattachent, dans les profondeurs du sol, à des roches éruptives d'une autre structure et d'une composition minéralogique différente, qui auraient changé de caractère en pénétrant dans les calcaires du lias.

Jamais on ne voit les *spilites* autre part que dans les calcaires du lias ou à la limite précise de ces calcaires et des terrains inférieurs. Au contraire, les filons de *diorite*, fréquents dans les terrains cristallisés, ne se rencontrent jamais dans le lias. Cela s'expliquerait naturellement si on admettait que les *spilites* ont pu résulter de la modification des diorites, lorsque celles-ci passaient dans un autre milieu et que les conditions

de leur éruption et de leur consolidation se trouvaient ainsi subitement changées. Mais pour établir la vérité de cette supposition, il faudrait vérifier la *continuité* d'une masse de spilite avec un filon de diorite éruptive. Jusqu'ici aucune localité n'a fourni matière à une pareille observation ; toutefois, en donnant plus loin quelques détails sur le principal gisement de diorites éruptives de la région qui nous occupe (§ 105), nous verrons ces roches se transformer, dans le voisinage des calcaires, en *euphotides*, puis en *serpentinaes* ; et dans les calcaires mêmes, tout près de là, percent plusieurs masses de *spilite*, qui pourraient bien n'être encore que des ramifications détachées et modifiées de la même masse de roches éruptives.

§ 84. — Les spilites ne sont pas, généralement, des roches *métallifères* ; on y trouve accidentellement disséminés, en petites quantités, du *fer oligiste* spéculaire, de la *pyrite de fer cubique*, et plus rarement de la *pyrite cuivreuse* ou du *cuivre pyriteux panaché* (Navette, Champoléon). Cependant, dans quelques localités très-peu nombreuses, le spilite est accompagné d'un filon de quartz, qui suit parallèlement une des salbandes de la roche éruptive, et où les matières métalliques peuvent être plus abondantes que dans le spilite même ; nous en citerons plus loin des exemples (§ 115).

Quant aux spilites eux-mêmes, on ne pourrait songer à les utiliser que comme marbres d'ornement ; certaines variétés seraient assez faciles à tailler et à polir et produiraient peut-être un joli effet ; mais, en général, ces roches sont trop fendillées et de structure trop variable pour qu'on puisse les extraire en grands blocs et compter sur une exploitation suivie.

FILONS ET GITES MÉTALLIFÈRES.

§ 85. — La région des Alpes centrales est la région métallifère par excellence entre toutes celles du Dauphiné ; on y rencontre des gisements nombreux de métaux très-variés ; il est seulement à regretter que l'importance de ces gîtes ne réponde pas à leur nombre et que la plupart d'entre eux soient inexploitable par suite de leur exigüité et des difficultés d'accès et de transport.

L'immense majorité de ces gîtes métallifères appartient aux terrains cristallisés ; on peut ajouter qu'ils sont peu nombreux dans les granites ou protogines, par exemple dans les parties centrales du massif du Pelvoux ; ils sont, au contraire, très-fréquents dans les gneiss et les schistes micacés ou talqueux.

Les gîtes métallifères, dans les terrains cristallisés, sont ordinairement des *filons*, c'est-à-dire des fentes étroites, plus ou moins régulières, coupant nettement le terrain et remplies par des matières spéciales, venues de l'intérieur du sol, qui se sont consolidées dans ces fentes et y ont pris, en général, une structure cristalline.

Parmi ces filons, on peut distinguer tout d'abord comme un groupe spécial les filons de fer spathique qui alimentent les hauts-fourneaux de l'arrondissement de Grenoble ; nous allons nous en occuper en premier lieu.

1° *Filons de fer spathique (carbonate de fer cristallisé).*

§ 86. — Ces filons sont très-nombreux dans les schistes talqueux et les gneiss micacés de la chaîne de Belledonne, de-

puis la vallée de l'Arc en Savoie jusqu'à la gorge de la Romanche.

Ils se composent de *fer spathique* lamelleux, dont on distingue plusieurs variétés. Les minerais à petites lames, appelés *rives*, contiennent peu de carbonate de magnésie et beaucoup plus de carbonate de manganèse que les suivants. Les minerais à grandes lames (*maillats*) sont, au contraire, pauvres en manganèse et contiennent beaucoup de carbonate de magnésie. Enfin, ceux à lames moyennes (*rives orgueilleux*) ont une composition intermédiaire (1). Les minerais à petites lames sont, en général, les plus riches, les plus faciles à fondre et les plus estimés pour les fontes à l'acier.

Le fer spathique est souvent en partie altéré par le contact de l'air et les infiltrations de l'eau aérée, et il devient alors de l'*hydrate de peroxide de fer*, de couleur brune, dit *mine douce*. Dans cette décomposition le carbonate de magnésie est presque complètement enlevé; le minerai devient léger, poreux et bien plus facile à fondre. Aussi c'est cette variété de minerai que les anciens recherchaient spécialement et qu'ils traitaient dans de petits fourneaux dont on trouve les scories sur un grand nombre de points de nos montagnes.

Le minerai de fer spathique est toujours mêlé d'une quantité plus ou moins grande de *quartz* blanc, laiteux, qui en diminue la richesse. Le minerai trié pour le haut-fourneau contient en moyenne 10 à 12 p. % de cette gangue quartzreuse.

On y rencontre souvent de petites quantités de *pyrite de fer*, de *pyrite cuivreuse*, de *cuivre gris*, de *galène*, etc.; ces matières accidentelles sont toutes nuisibles à la qualité de la

(1) Voir les analyses d'un grand nombre de ces minerais, par M. Gueymard, *Statistique générale de l'Isère*, t. 1, pag. 889 et suivantes.

fonte ; quelquefois leur abondance a forcé d'abandonner l'exploitation de certains filons.

§ 87. — Les filons de fer spathique les plus importants sont ceux du pays d'Allevard. Ils sont presque tous compris dans un chaînon entièrement formé de schistes talqueux, qui se détache de la chaîne principale au nord du col de la Coche, et qui sépare le vallon de la Ferrière de la vallée de l'Isère ; sur ce chaînon se trouvent les exploitations de la Genivelle, de la Croix-Recullet, de la Tailla, etc. ; sur son prolongement au delà de la gorge d'Allevard, celles des Envers (*fig. 5, pl. I*), etc. Les principaux filons de ce district n'ont pas, en général, plus d'un mètre de puissance ; dans quelques cas exceptionnels cette puissance s'élève à 4 ou 5 mètres.

Il existe aussi des filons sur le flanc de la chaîne principale, par exemple, celui de la *Chevrette*, dans la combe de Veyton ; il est remarquable par sa puissance de 4 à 5 mètres et par la jolie brèche orbiculaire qu'on trouve à la salbande inférieure ; cette brèche est formée de fragments de la roche encaissante (schiste talqueux), autour desquels a cristallisé d'abord une zone blanche de quartz, et les noyaux ovoïdes ainsi formés sont enveloppés par le fer spathique à lames moyennes qui forme la masse du filon.

En général, plus on s'élève sur les flancs de la chaîne de Belledonne, plus les filons de fer spathique deviennent minces et irréguliers ; ils sont en général très-purs, mais inexploitable à cause de leur exiguité et de leur accès difficile. Dans les hauteurs de la chaîne, formées de gneiss, il y a eu quelques exploitations de minerais réputés d'une qualité supérieure, tels que ceux du Cros et de la Sitre, au-dessus de Laval. Tels sont encore, sur le revers opposé de la chaîne, les filons qui alimentaient autrefois le haut-fourneau d'Articol dans la vallée de l'Olle. Ces gîtes, encaissés dans le gneiss, sont le plus souvent des *filons-couches* parallèles aux strates

de la roche, et se terminant en coins effilés, à de faibles distances dans tous les sens (1).

Les filons de fer spathique reparaissent en grand nombre et avec une puissance souvent remarquable sur le flanc occidental de la chaîne, formé par les schistes talqueux, au-dessus de Vaulnaveys et de Vizille; ce sont, pour la plupart, des minerais à grandes lames, et les filons sont moins riches, beaucoup plus quartzeux que ceux d'Allevar. En suivant le prolongement de la direction des schistes talqueux de Vizille vers le S. S.-O., on rencontre les mêmes roches à Mézage, au Lac-Mort, à Saint-Théoffrey et à la Motte-Saint-Martin; et jusque dans cette dernière localité on retrouve, dans ces schistes, des filons de fer spathique. Le filon du Pré, près de la concession d'anthracite de Serre-Leycon, est remarquable en ce qu'il se prolonge, sans déviation et sans discontinuité, des schistes talqueux dans les grès à anthracite (2); on doit en conclure que ce filon, et sans doute aussi la plupart des autres, n'ont été formés que postérieurement au dépôt et à la consolidation des grès à anthracite. Nous verrons, du reste, d'autres faits qui démontrent que certains filons de fer spathique sont bien moins anciens encore.

La montagne métallifère de Vaulnaveys, formée de schistes talqueux, détachée de la chaîne principale par le col de Prémol et le vallon qui en descend sur Séchilienne, reproduit exactement les mêmes conditions géologiques que le chaînon métallifère d'Allevar. Les schistes talqueux de Mézage, du Lac-Mort, de Saint-Théoffrey, de la Motte, peuvent être considérés comme le prolongement de ce rameau de Vaulnaveys, en partie caché par un recouvrement de grès à anthracite et de calcaires du lias.

(1) Voir, pour plus de détails, *Statistique générale de l'Isère*, t. I, par M. Gueymard.

(2) Gueymard, *Stat. gén. de l'Isère*, t. I, p. 381.

Ainsi les deux districts remarquables par l'importance, le nombre et la régularité de leurs filons de fer spathique correspondent à deux *ramifications détachées du flanc occidental de la chaîne de Belledonne* ; tandis que dans la chaîne principale les filons de fer, sur les deux versants (Laval et Articol), sont généralement peu suivis, peu réguliers, d'une faible puissance, et inexploitablement lors même qu'ils sont très-purs.

« L'épaisseur des filons paraît être en raison inverse avec la hauteur des montagnes ; elle est toujours plus grande dans les schistes talqueux que dans les gneiss qui forment les sommités de la chaîne. Dans les parties élevées, les filons de fer sont très-nombreux, mais leur puissance est tellement réduite qu'ils sont inexploitablement. Ces filons si minces n'ont que très-peu d'étendue en longueur et en profondeur ; ils sont tous terminés en coin dans la profondeur. » (Gueymard, *Statistique de l'Isère*, t. I, p. 451.)

Dans l'ensemble de la chaîne et même dans chacune de ses parties, par exemple dans le canton d'Allevard ou dans celui de Vizille, les filons de fer spathique ont des directions très-diverses : on ne saurait dire si ces filons de directions différentes sont de même époque ou de plusieurs époques distinctes. Dans les principales exploitations d'Allevard, les filons sont transversaux, leurs directions sont à peu près perpendiculaires à l'axe de soulèvement du chaînon de schistes talqueux qui les renferme.

Indépendamment des filons de fer carbonaté, il existe aussi, sur divers points de la chaîne de Belledonne, des filons de *fer oligiste* (peroxide de fer cristallisé) et de *fer oxidulé* magnétique. Ils sont surtout dans les parties élevées de la chaîne, dans les gneiss, et encore bien moins étendus et moins réguliers que les filons de fer spathique des mêmes localités. Ils se terminent aussi en coin à de faibles distances, en longueur et en profondeur.

En dehors des parties de la chaîne de Belledonne comprises

entre la vallée de l'Arc et la gorge de la Romanche et du rameau de schistes talqueux qui s'en détache, de Vizille à la Motte-Saint-Martin, on ne connaît, dans le reste des Alpes centrales du Dauphiné, aucun filon de minerais de fer d'une importance notable et susceptible d'exploitation.

2° Gîtes métallifères divers.

§ 88. — Il existe dans les Alpes centrales du Dauphiné un grand nombre de gîtes métallifères, renfermant des minerais très-variés. Quelques-uns donnent lieu à des exploitations importantes; beaucoup sont inexploitable à cause de leur pauvreté ou de leur accès trop difficile.

Ces gîtes se présentent de diverses manières: les uns sont des *filons* plus ou moins réguliers, coupant nettement les couches du terrain encaissant. Ils sont nombreux dans les gneiss, plus rares dans les schistes talqueux ou micacés; quelques-uns sont encaissés dans le lias, et même il en est que l'on voit passer des terrains cristallisés dans les assises inférieures des calcaires. D'autres gîtes sont des gîtes de contact, à la limite du lias et des terrains cristallisés, ou au contact du lias et d'une roche éruptive; d'autres, enfin, consistent en petites veines sans continuité ou en amas irréguliers dans les calcaires du lias.

Les minerais les plus fréquents sont: 1° La *galène* ou *plomb sulfuré*, plus ou moins argentifère; elle est à grandes ou à petites facettes; sa richesse en argent est très-variable; 2° la *blende* (zinc sulfuré); 3° la *pyrite cuivreuse* et la *pyrite de fer* ordinaire, souvent associées dans le même gîte; 4° le *cuivre gris*, sulfure d'antimoine et de cuivre, avec plus ou moins de fer, souvent riche en argent, et la *bournonite*, sulfure mixte d'antimoine, de cuivre et de plomb, en général un peu argentifère. Dans des gîtes particuliers se trouvent

encore divers minerais de nickel et de cobalt, d'argent, de l'or natif, etc.

La gangue la plus ordinaire des filons est le *quartz*. La *baryte sulfatée* lamellaire forme souvent la gangue des filons de *galène*; quelquefois elle est associée au quartz dans le même filon. Le *calcaire spathique* existe aussi comme gangue, mais bien plus rarement; le *fer carbonaté spathique* peut aussi quelquefois jouer ce rôle. Enfin, dans certains filons, les minerais sont disséminés dans des matières terreuses, argileuses, ocreuses, qui semblent résulter de la décomposition des roches encaissantes; l'oxide de fer provient souvent de l'altération des *pyrites* par l'oxigène de l'air et de l'eau aérée; et cette altération donne naissance en même temps à de l'acide sulfurique qui décompose les minéraux constituant la roche elle-même.

La distribution des gites métallifères dans les Alpes centrales du Dauphiné ne paraît jusqu'ici soumise à aucune loi précise. Nous nous contenterons de signaler les gisements les plus intéressants des diverses parties de cette région.

Une grande partie des détails que nous allons donner sera empruntée à la *Statistique générale du département de l'Isère*, t. 1, par M. Gueymard, ainsi qu'à d'autres publications de ce savant ingénieur, qui a tant fait pour le progrès des exploitations métallurgiques dans nos pays. Nous devons aussi de précieux documents, en partie inédits, à M. Graff, qui a dirigé pendant plusieurs années les exploitations d'Allemont et des Hautes-Alpes.

§ 89. — **Chaîne de Belledonne.** — Dans cette chaîne, depuis la frontière jusqu'à la Romanche, il existe quelques gîtes de minerais cuivreux et quelques filons de galène, dont aucun ne mérite une mention spéciale; ils sont tous dans les schistes talqueux ou dans les gneiss. Les filons de *galène* des environs de Vizille (Montjean, Mézage), sont encore très-exigus; les filons des Ruines de Séchienne contiennent surtout de la *blende* avec de moindres quantités de

galène, de *cuivre pyriteux* et de *cuivre gris* argentifère. Ces filons sont encaissés dans les schistes talqueux.

Le filon de la *Fayolle*, au S. de Laffrey, est situé dans un mamelon de schistes talqueux, au bord du lac de ce nom. Il est assez puissant, mais d'une structure et d'une richesse très-variables dans les parties explorées jusqu'ici. Il présente une association de *blende*, de *galène*, de *fer spathique* et d'une gangue quartzreuse: l'un ou l'autre des trois minerais domine dans les diverses parties du filon; ils forment quelquefois des associations remarquables par globules à couches concentriques, qui rappellent, avec une autre disposition des minéraux, la brèche globulaire du filon de la *Chevrette* (§ 87).

La montagne de Taillefer, celles de Lavaldens et d'Entraigues renferment divers filons de *galène*, généralement pauvres et d'un accès pénible. Signalons en passant le gîte unique et très-curieux de *sulfo-antimoniure de nickel* de Valbonnais; il forme un petit filon de minerai presque pur, sur 0^m2 d'épaisseur, dans un gneiss très-schisteux, à une heure et demie au-dessus de Valbonnais. D'après M. Gueymard, ce minerai contient jusqu'à 22 p. % de nickel métallique.

Le filon de *galène* de *Brouffier*, sur une des crêtes de Taillefer, offre un intérêt géologique particulier.

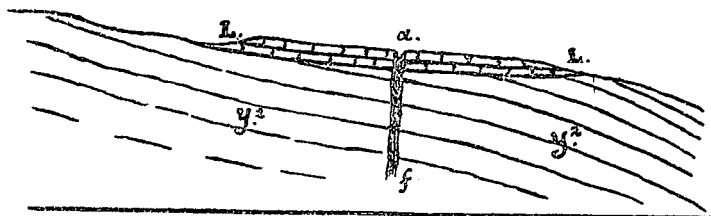


Fig. 11. — Aspect géologique de l'escarpement et du filon de Brouffier, montagne de Taillefer.

La fig. 11 montre l'aspect de l'escarpement de Brouffier, regardant le N.O., au-dessus des petits lacs de même nom. Il est formé de schistes talqueux verdâtres, y^2 , dont les couches plongent d'environ 40° vers l'E.S.E. Ces schistes sont recouverts, sur leurs tranches, en stratification évidemment discordante, par un petit lambeau de calcaire magnésien du *lias* L, en couches presque horizontales; ce calcaire n'occupe qu'une zone étroite, sur la crête même. Les deux terrains superposés sont coupés par un filon *f*, à peu près ver-

tical, de plus d'un mètre de puissance, composé de *baryte sulfatée* presque compacte et de *galène* à petits grains, médiocrement argentifère, disséminée dans cette gangue. Ce filon se dessine sur l'escarpement et se voit de loin, tel que l'indique la figure; c'est un exemple remarquable d'un filon traversant deux terrains différents, superposés en stratification discordante. Il est évident, d'après cela, qu'il n'a été formé qu'après le redressement des schistes talqueux et le dépôt des couches du lias, et probablement encore après le soulèvement de celles-ci.

On gravit la crête, un peu au nord du filon, et on atteint l'affleurement *a* dans les calcaires L. De là on peut encore suivre la trace du filon, sur une centaine de mètres environ, sur le versant S. E.; cette trace est marquée par des attaques qui ont été faites à différentes hauteurs. On voit qu'il est dirigé du N.-O. au S.-E., perpendiculairement à l'escarpement, et qu'il coupe ainsi obliquement la direction des schistes talqueux (N. 26° E.). Chacune des épontes du filon doit offrir la disposition indiquée fig. 11 bis; on l'a attaqué à



Fig. 11 bis. — Coupe de la crête de Brouffier, suivant une des épontes du filon.

l'affleurement supérieur en *a*; *bb* est une galerie qui traverse la crête, en suivant le filon, à la base des calcaires; *c* est une autre attaque, plus bas, dans les schistes talqueux. Dans cette série de points, le filon va en se rétrécissant rapidement, et n'a plus que 0^m2 de puissance en *c*; un peu plus bas il paraît cesser complètement, vers *d*, en se terminant en coin effilé. En poursuivant la direction de l'affleurement, vers le S.-E., on n'en rencontre plus de traces.

Ce filon n'est pas exploitable; cependant j'ai cru devoir le décrire, parce qu'il offre des particularités intéressantes, qu'il se montre bien à découvert, et que, mieux que tout autre, il est propre à donner une idée nette de ces sortes de gites. La course de La Morte à Brouffier et au sommet de Taillefer est du reste une des plus belles que l'on puisse faire dans la chaîne de Belledonne.

De Taillefer au Grand-Galbert et à l'Inferniet jusqu'au bord de la

plaine de l'Oisans, on rencontre dans les gneiss beaucoup de filons de quartz, dont quelques-uns sont métallifères. Ils renferment de la galène et plus ou moins de cuivre gris, intimement mélangés. Leur teneur en argent paraît dépendre surtout de la proportion de cuivre gris. — Le filon de l'Infernet, au-dessus d'Oulles, a donné pendant un temps, de belles espérances qui ne se sont pas soutenues. Ce filon est encaissé dans le gneiss et à gangue quartzreuse ; on peut le suivre en affleurement sur une grande longueur, dans la direction d'Oulles. D'après les renseignements qu'a bien voulu nous donner M. Graff, ce filon arrive en contact avec les calcaires du lias ; mais, à l'inverse de celui dont nous venons de parler, il ne se prolonge pas dans ces calcaires.

§ 90. — **Mines des Chalanches d'Allemont.** — Les célèbres mines des Chalanches, situées à une altitude d'environ 2,000 mètres, à plus de trois heures au-dessus du village d'Allemont, consistent en filons très-nombreux, mais généralement minces et dont les parties productives ont peu d'étendue en longueur et en hauteur. Ces filons traversent la montagne dans divers sens et forment un réseau extrêmement compliqué. Leur épaisseur atteint rarement trente centimètres et on n'en connaît que deux ou trois qui aient pu être suivis sur 80 ou 100 mètres de longueur. Leur interruption est souvent due à ce qu'ils sont coupés par des fentes stériles, remplies de blocs et d'argiles (1).

D'après les recherches de M. Graff, les filons métallifères des Chalanches peuvent être distingués en deux groupes principaux :

1^o Filons dirigés du nord au sud et plongeant vers l'ouest ; ils sont par conséquent à peu près parallèles aux couches des gneiss. Ces filons sont formés principalement d'une gangue ocreuse, que l'on peut regarder comme provenant de pyrites décomposées, contenant de l'argent natif disséminé en proportion très-variable.

2^o Filons dirigés de l'est à l'ouest, plongeant au nord ; autres dirigés du nord au sud, mais plongeant vers l'est. Ces deux systèmes sont les plus importants ; ils contiennent des minerais très-variés de cobalt, de nickel, d'antimoine, du fer spathique, de l'ocre, etc. ; toutes ces

(1) Schreiber, *Journal de Physique*, mai 1784 ; reproduit dans le *Bull. de la Soc. de stat. de l'Isère*, 1^{re} série, t. I. — H. de Thury, *Journal des Mines*, t. 20. — Gueymard, *Stat. génér. de l'Isère*, t. I, p. 388 et 405. — *Bull. de la Soc. de stat. de l'Isère*, 1^{re} série, t. I, p. 27.

matières sont plus ou moins argentifères. La gangue de ces filons est tantôt ocreuse, tantôt formée de calcaire spathique. Les minerais caractéristiques de ces filons sont le *cobalt arsénical* (arséniure de cobalt, le *cobalt gris* (sulfo-arséniure de cobalt), le *nickel arsénical* (arséniure de nickel); les minéraux terreux ou pulvérulents qui résultent de l'altération de ceux-là : *arséniate de cobalt rose*, *oxide noir de cobalt*, *arséniate de nickel*; puis l'*antimoine arsénical*, l'*antimoine natif*, etc. L'argent est disséminé principalement dans les gangues ocreuses et dans les minerais terreux, colorés diversement par les arsénates de cobalt et de nickel.

Ces filons se partageant en deux systèmes de directions différentes, à peu près à angle droit l'une avec l'autre, on pourrait présumer qu'ils sont de deux époques distinctes. Cependant leur composition est identique, et cela tend à faire croire qu'ils ont été remplis en même temps. Les travaux n'ont pas donné lieu d'observer leur intersection mutuelle, ce qui aurait permis de décider la question. Au contraire on voit, sur plusieurs points, ces filons couper ceux du premier groupe, les traverser en les rejetant, ce qui prouve qu'ils sont d'une époque plus récente.

Les filons métallifères des Chalanches sont renfermés dans un espace d'environ 600 mètres de long sur 800 de large; ils sont très-nombreux et se coupent rarement, parce que leur longueur est trop limitée; le même filon ne conserve guère au-delà de 12 à 16 mètres sa direction et son inclinaison. Les *filons-couches*, parallèles aux feuilletés des gneiss, dirigés du sud au nord avec inclinaison à l'ouest, sont moins sujets à ces dérangements. Les filons proprement dits qui ont cette même direction nord-sud, mais plongeant vers l'est, se soutiennent mieux, en général, que les filons de direction perpendiculaire. La richesse en argent est aussi extrêmement variable; elle s'élève quelquefois, par places, à 30 ou 40 p. %, et à quelques mètres de là il y en a à peine des traces.

Dans presque tous les filons des Chalanches on trouve des gangues calcaire, magnésien d'une couleur bleuâtre ou cendrée. Le calcaire paraît avoir, dans le principe, formé le filon à lui seul; les substances métalliques sont arrivées après. C'est ainsi qu'on trouve du calcaire imprégné d'argent natif filiforme, comme aussi des fragments de calcaire, dans la masse métallique. Dans quelques cas, le filon calcaire est très-développé, avec une puissance qui peut aller à plus d'un mètre, tandis que la matière métallique est à peine visible. Ces parties calcaires renferment quelquefois des minéraux particuliers (*galène, blende, cinabre, pyrite de fer*), dont on ne trouve pas de traces dans les filons métallifères proprement dits. Les morceaux de calcaire empâtés dans les filons métalliques sont altérés à la surface, de ma-

nière à ne plus faire effervescence avec les acides : le centre de ces noyaux est intact.

Les filons métalliques sont tantôt au toit des filons calcaires, tantôt au mur, rarement des deux côtés, plus rarement encore au milieu. Les plus abondants et les plus productifs sont ceux qui se trouvent au toit du calcaire : lorsque le cobalt domine, cette disposition devient une règle générale.

Outre les filons métallifères, la montagne des Chalanches présente encore plusieurs systèmes de filons stériles. D'abord, des filons de *diabase* ou *amphibolite* (§ 73) sur lesquels nous reviendrons (§ 101) ; ils sont plus anciens que les filons métallifères : dans la galerie du *cobalt*, un filon proprement dit de *diabase* est coupé par un filon nord-sud d'ocre argentifère du premier groupe mentionné ci-dessus. D'autre part, la montagne est traversée par de grandes fentes, remplies d'énormes blocs à arêtes vives, mêlés à des argiles sableuses et mica-cées. Ces fentes ont une puissance considérable, qui s'élève parfois à cinq mètres : elles ne renferment point de substances métalliques. Ces filons stériles, appelés par Schreiber *filons sauvages*, sont peu réguliers soit dans leur direction, soit dans leur inclinaison ; ils coupent et traversent les filons métallifères et sont par conséquent postérieurs. On peut même reconnaître un dernier système de filons stériles, remplis, comme les précédents, de pierres et d'argiles ; ils s'en distinguent en ce qu'ils les traversent et sont généralement moins puissants.

Indépendamment de ces grandes fentes postérieures au remplissage des filons métallifères, il y a encore beaucoup de fentes qui souvent arrivent au jour. On les remarque dans les parties des roches de gneiss qui ont été brisées et disloquées. Ces accidents paraissent subordonnés aux filons métallifères du second groupe ; c'est dans leur voisinage que les gneiss sont ainsi fracturés. Mais ces fentes secondaires sont remplies par le haut et ne contiennent que des argiles ocreuses. Les filons métallifères qui se trouvent dans ces roches brisées sont souvent ramifiés ; les matières métalliques ont pénétré dans toutes les petites fentes qui communiquaient avec la fente principale (1).

Ces fentes et crevasses innombrables qui se sont produites à différentes époques dans la montagne des Chalanches amènent dans les filons métallifères beaucoup de dérangements et d'interruptions ;

(1) Ces détails sont empruntés aux recherches de M. Graff, *Bull. de la Soc. de Stat. de l'Isère*, 1^{re} s., t. 1, p. 27.

mais, d'autre part, elles favorisent beaucoup l'abattage des roches et l'avancement des galeries de recherche.

Les mines des Chalanches sont uniques dans les Alpes, et même dans le monde métallurgique, par l'association de leurs minerais si variés d'*argent*, de *nickel* et de *cobalt*. La valeur élevée de ces trois métaux doit soutenir une exploitation bien dirigée, malgré l'irrégularité des gîtes et le peu de continuité des veines métallifères. Mais ces circonstances exigent un aménagement particulier et l'établissement d'une réserve en harmonie avec l'importance de l'exploitation. Ces mines ne sont pas épuisées, et il y a lieu d'espérer qu'elles pourront être reprises avec avantage, par de nouveaux étages de travaux au-dessous du niveau des anciennes galeries.

§ 91. — **Filon de la Gardette.** — Le gîte de la Gardette, situé à six kilomètres au sud du Bourg-d'Oisans (1), est un filon de *quartz* encaissé dans le gneiss et contenant de l'*or natif*. Les feuillettes du gneiss sont dirigés du S.-E. au N.-O. avec une inclinaison de 40° vers le N.-E.; ils sont coupés par le filon, dirigé à peu près de l'E. à l'O. et plongeant au sud sous un angle de 70 à 80°.

Sa puissance varie, en général, de 0^m3 à 0^m9; elle se réduit parfois jusqu'à 0^m1; sa longueur a été reconnue par les travaux d'exploitation sur près de 500 mètres. Ce filon est remarquable par la régularité de son allure; de distance en distance on rencontre des renflements et des cavités hérissées à l'intérieur de prismes de *quartz hyalin*; ces cavités, ou poches à cristaux, ont fourni à toutes les collections minéralogiques de magnifiques échantillons. A part ces renflements locaux, le quartz est compacte ou très-confusément cristallisé.

Le filon de la Gardette est remarquable par un grand développement de surfaces polies, ou *miroirs*, marquées de stries parallèles et résultant de glissements, de frottements énergiques. Ces surfaces polies, dont on trouve des exemples dans beaucoup de localités, sont ordinairement striées dans le sens de la pente; ici, au contraire, les stries sont sensiblement *horizontales*. De plus, on observe ces surfaces polies, non seulement aux salbandes du filon, mais encore dans son épaisseur; ces *miroirs* sont parallèles aux différentes bandes de quartz qui composent le filon et ont sans doute un rapport intime avec leur formation. Dans plusieurs endroits, le filon présente huit ou dix de

(1) Les détails que nous donnons ici sur ce filon sont empruntés, en grande partie, à une notice de M. Graff, *Ann. de la Soc. d'agr., etc. de Lyon*, 1839.

ces surfaces de glissement, rapprochées les unes des autres, ce qui paraît indiquer quatre ou cinq glissements successifs, quatre ou cinq époques de dédoublement et de réouverture du filon, dont chacune aurait été suivie de son remplissage par une nouvelle bande de quartz.

Ainsi, le filon ne paraît pas résulter d'une fracture unique, d'une simple fente remplie d'un seul coup par le quartz : après le premier remplissage la fracture s'est renouvelée plusieurs fois dans le plan même du filon ; la fente s'est rouverte à plusieurs reprises et a été remplie chaque fois par une nouvelle bande de quartz. Ces diverses bandes se distinguent les unes des autres par des différences de structure, de couleur, et les divers minerais disséminés dans ces gangues quartzeuses.

Indépendamment du parallélisme des différentes bandes de quartz séparées par les surfaces de glissement, chacune d'elle présente, plus ou moins nettement, une texture *rubanée*, qui indique une cristallisation successive et intermittente du quartz. Dans une de ces bandes, de 0^m09 d'épaisseur, comprise entre deux surfaces de glissement, on a compté trente-huit rubans, tous à peu près de même épaisseur.

Le premier remplissage du filon paraît avoir eu lieu sur une épaisseur totale de 0^m10 ou 0^m13, par du quartz contenant de la *galène* à grain fin, des *pyrites de fer et de cuivre*, du *cuivre gris*. L'or paraît être arrivé surtout à l'époque du deuxième remplissage ; il se trouve disséminé, à l'état natif, sous forme de petites lames ou de grains, et surtout dans un quartz enfumé, d'un bleu noirâtre, très-reconnaisable à son aspect ; on le rencontre aussi dans le quartz rubané, et on a remarqué que le métal était particulièrement concentré dans les étranglements du filon. Le quartz est souvent aurifère sans que l'or y soit en paillettes visibles ; on trouve aussi, dans ces parties du filon, de la *galène* aurifère à grandes facettes, qui est quelquefois pénétrée de filets d'or dans tous les sens.

Nous avons dit que les stries des surfaces de glissement étaient *horizontales* ou dans le sens de la *direction* du filon ; on les rencontre sur une étendue de plus de 400 mètres en longueur et une profondeur de 80 mètres, dans presque toute l'étendue des galeries. Cette position horizontale est d'autant plus exceptionnelle qu'elle existe également pour les stries des diverses époques de glissement ou de réouverture du filon. M. Graff pense que le filon et le terrain dans lequel il est encaissé étaient autrefois dans une position toute différente ; que les stries s'y sont produites par des glissements successifs du toit sur le mur, aux diverses époques de dislocation, dans le sens de la plus grande pente, puisque toute la masse de la montagne a été retournée dans un mouvement du soulèvement ou d'abaissement

général, de telle sorte que les stries sont devenues sensiblement horizontales. Ce changement de position du filon et de la roche encaissante dateraient de l'époque des derniers dérangements qu'ont subis, sur ce point, les couches des calcaires du lias, primitivement horizontales et aujourd'hui dirigées au N. N.-E., avec une inclinaison de 25° vers l'ouest.

Malgré la régularité du filon, l'exploitation de la mine de la Gardette n'a jamais eu des résultats avantageux. Mais les pertes éprouvées sont venues surtout des frais de première installation des travaux ou d'une administration défectueuse, et les produits obtenus ne sont pas hors de proportion avec les dépenses faites en travaux sur le filon même. Les dernières recherches ont été faites spécialement dans la partie supérieure du filon, et on les a poussées jusqu'à la rencontre du calcaire du lias qui recouvre les gneiss; mais, en arrivant à ce terrain, le filon a perdu son allure et s'est divisé en trois petites veines, contenant seulement de la galène un peu aurifère. L'issue de ces recherches donne tort aux inductions théoriques d'après lesquelles on avait pensé que l'or devait se trouver surtout dans les parties supérieures du filon et dans les calcaires magnésiens du lias où l'on supposait que ce filon se prolongerait. Nous ne pensons pas qu'il y ait une relation réelle entre le remplissage du filon et la présence des *spilites*, qui traversent les calcaires près de la mine. Si un jour une compagnie essaie de reprendre l'exploration du filon de la Gardette, c'est vers les parties inférieures qu'il conviendra de diriger les travaux.

§ 92. — **Mines de la chaîne des Rousses.** — La chaîne des Rousses renferme divers filons, exploités autrefois, mais abandonnés depuis longtemps : telles sont les mines de Brandes; du Lac-Blanc, de l'Herpie, sur la pente méridionale des Grandes-Rousses, au-dessus des pâturages d'Huez. Ce sont des filons de *baryte sulfatée* ou plus rarement de *quartz*, encaissés dans les gneiss, et contenant de la *galène* et du *cuiivre gris argentifère*. Malgré les immenses travaux dont ils ont été l'objet autrefois, à une époque inconnue, il n'est pas probable qu'ils aient jamais été bien productifs. Le triage des minerais a été fait avec tant de soin, que c'est à peine si on peut en recueillir encore des indices, dans d'énormes amas de déblais; cette circonstance tend à faire croire que ces minerais avaient une teneur assez élevée en argent.

A l'extrémité nord de la chaîne des Roussés, il existe aussi des traces d'anciennes exploitations, particulièrement la mine d'or de la *Demoiselle*, dans le granite à petits grains, près du col de Couard.

Cette mine, objet de légendes fabuleuses, consiste en *cuivre pyriteux aurifère*. D'après M. Héricart de Thury, la richesse serait seulement de 28 360 d'or, soit environ 7 fr., par 100 kil. de cuivre noir. Le minerai paraît d'ailleurs peu abondant, le gîte est à une élévation très-grande, d'une exploitation difficile, et sa reprise n'aurait aucune chance de succès. Dans le même vallon se trouve le filon de la *Cochette*, découvert depuis environ quarante ans. Il contient du *cuivre pyriteux* et du *cuivre gris argentifère* (48 fr. d'argent par 100 kil.). Ce filon est encaissé dans les calcaires magnésiens du lias; sa puissance, de 0^m25 à la surface, est de 0^m66 à six mètres de profondeur. Les calcaires n'ont qu'une faible épaisseur et reposent sur le gneiss, de sorte qu'en poursuivant l'attaque de ce filon en profondeur on le trouverait certainement encaissé dans le gneiss, et il y aurait quelque probabilité de l'y trouver plus puissant et plus régulier que dans le calcaire. C'est un nouvel exemple d'un filon traversant les terrains cristallisés et les calcaires qui les recouvrent.

§ 93. — **Mines des environs de la Grave.** — Dans les gneiss de la combe de Malaval, où la Romanche coule entre la Grave et le Dauphin, il existe divers filons, renfermant des minerais de cuivre ou de plomb, et remarquables, en général, par les hauteurs considérables sur lesquelles on les voit apparaître en affleurements dans les escarpements gigantesques des deux côtés de cette gorge étroite. Les directions de ces filons sont transversales à celle de la gorge et généralement peu éloignées dans la direction nord-sud. Nous citerons : 1° les filons de *cuivre pyriteux* à gangue de quartz, de Ristord, sur la rive droite, et de Combe de Courbette sur la rive gauche; 2° le filon de Pont-Long (rive droite), contenant de la *galène*, de la *blende* et du *cuivre pyriteux*; et, en face, celui de Fêche-Pélessière (rive gauche), de même composition; 3° les filons de *galène argentifère* du Grand-Clos, qui constituent la mine de plomb la plus importante des Alpes centrales du Dauphiné; cette mine fournit de la *galène* pure qui se vend comme alquifoux, et surtout le plomb nécessaire au traitement des minerais d'argent d'Allemont.

Le gîte du Grand-Clos consiste principalement en deux filons, celui de Pisse-Noire, comprenant les exploitations de ce nom et celles de la Grande-Balme et de l'Escarcelle; et le filon de Javanelle situé un peu plus à l'ouest, également sur la rive droite de la Romanche. Le filon de Pisse-Noire présente une puissance moyenne de deux mètres en minerai de bocard; les gangues sont ordinairement de quartz, d'autres fois de spath calcaire. Ce filon se dessine en affleurement sur une roche abrupte, de cinq à six cents mètres d'élévation,

formée de gneiss feldspathiques, dont il coupe obliquement les feuillets : visible déjà à une faible hauteur au-dessus de la Romanche, il peut être suivi de l'œil jusqu'au sommet de l'escarpement : il plonge de 60 à 70° vers l'est. Le filon de Javanelle présente un aspect analogue et probablement il se réunit, dans la profondeur, avec celui de Pisse-Noire. Les travaux d'exploitation sont établis à divers niveaux, dans cette roche abrupte, jusqu'à plus de 400 mètres au-dessus de la Romanche, et reliés entre eux par d'étroits sentiers, des échelles et des couloirs pour la descente des minerais. En arrivant à la partie supérieure des escarpements de gneiss, les filons s'éparpillent en petites veines et ne se prolongent pas dans les calcaires du lias qui recouvrent les gneiss (§ 53); mais on peut les suivre encore plus loin vers le nord, en affleurements dans les prolongements de ces mêmes gneiss. Un troisième filon, celui du Colombier, affleure dans ces mêmes roches, un peu plus à l'est, et plonge vers le filon de Pisse-Noire qu'il doit rencontrer dans la profondeur.

Sur la rive opposée de la Romanche, on aperçoit en affleurement un autre filon, celui de Fêche-Ronde, qui est évidemment le prolongement du filon de Pisse-Noire : il a la même inclinaison, la même direction et la même structure. Ce filon apparaît au jour à une centaine de mètres environ au-dessus de la Romanche, là où cessent les talus de débris qui cachent le bas de l'escarpement; et on peut le suivre sans discontinuité jusque sous les glaciers qui couronnent les hauteurs, à plus de mille mètres au-dessus du fond de la vallée. Il est impossible de voir un plus bel exemple de la continuité des filons dans le sens de la hauteur. Ce filon, presque vertical, varie de puissance entre 0^m30 et 1 mètre; il est formé de quartz blanc contenant de la galène à grandes facettes, dont on a fait de petites extractions à diverses hauteurs; l'épaisseur et la richesse en minerai varient sans aucun rapport marqué avec la hauteur (1).

Dans les parties supérieures de la montagne, on ne peut pas suivre le prolongement de ce filon au-delà du pied des glaciers; mais on retrouve sur le revers opposé de cette crête, à Saint-Christophe en Oisans, des filons qui ont aussi été exploités pour alquifoux et qui ont tous les caractères de celui de Fêche-Ronde, dont ils représentent peut-être le prolongement à plusieurs kilomètres de distance.

En général, les filons de la rive gauche de la Romanche paraissent correspondre, soit pour l'inclinaison, soit pour la structure, à des filons de la rive droite, placés à peu près sur leur prolongement.

(1) De Beust, *Examen critique de la théorie des filons de Werner*, p. 54 et suiv.

Ainsi, le filon de Fêche-Ronde est accompagné d'autres affleurements qui paraissent être les prolongements de Javanelle et du Colombier ; le gîte de Fêche-Pélessière serait le prolongement de celui de Pont-Long, etc. La Combe de Malaval paraît donc être une fente ou fracture qui s'est produite postérieurement au remplissage de ces filons : d'après des observations inédites que nous a communiquées M. Graff, les filons éprouveraient, en passant de la rive droite à la rive gauche, un *rejet* vers l'ouest, qui serait une confirmation remarquable de l'origine de cette grande fracture sur laquelle nous aurons à revenir plus loin (§ 119).

Au Chazelet, au-dessus de la Grave, on trouve un petit filon, épais de 0^m50, encaissé dans les dolomies du lias, mais qui se prolonge probablement au dessous, dans les gneiss sur lesquels elles reposent. Ce filon consiste en quartz et calcaire spathique contenant des veinules d'une *galène* toute particulière, dans laquelle M. Gueymard a trouvé 9 p. % de *cobalt* ; c'est le seul exemple d'une association de ce genre.

Sur la rive gauche de la Romanche, il existe encore des gisements de *galène*, de *cuivre pyriteux* et de *cuivre gris*, compris dans la concession dite de l'Homme. Nous citerons particulièrement le gîte du Bas du Pic, en face de Villard-d'Arène ; il consiste en *cuivre gris* argentifère et un peu de *cuivre pyriteux*, dans une gangue quartzreuse ; il est placé précisément à la jonction des calcaires du lias qui forment le bas de la montagne, et des roches granitiques, renversées par-dessus ces calcaires, qui forment toute la crête. C'est donc essentiellement un *gîte de contact* ; nous reviendrons plus loin sur les circonstances géologiques particulières auxquelles se rattache ce gisement (§ 127).

Dans le vallon de l'Alp, où la Romanche prend sa source, on rencontre encore plusieurs filons de minerais de cuivre. Ces filons consistent généralement en veines métallifères disséminées dans les gneiss feldspathiques et formant plusieurs faisceaux, d'une étendue et d'une puissance remarquables : les minerais sont du *cuivre gris argentifère*, du *cuivre pyriteux* avec un peu de *galène* et de *cuivre pyriteux panaché*. On trouve des gîtes de ce dernier minerai dans la protogine, à une petite distance au sud-est de l'hospice du Lautaret, vers la source de la branche droite de la Guisane.

Enfin, pour terminer cette indication sommaire des richesses métalliques de ce district, nous dirons que dans les blocs de protogine tombés de l'Aiguille du Midi sur le glacier de la Grave, on trouve souvent des veinules de *sulfure de molybdène* ; le même minéral paraît se retrouver dans les protogines de la Bérarde, et on

en a recueilli même dans les sables du Vénéon, près de ce village.

Les protogines qui forment le groupe du Pelvoux paraissent, du reste, très-pauvres en gisements métalliques; mais sur l'autre revers de ce massif nous retrouvons, dans le Valgaudemar et la vallée de Champoléon, de nombreux filons et gites irréguliers, encaissés, soit dans les gneiss, soit vers le contact des calcaires du lias avec les roches granitiques. Plusieurs de ces gisements présentent des circonstances intéressantes, et nous les signalerons plus loin en nous occupant de la structure orographique de ces pays (§§ 114-118; § 132).

§ 94. — Tous les gites métallifères que nous avons signalés jusqu'ici sont dans les terrains cristallisés, ou dans le lias, près de la limite de ces terrains. Il en existe aussi quelques-uns entièrement encaissés dans les calcaires du lias, loin des grands massifs de terrains cristallisés. Tels sont particulièrement ceux de Laffrey et de divers points des environs de la Mure.

Nous avons déjà mentionné (§ 55) les gites métallifères de Laffrey, situés entre ce bourg et les lacs (gites de la Peyreire, de la Longerolle, du Grand-Lac, etc.). Ce sont des amas irréguliers de minerais, remplissant des cavernes ou des fentes dans les calcaires magnésiens qui forment la partie inférieure du lias: ces minerais pénètrent dans toutes les fissures des calcaires magnésiens, en enveloppent souvent des fragments anguleux, et l'on y trouve même quelquefois empâtés des débris d'antracite provenant du terrain sous-jacent. La plus grande partie de ces gites est formée par de la *blende* cristallisée, transparente, d'un jaune clair, quelquefois d'un beau rouge, et qui a fourni de très-beaux échantillons minéralogiques; la variété rouge bien cristallisée vient surtout du gîte du Grand-Lac; à la Peyreire elle est ordinairement jaune, souvent encore en beaux cristaux, mais généralement recouverts d'un enduit mamelonné de *carbonate de zinc*. Dans le filon ou fente verticale qui constitue le gîte de la Longerolle, la blende est plus compacte, ayant quelquefois l'aspect de la résine; elle est accompagnée de *galène* à petits grains et de *bournonite*, le tout par rognons irréguliers. Ces minerais sont mêlés à une gangue de quartz caverneux, d'une structure lâche, qui contient en général beaucoup de pyrite de fer, le plus souvent altérée et transformée en peroxide hydraté, en une gangue ocreuse; ce quartz constitue à lui seul quelques filons stériles, et on a essayé de l'exploiter comme pierre meulière.

Les minerais de Laffrey sont dans les calcaires magnésiens du lias inférieur, très-bouleversé, et ne paraissent pas pénétrer dans les couches coquillières du lias moyen, qui s'étendent au-dessus et n'ont pas

éprouvé de dislocations notables (§ 55). On peut inférer de là que l'arrivée de ces matières métalliques est liée à ces dislocations locales qui ont eu lieu avant le dépôt du calcaire de *Laffrey*; tout porte à penser que les métaux ont été amenés à l'état de matières dissoutes dans des eaux minérales, et qu'ils ont cristallisé par voie aqueuse.

Dans les environs de la Mure, sur les communes de Prunières et de Saint-Arey, les calcaires du lias moyen et du lias supérieur sont souvent traversés par des fentes irrégulières de peu d'étendue, remplies de calcaires altérés, caverneux, de matières argileuses, et contenant du quartz carié ou cristallisé, de l'arragonite, etc. Des minerais très-variés sont disséminés en petites quantités dans ces gangues : ce sont des *cuvres gris* argentifères, de la *bournonite* argentifère, quelquefois cristallisée; de la *galène*, de la *blende*, du *carbonate de zinc*, etc.

Des indices de *cinabre* ou *mercure sulfuré* sont parfois associés à ces minerais; ils avaient été signalés par Schreiber (1); en 1850, on retrouva ce minéral dans les gîtes de la Combe-Guichard, commune de Prunières; il est intimement associé à du carbonate de zinc (2), et disséminé avec lui dans une gangue de calcaire caverneux, qu'il colore en rouge vif, lors même qu'il n'est qu'en proportion très-faible. Les espérances que l'on avait cru pouvoir fonder sur l'exploitation de ce minerai de mercure n'ont abouti qu'à une déception complète.

Une autre découverte plus singulière encore a été celle de l'*or natif*, en 1852, près du château de la Motte-les-Bains (3). Le gîte était dans un calcaire magnésien appartenant au lias supérieur; il consistait en un petit filon contenant comme gangue un carbonate double de chaux et de fer, avec de l'or natif disséminé dans les petites fissures. Dans d'autres échantillons, l'or se trouvait dans une gangue d'un gris verdâtre, que M. Gueymard a reconnue pour de l'*arséniate de nickel*. Ce gîte a produit des échantillons d'une grande richesse, mais n'a pas eu de suite.

Nous citerons encore, dans le lias de la Salle en Beaumont, un filon de calcaire spathique contenant de la *blende* et de l'*arséniate de nickel*. Il a été décrit par M. Gueymard, en même temps que le gîte précédent.

(1) Gueymard, *Statist. de l'Isère*, p. 443 et 444.

(2) Sc. Gras, *Bull. de la soc. géol. de France*, 2^e s., t. 8, p. 562.

(3) Gueymard, *Congrès scientifique*, 24^e sess., t. 1, p. 450, et *Bull. de la soc. géol. de France*, 2^e s., t. 12, p. 516.

§ 95. — **Traces d'argent, d'or et de platine.** — Nous terminerons cet article en disant quelques mots de la diffusion des métaux précieux, *argent, or et platine*, dans les divers gisements de cette région.

La *galène* contient presque toujours de petites quantités d'*argent*; la richesse varie depuis des traces à peine pondérables jusqu'à $\frac{1}{1000}$ ou environ 20 fr. d'argent pour 100 kil. de minerai; rarement elle s'élève au-dessus de cette teneur. Il y a souvent, en même temps, des traces d'*or* qui ne sont pondérables qu'en opérant sur une grande masse de minerai; quelquefois elles s'élèvent jusqu'à 2 ou 3 grammes d'*or* sur 100 kil. de galène pure (1). — La richesse des galènes en argent ou en or n'a rien de constant, même dans les divers échantillons tirés d'un même gîte.

Les *cuivres gris* sont généralement argentifères et souvent assez riches: la proportion d'argent s'y élève fréquemment à deux ou trois millièmes (40 à 60 fr. par 100 kil.) et quelquefois plus. Exceptionnellement elle peut être encore bien plus grande: le cuivre gris du Chapeau (vallée de Champoléon, § 132) a donné, dans certains échantillons, jusqu'à 5,7 p. % ou environ 12 fr. d'argent par kilogramme de minerai. Mais pour les cuivres gris, comme pour les galènes, la richesse en argent est variable dans l'étendue d'un même gîte; il en est de même des petites quantités d'*or* qui s'y rencontrent quelquefois.

Les *bournonites* sont généralement moins argentifères que les cuivres gris.

Le *cuivre pyriteux panaché*, la *pyrite cuivreuse*, la *pyrite de fer* ne contiennent, en général, que des traces impondérables d'argent et assez souvent des traces d'*or*; mais ce dernier

(1) *Statist. gén. du dép. de l'Isère*, t. 1, pag. 399.

métal n'y est jamais en quantités exploitables. Les procédés délicats des essais par voie sèche permettent encore de constater la présence de traces d'or dans des dépôts d'oxide de fer hydraté résultant de l'altération des pyrites, dans le fer carbonaté, etc.; M. Gueymard en a constaté l'existence dans les schistes argilo-calcaires de la Grave, qui doivent leur teinte d'un bleu foncé à du sulfure de fer disséminé (§ 50).

On sait d'ailleurs que l'or existe à l'état de *paillettes* dans les sables de beaucoup de rivières, notamment dans ceux du Rhône et de l'Isère, et qu'on peut l'en retirer par le lavage; mais depuis longtemps le métier d'orpailleur est abandonné, dans nos contrées, comme beaucoup trop improductif.

Une découverte inattendue et tout à fait nouvelle dans les Alpes a été celle du *platine* dont M. Gueymard a constaté des *traces* dans un grand nombre de minerais et même dans beaucoup de roches de nos contrées, loin de tout gisement métallifère (1).

(1) On arrive à reconnaître les traces d'or ou de *platine* en suivant d'abord les procédés généraux des essais par voie sèche et par coupellation. La matière, pulvérisée, est fondue avec des proportions convenables de carbonate de soude, de charbon et de litharge, de manière à obtenir un culot de plomb qui entraîne avec lui les traces de métaux précieux; si l'on soupçonne que la matière ne renferme pas de quantité sensible d'argent, on ajoute à l'essai quelques milligrammes d'argent pur. Le plomb obtenu étant traité par coupellation, laisse un *bouton de retour* composé d'argent avec les traces d'or ou de platine. On traite ce bouton par l'acide nitrique pur; s'il y a des traces un peu notables d'or ou de platine, ces métaux, très-divisés, restent sous forme de *paillettes* brunes; cependant le platine peut souvent être dissous en même temps que l'argent. On évapore à siccité et on reprend par l'eau régale; on évapore de nouveau très-doucement, on ajoute un peu d'eau distillée et on chauffe; l'argent est passé à l'état de chlorure insoluble, tandis que l'or et le platine sont à l'état de chlorures solubles; en décantant on a donc, dans une petite quantité d'eau, l'or ou le platine à l'état de chlorure; on ajoute un peu de protochlorure d'étain cristallisé en poudre et un peu

M. Gueymard reconnut pour la première fois, en 1847, la présence du platine dans le *cuivre gris* argentifère du Cha peau, vallée de Champoléon. Ses recherches subséquentes ont montré qu'il y avait des traces plus ou moins marquées de ce métal précieux dans presque tous les *cuivres gris* de nos contrées et les carbonates de cuivre qui proviennent de l'altération de ces minerais. Cependant cette richesse en platine n'a rien de constant, même pour divers échantillons pris dans le même gîte. Quelques *cuivres gris* paraissent contenir des traces de platine qu'il serait possible d'extraire dans un traitement en grand : des échantillons de la Chapelle en Valgaudemar ont indiqué jusqu'à un à deux millièmes de ce métal.

Les *bournonites* sont aussi, en général, un peu platinifères. — Le *cuivre pyriteux* ordinaire, le *cuivre pyriteux panaché* le sont généralement moins et souvent ne le sont pas du tout. — La *galène* pure, non mélangée de cuivre gris, est ordinairement dépourvue de platine, même sur les points où se rencontrent d'autres minerais qui en contiennent. — Les minerais argentifères si variés des Chalanches d'Allemont n'en ont donné aucune trace. — Les *pyrites de fer* sont souvent aussi platinifères que les *cuivres gris* mêmes. — La majeure partie des minerais de *fer spathique* de Savoie, d'Allevard, du bassin de Vizille, etc., ont donné des indices de platine, et ce métal se retrouve dans les fontes, les aciers et les fers qui en pro-

d'acide hydrochlorique; s'il y a de l'or, il se produit un dépôt violet (*pourpre de Cassius*); s'il y a du platine, la liqueur ne donne pas de dépôt, mais se colore en jaune orangé plus ou moins intense. Quelquefois on a en même temps ces deux réactions; le dépôt violet se forme au fond, après quelque temps de repos, et on constate en même temps l'existence de l'or et celle du platine. En comparant la couleur jaune obtenue à celle d'un volume égal d'une dissolution titrée de platine, traitée de même, on peut arriver à apprécier approximativement la proportion de platine fournie par l'essai.

viennent, en quantité plus notable encore que dans les minerais. D'après cela, M. Gueymard pense que le platine joue un rôle dans la qualité supérieure des fers et des aciers de ces pays. Il l'a retrouvé également dans les fers des Pyrénées, de Styrie, de Suède, etc.

Mais ce que les recherches de M. Gueymard nous ont appris de plus inattendu encore, c'est la diffusion de traces de platine dans des roches stratifiées de toute nature, même très-loin de tous les gisements métallifères ; dans des calcaires, des grès, des sables appartenant à tous les étages de la série des terrains, depuis le grès à anthracite jusqu'aux alluvions modernes et aux sables des rivières actuelles. Il semble même résulter de ces recherches, surtout pour les roches sableuses, que les roches sont d'autant plus platinifères, qu'elles sont moins anciennes. Les sables du Drac et beaucoup d'autres paraissent être plus riches en platine que ne le sont en or les sables du Rhin sur les points où ils sont encore soumis au lavage par les orpailleurs : il y a donc lieu de présumer que l'on pourra, par des lavages semblables, en retirer le platine métallique, en nature, tandis que, jusqu'à ce jour, l'existence des traces de ce métal signalées par M. Gueymard n'a été mise en évidence que par des réactions chimiques, sensibles sur de très-petites quantités. La richesse en platine des sables du Drac, près de Grenoble, serait d'après l'estimation approximative tirée de ces réactions, d'environ deux milligrammes sur trois kilogrammes de sables ; et ce serait une richesse moyenne comparativement aux proportions de ce métal reconnues approximativement de la même manière dans un grand nombre de minerais et de roches calcaires ou sableuses (1).

(1) Voir, pour plus de détails, les divers mémoires de M. Gueymard, résumés en dernier lieu par lui dans le *Congrès scientifique de France*, 24^e session (Grenoble, 1857), t. 1, p. 406.

Quant aux roches des terrains cristallisés et aux roches éruptives, elles paraissent être, en général, peu ou point platinifères. Divers essais ont été faits à ce sujet par M. Gueymard, et par moi sur des *granites* ou *protogines* de Champoléon, de Lauvitel en Oisans, etc., sur des *spilites*, des *diorites*, etc., et les résultats ont été généralement négatifs; les seuls indices un peu remarquables m'ont été fournis par un échantillon de serpentine du lac Robert (§ 403) contenant beaucoup de petits grains de *fer oxidulé*; d'autres échantillons de cette roche, de la même localité ou de la Valdens, n'ont donné aucune trace de platine (*Bull. de la Soc. de stat. de l'Isère*, 2^e s., t. II, p. 305).

Les lois de la singulière diffusion de ce métal dans les minerais et les roches des Alpes françaises restent donc encore très-obscures; cette diffusion n'en est pas moins, au point de vue scientifique, un des faits les plus intéressants et les plus remarquables qui aient été signalés dans ces contrées.

STRUCTURE ET DESCRIPTION GÉOLOGIQUE

DES PRINCIPALES CHAINES

DE LA RÉGION DES ALPES CENTRALES.

Après avoir exposé les caractères généraux des divers terrains de la région des Alpes centrales, nous allons étudier spécialement leur disposition dans les principaux traits du relief de cette région.

§ 96. — Les couches du *lias*, inclinées et souvent très-contournées, se redressent toujours fortement sur les flancs des massifs de terrains cristallisés. Elles reposent indifféremment,

en diverses localités, sur les gneiss, sur les schistes micacés ou talqueux, sur les grès à anthracite ou sur les grès d'Allevard ; souvent, en des points distants de quelques centaines de mètres, on les voit recouvrir indistinctement ces divers terrains, en stratification discordante (§ 53). Nous en avons conclu que les assises du lias avaient été déposées dans un vaste bassin, dans une mer étendue et profonde, dont le fond était formé par ces divers terrains plus anciens, déjà bouleversés et dénudés, beaucoup moins toutefois qu'ils ne l'ont été depuis.

Les eaux où s'est formé le dépôt du *lias* ont dû couvrir tout l'emplacement actuel des Alpes centrales ; car on trouve les couches de ce terrain redressées jusque dans les parties les plus élevées. Sur divers points de l'Oisans, par exemple à la frontière de Maurienne, aux glaciers du Mont-de-Lans, etc., les calcaires noirs du lias portent des neiges perpétuelles et atteignent des niveaux de plus de trois mille mètres. Des lambeaux, souvent très-peu étendus, de ces calcaires ont été emportés sur les sommets des chaînes de terrains cristallisés ; tel est, en face de Grenoble, le petit lambeau calcaire qui forme le sommet de la montagne de Chanrousse ; tel est encore le petit lambeau de Brouffier, sur un des plateaux les plus élevés de Taillefer, etc. D'autres parties du terrain calcaire sont enfermées et isolées de toutes parts dans les replis des parties centrales des massifs granitiques : c'est ce que l'on voit, sur notre carte, à la Ferrière d'Allevard et surtout dans le Valgaudemar.

Si l'on se figure, par la pensée, toutes les parties inclinées et contournées des assises calcaires du lias étendues dans la position horizontale où elles ont été nécessairement formées, si l'on tient compte des dégradations considérables qu'elles ont dû éprouver dans les parties élevées, on arrivera facilement à voir que ces assises couvriraient largement tout l'espace où se montrent maintenant les terrains primitifs et qu'elles se raccorderaient avec les petits lambeaux de calcaires sembla-

bles, isolés dans les hauteurs ou dans les plis des massifs granitiques.

Il faut conclure de là que les massifs de terrains cristallisés des Alpes n'ont été mis au jour que par les dislocations du sol, qui les ont fait sortir de dessous les assises du lias par de larges ruptures, que l'on peut comparer pour la forme à de grandes *boutonnières*. Ainsi poussés et exprimés, pour ainsi dire, des profondeurs du sol, à travers les déchirures du terrain supérieur, les schistes cristallins, les gneiss, les granites ont redressé autour d'eux les bords de ces boutonnières et emporté avec eux dans leur soulèvement des lambeaux de calcaires du lias. Si d'ailleurs, aujourd'hui, les massifs des terrains cristallisés dominant de beaucoup les zones de schistes argilo-calcaires qui les entourent, cela tient en grande partie aux dégradations énormes qu'ont dû éprouver ces derniers, dégradations que nous voyons se continuer encore, tandis que les granites, les gneiss, etc., ont dû conserver à peu de chose près les formes qu'ils avaient en sortant des profondeurs du sol, à travers les déchirures de l'écorce.

CHAINE DE BELLEDONNE.

§ 97. — De ces déchirures ou *boutonnières* par lesquelles ont fait saillie les massifs de terrains cristallisés, la plus régulière et la plus étendue est celle qui correspond à la *chaîne de Belledonne*, prolongement direct du Mont-Blanc et autres montagnes granitiques de la Savoie (1).

Nulle part cette chaîne ne présente plus de continuité et un plus bel aspect que dans la partie en vue de Grenoble, depuis

(1) Elie de Beaumont, *Ann. des sc. nat.*, 1^{re} s., t. xv. — Sc. Gras, *Bull. de la Soc. géol.*, 2^e s., t. I.

le Grand-Charnier, au-dessus d'Allevard, jusqu'au Mont Taillefer : étincelante de neiges perpétuelles et de glaciers, cette magnifique rangée de pics se distingue encore de toutes les autres montagnes visibles de Grenoble par ses formes aiguës et déchiquetées, qui tiennent à la nature même des roches très-tenaces dont elle se compose et à leur disposition en feuillets à peu près verticaux. Elle comprend le Grand-Charnier (2560^m) et son voisin le pic du Frêne (2808^m) ; les montagnes de Haut-Pont, de Glézin, atteignant à peu près la même hauteur et formant la crête de séparation entre le bassin d'Allevard et la Maurienne ; la montagne des Sept-Laux, à laquelle appartient le roc de Pindé, atteignant 2920^m ; le col de la Coche (1915^m), échancrure qui sert de communication entre la vallée de l'Isère et celle de l'Olle ; le pic de Belledonne (2982^m), point culminant de la chaîne dans sa partie française ; ses deux acolytes à l'ouest et au sud, la Grande-Lance de Domène (2813^m) et la Grande-Lance d'Allemont (2844^m) ; la crête de Vaudène, et enfin la montagne de Chanrousse (2253^m), remarquable par le petit lambeau calcaire qui en forme précisément le sommet.

La gorge de la Romanche, par laquelle passe la route de l'Oisans, depuis Vizille jusqu'aux Sables, est une entaille profonde qui n'interrompt pas la continuation réelle de la chaîne granitique ; cette chaîne se prolonge par l'Infernet, le Grand-Galbert (2543^m) et la masse imposante de Taillefer (2861^m). Là, changeant un peu de direction, elle tourne presque exactement au midi, comprend les montagnes de la Valdens, le pic de Larmet (2784^m), Quaro (2609^m), etc., et vient finir, en s'abaissant brusquement, au nord de Valbonnais, où les roches granitiques et les schistes cristallins disparaissent sous un revêtement de grès à anthracite et de calcaires schisteux du lias.

En Savoie, la chaîne que nous décrivons se continue depuis le Grand-Charnier jusqu'au Mont-Blanc, dans une direction

qui est exactement celle de la vallée du Graisivaudan, celle de la chaîne elle-même, depuis Taillefer jusqu'au Grand-Charrier. Mais elle est entamée par plusieurs coupures transversales et présente à l'œil beaucoup moins de continuité que dans la partie française. Elle est coupée par l'Arc entre Aiguebelle et la Chambre ; par l'Isère entre Albertville et Moutiers, absolument comme elle l'est par la Romanche entre Vizille et la plaine de l'Oisans. Entre ces deux coupures transversales, la sommité principale est le mont Bellachat (2480^m). Au-delà, elle s'abaisse et se perd en quelque sorte un instant aux environs de Saint-Maxime de Beaufort, puis elle se relève brusquement en se bifurquant pour former d'un côté le massif du Brévent et des Aiguilles-Rouges, de l'autre la masse colossale du Mont-Blanc (4810^m) et des aiguilles environnantes. La vallée de Chamounix est un pli profond entre ces deux branches de la chaîne granitique ; les grès à anthracite et le lias qui sont sur le versant ouest des Aiguilles-Rouges, et dont on trouve même encore un petit lambeau sur le point culminant de cette crête, reparaisent dans le fond de la vallée de Chamounix de manière à montrer qu'ils ont formé autrefois un revêtement complet par-dessus les roches de ce chaînon. Ces terrains, pincés dans le repli des gneiss, semblent, sur quelques points, par suite des dislocations, s'enfoncer sous la base du Mont-Blanc (4). La vallée de Chamounix a son analogue, en petit, dans la vallée de la Ferrière, dont nous parlerons tout à l'heure.

Au-delà du Mont-Blanc, la chaîne granitique s'abaisse brusquement vers le Valais, et sa dernière sommité notable est la pointe d'Ornex, au sud de Martigny. Depuis ce point

(4) Favre, *Bull. de la Soc. géol.*, 2^e s., t. v. — Id., *Soc. de phys. et d'hist. nat. de Genève*, t. xv, 1859. — G. Mortillet, *Géologie de la Savoie*, 1858.

jusqu'à la cime de Taillefer, c'est-à-dire sur une longueur de plus de 150 kilomètres, elle présente une direction très-régulière et très-uniforme du N. N.-E. au S. S.-O. Nous avons vu qu'au-delà de Taillefer elle se dévie et tourne exactement au sud, jusqu'au-dessus de Valbonnais.

La chaîne de Belledonne constitue réellement le trait principal, le plus marqué et le plus continu de la structure des Alpes, dans la Savoie et le Dauphiné. Des deux côtés de cette chaîne, de nombreuses crêtes, formées de terrains stratifiés, s'alignent parallèlement à elle et montrent les tranches des couches qui les composent, redressées avec la direction moyenne au N. 26° E. La chaîne de Belledonne représente donc l'*axe de soulèvement des Alpes occidentales*, la direction de la déchirure principale et centrale à travers laquelle les terrains cristallisés ont surgi de dessous les terrains qui les avaient recouverts; direction à laquelle se coordonnent d'autres fractures moins profondes ou moins continues, correspondant aux chaînes secondaires.

Examinons maintenant successivement les diverses parties de cette chaîne, et signalons rapidement les particularités de structure qu'elles présentent.

§ 98. — **Du Grand-Charnier aux Sept-Laux.** — La chaîne principale forme, entre ces deux points, une arête étroite et très-haute, qui s'élève comme une muraille entre le bassin du Bréda, en France, et celui du Glandon, en Maurienne. Elle est doublée d'un chaînon beaucoup moins élevé, qui se détache de la chaîne de Belledonne, un peu au nord du col de la Coche, et qui sépare le bassin du Bréda, ou le vallon de la Ferrière et de Pinsot, d'avec la vallée de l'Isère.

Ce sont là deux rides saillantes parallèles, formées par deux plis convexes des terrains cristallisés, et séparées par une dépression, la vallée de la Ferrière, résultant d'un pli concave des couches de ces mêmes terrains.

Le pli occidental, entre la Ferrière et Theys, entre Pinsot et Saint-Pierre-d'Allevard, a la forme d'une voûte arrondie et médiocrement élevée (1842^m au signal de Merdaret); il est formé de schistes talqueux, dont les couches, presque verticales sur les deux flancs (comme au Bout-du-Monde, près Allevard), se raccordent dans les hauteurs par des inclinaisons modérées, en sens opposés (*fig. 8, § 47*), et décrivent ainsi une sorte d'ogive très-surbaissée. L'axe de cette voûte est dirigé au N. 20° E. De Pinsot à Allevard, le Bréda coupe obliquement cette chaîne, et l'on peut étudier dans cette coupure la série des couches de schistes talqueux dont elle est formée. Ici déjà le pli est plus étroit et plus aigu; on peut aisément constater, en suivant la combe de Veyton, la disposition des schistes talqueux *y*" représentée dans la *fig. 5, pl. I*. Ils forment, au nord de cette combe, la montagne des Envers, prolongement direct du chaînon que nous venons de suivre.

Les deux flancs de ce chaînon sont recouverts en partie par les grès d'Allevard et les calcaires schisteux du lias, en couches non parallèles à celles des schistes talqueux, mais partageant leur courbure générale. Les grès de la montagne de Merdaret sont à cheval sur la partie la plus élevée de la voûte, et leurs couches inclinent tantôt du côté de Theys (*fig. 8, § 47*), tantôt du côté de la Ferrière, où elles s'enfoncent sous les calcaires noirs de la gorge de Vaugelaz. De même on peut par la pensée rattacher les grès de la Tailla à ceux de Montmayen, au N. de Pinsot; les grès du Bout-du-Monde à ceux qui s'étendent entre les Envers et le Collet, et admettre que ces grès formaient, sur les schistes talqueux, une nappe continue qui a été brisée par le fait même de la courbure des couches, dans le plissement qui a produit la chaîne.

§ 99. — La chaîne principale, depuis les Sept-Laux jusqu'au Grand-Charnier, est un autre pli des terrains cristallisés, bien plus élevé et plus aigu. Les terrains stratifiés, s'appuyant

sur les schistes talqueux, se relèvent aussi sur le flanc de cette chaîne. C'est ainsi que les calcaires noirs du lias, avec gypse, qui descendent jusqu'au fond de la vallée de la Ferrière, au bas de la gorge de Vaugelaz, se redressent sur l'autre flanc de cette vallée, à l'est de la Ferrière : ces petits lambeaux de lias conservés dans la concavité de la vallée, sont des témoins de la continuité qui a dû exister, avant le surgissement de la chaîne, entre le lias de Theys et d'Allevard, et celui de la vallée du Glandon, en Maurienne.

La chaîne principale résulte d'un plissement bien plus aigu que la petite chaîne occidentale. Ce n'est plus une voûte arrondie ou en ogive formée par le repli des schistes talqueux : refoulés latéralement et distendus à l'extrême, ceux-ci se sont rompus dans l'axe de la courbure, et les roches situées plus profondément, les *gneiss* et même les *granites* ou *protogines*, ont fait *hernie* à travers la rupture. Toutes les parties centrales et culminantes sont composées de gneiss largement cristallins, passant à des protogines massives qui ne présentent plus que de faibles indices de division par des plans verticaux. Le bassin des Sept-Laux est un *cirque*, dont l'enceinte est formée par les *gneiss* redressés et rompus au sommet, et au centre duquel apparaît le *granite* ou *protogine* à petits grains. Cette roche est surtout bien caractérisée à l'extrémité sud du vallon et en descendant dans la vallée de l'Olle; elle continue jusqu'à la rivière, et on peut la suivre encore pendant un quart d'heure en remontant la vallée. (Gueymard, *Stat. gén. de l'Isère*, t. 1, p. 156.)

La même protogine à petits grains apparaît sur d'autres points dans l'axe de la chaîne et constitue la masse pyramidale du Grand-Charnier. La *fig. 5*, pl. I, que nous avons citée déjà plusieurs fois, me paraît représenter exactement, autant qu'on peut en juger par l'examen attentif des affleurements, la disposition des terrains depuis Allevard jusqu'au sommet de cette montagne. Les grès d'Allevard T, reposant sur les schis-

tes talqueux y'' , flanquent des deux côtés le chaînon des Envers, formé par le redressement de ces schistes. Ces mêmes grès, repliés sur eux-mêmes au Collet, marquent la position du pli concave des terrains cristallisés, qui doit avoir lieu par dessous, à peu près comme nous le figurons en lignes pointillées; ce pli est la continuation étranglée de la vallée de la Ferrière. Les schistes talqueux y'' sont redressés et renversés avec les grès, à l'E. du Collet; en suivant la crête, du Collet aux Plagnes, puis au Petit-Charnier, on voit ces schistes talqueux y'' passer aux gneiss y' , de plus en plus cristallins, puis à des protogines schisteuses, et enfin aux protogines massives Y^1 . En franchissant la crête pour descendre en Maurienne, on retrouverait les gneiss et les schistes talqueux, disposés de même de l'autre côté de cette masse granitique.

§ 100. — La disposition des terrains cristallisés est ici *en éventail*, c'est-à-dire que les schistes talqueux y'' semblent plonger sous la base du Grand-Charnier, et qu'à mesure qu'on approche de celui-ci, la position des strates tend à devenir verticale. Cette structure se remarque souvent dans les chaînes granitiques des Alpes; pour la comprendre, il faut supposer que, refoulées par des pressions très-énergiques, les couches des terrains cristallisés ont formé un pli très-saillant et ont été rompues par l'excès de la courbure, comme nous le représentons dans la *fig. 12 a*. De cette manière, le granite

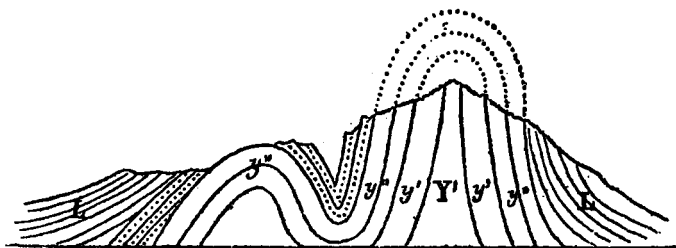


Fig. 12 a. — Coupe théorique de la double chaîne granitique du canton d'Allevard.

Y', qui était situé dans les profondeurs de la terre, au-dessous des schistes talqueux y'' et des gneiss y' , se montre dans le centre de la rupture. Mais la chaîne ainsi produite dominant toutes les autres, les parties supérieures des couches redressées ne subissent que de faibles pressions latérales ; tandis que les parties profondes de ces mêmes couches sont comprimées avec force par la réaction des plis voisins moins saillants, par le refoulement général qui a produit l'ensemble de ces plis. Alors les roches de la chaîne principale éprouvent, au niveau de la base des chaînes voisines moins élevées, un *serrement* qui ne se produit pas dans les parties culminantes de la même chaîne ; elles prennent en quelque sorte la disposition des pailles d'une gerbè fortement serrée, comme nous le représentons *fig. 12 b*.

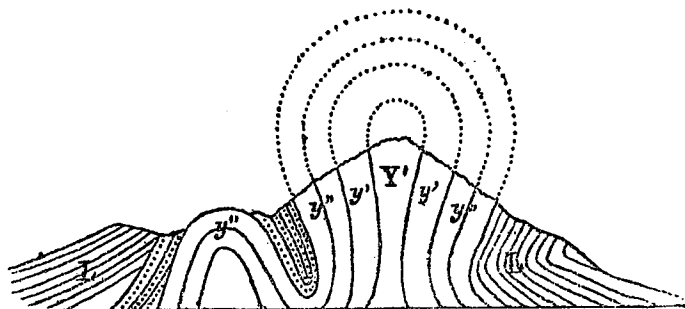


Fig. 12 b. — Coupe théorique de la structure en *dentail* de la grande chaîne du canton d'Allevard.

Il était essentiel d'expliquer en quelques mots cette structure remarquable, qui se reproduit dans la plupart des grands massifs granitiques des Alpes, lorsque la protogine en forme la partie centrale et culminante. Il est probable que cette roche massive, formée par cristallisation dans les profondeurs de la terre, et qui n'a paru au jour que par le déchirement des gneiss, conservait encore, à l'époque de ce surgissement, un

état de mollesse plastique qu'elle n'a plus aujourd'hui; on concevrait alors facilement l'origine de cette disposition étranglée ou *en éventail* des chaînes granitiques centrales, ainsi que d'autres faits sur lesquels nous reviendrons plus loin, à l'occasion des granites du massif du Pelvoux (§ 125).

La protogine du Grand-Charnier est à petits grains, formée d'ailleurs des minéraux ordinaires, c'est-à-dire de feldspath orthose blanc, de feldspath oligoclase un peu verdâtre, ou jaunâtre par altération, de quartz et de mica vert foncé, à base de fer. On y trouve, dans les fentes, de la *chlorite* écaillée, de l'*épidote*, etc. Il est probable que cette roche affleure encore dans une partie des crêtes de Glézin, entre le Grand-Charnier et les Sept-Laux.

§ 104. — Du col de la Coche à la gorge de la Romanche.

— Cette partie de la chaîne est formée, sur toute son arête centrale, de *gneiss* en couches verticales, et sur ses deux flancs de schistes talqueux ou micacés, sur lesquels s'appuient, dans la vallée de l'Isère et dans celle de l'Olle, les grès à anthracite ou le lias en couches fortement redressées (pl. I, fig. 3). Le granite ne s'y montre nulle part.

Dans les parties culminantes de la chaîne, les *gneiss* sont généralement *amphiboliques*; l'amphibole y remplace le mica des *gneiss* ordinaires (§ 30). Ils passent à des *diorites schisteuses*, cristallines ou à peu près compactes; ils sont traversés par des filons de *diorite granitoïde* massive, formée d'*amphibole* noire, lamelleuse, et de *feldspath oligoclase* (ou *andésite*) d'un blanc de lait.

Ces roches sont extrêmement dures et tenaces; aussi cette partie de la chaîne est-elle la plus remarquable par son aspect hérissé, par ses aiguilles ou ses crêtes étroites, souvent inaccessibles. Le pic de Belledonne, ainsi que tous ses abords et les sommités environnantes, sont formés de ces *gneiss amphiboliques*.

Dans la gorge de la Romanche, depuis Séchillienne jusqu'au torrent de Vautène, on est encore presque constamment au milieu de gneiss de ce genre. Mais sur le versant de l'Olle, à Articol, aux Chalanches, les gneiss micacés reparaissent.

La montagne des Chalanches d'Allemont est composée de gneiss très-variés; les uns sont amphiboliques et passent à des diorites schisteuses, comme ceux des cimes situées au N. et à l'O. de la mine; d'autres sont presque entièrement quartzeux et feldspathiques, avec peu de mica. Dans la mine même, on rencontre, au milieu des gneiss (1), deux filons de *diabase* ou *amphibolite*, formée d'amphibole largement cristallisée avec très-peu de feldspath (*andésite*). L'un est un *filon-couche* de 23 mètres d'épaisseur, intercalé parallèlement dans les gneiss, dans la galerie de l'*Espérance*; l'autre, bien moins épais, est un filon proprement dit que l'on rencontre dans la galerie occidentale du *Cobalt*; il est traversé par les filons nord-sud d'ocre argentifère qui sont, d'après les recherches de M. Graff, les plus anciens filons métallifères de cette localité (§ 90). Il est donc lui-même antérieur à tous ces filons, et a été formé probablement par sécrétion à l'époque de la consolidation des gneiss.

Entre la mine et Allemont, les gneiss sont micacés et passent à des micaschistes avec grenats, qui deviennent de plus en plus feuilletés. Dans ces micaschistes, sur le trajet de la mine à Allemont, en approchant de la *Traverse*, on trouve trois petites couches de *calcaire saccharoïde*, d'un blanc grisâtre; elles alternent parallèlement avec les schistes micacés, et même le calcaire est rempli de lamelles de mica et de petits grains de quartz. Ces couches de marbre font donc bien évidemment partie des terrains cristallisés. Elles sont du reste trop peu importantes pour être exploitables.

Un peu plus bas, entre la *Traverse* et Allemont, on passe des schistes micacés aux calcaires noirs du lias; le contact est remarquable ici, en ce que, par l'effet d'un contournement local, les couches des deux terrains ont été renversées au-delà de la verticale, de telle sorte que les schistes cristallins recouvrent le lias avec une inclinaison de 45° (2). Nous avons vu déjà et nous aurons à signaler encore de nombreux exemples de ces bouleversements locaux des couches redressées, par suite desquels un terrain inférieur peut être amené en surplomb et complètement renversé sur un terrain supérieur qui le recouvre dans les circonstances ordinaires.

(1) Guéymard, *Stat. de l'Isère*, pag. 589. — Lory, *Bull. de la Soc. de Stat. de l'Isère*, 2^e s., t. I, p. 257.

(2) Guéymard, *Stat. de l'Isère*, p. 185.

§ 102. — De Laval au Rivier d'Allemont par le col de la Coche, et du Rivier à la Grande-Maison par la gorge de l'Olle, on traverse la chaîne dans sa plus grande largeur, et l'on peut suivre pas à pas la série des assises des terrains cristallisés, dont les feuillets sont redressés à peu près verticalement. A la Boutière, au-dessus de Laval, on sort des calcaires du lias, on traverse la bande étroite des grès à anthracite (§ 39) que l'on voit s'appuyer sur des schistes micacés et talqueux; ceux-ci passent à des gneiss de structures diverses, les uns micacés, les autres amphiboliques, enchevêtrés et alternant ensemble jusqu'au col de la Coche. Dans la dernière partie de la montée, les gneiss amphiboliques dominant et forment la crête; mais en descendant au Rivier, on trouve surtout des gneiss micacés, contenant même des filons de pegmatite à grandes lames de mica argentin. Tout le fond de la vallée de l'Olle, au Rivier, est formé de ces gneiss micacés, dont les feuillets, redressés vers l'est, s'appuient de ce côté sur le granite à petits grains de la cascade des Sept-Laux (§ 99), formant le noyau de la chaîne. En remontant l'Olle au delà de cette cascade, on retrouve une série analogue de gneiss, dont les feuillets, plongeant à l'est, s'appuient sur l'autre versant de ce noyau granitique : d'abord, jusqu'au delà du Maupas, une grande épaisseur de gneiss micacés et quartzeux; puis, vers l'extrémité du défilé, une assise de gneiss amphiboliques très-solides; enfin, en vue de la Grande-Maison, de nouveaux gneiss micacés, correspondant à ceux du versant de Laval, et sur lesquels on voit s'appuyer immédiatement des calcaires noirs schisteux appartenant au lias.

Dans la coupe pl. I, fig. 3, nous indiquons, entre la Grande-Lance de Domène (2813^m) et le pic de Belledonne (2984^m) un petit lambeau de grès à anthracite, *h*, qui semble pincé ici dans un repli des gneiss, comme l'est, un peu plus au midi, celui du Clot-Chevalier, au-dessus des Chalanches.

Dans ces hauteurs encombrées de neiges perpétuelles, il est impossible de suivre avec précision les contournements ou les dislocations des couches de gneiss, qui du reste sont toujours à peu près verticales.

Au S. O. du pic de Belledonne, la chaîne principale tend à se dédoubler, par une dislocation de plus en plus marquée : la séparation des deux branches est indiquée d'abord par le vallon de la Pra, suivant lequel une partie des eaux du lac Doménon vient rejoindre la rivière de Domène, au-dessus de la cascade des Orcières ; puis par le vallon étroit que l'on suit en remontant des Orcières au lac Robert ; enfin par le vallon de l'Arselle, le col de Prémol et la descente de ce col à Séchilienne. Cette série continue de dépressions, disposées sur une ligne droite et dans la direction générale de la chaîne de Belledonne, détache de la chaîne principale une autre chaîne moins élevée qui comprend la montagne de Colon (2393^m), à l'ouest de la Pra, les crêtes à l'ouest du lac Robert (2234^m), le sommet de Chanrousse (2254^m), l'aiguille de Prémol et la montagne de Montjean, entre Vizille et Séchilienne.

Cette dislocation me paraît le résultat d'une grande *faille*, qui commencerait au pied sud de la crête de la Lance ; entre le lac du Crouzet et le lac Doménon, et s'étendrait jusqu'à Séchilienne dans la direction du S. S.-O. Le bord supérieur de cette faille serait la chaîne principale, constituée par la crête de Vaudène et formée presque entièrement de gneiss amphiboliques ; le bord inférieur comprendrait les montagnes que nous venons d'énumérer, toutes formées de schistes talqueux ou micacés et de gneiss ordinaires, non amphiboliques.

Le long de la faille, ces terrains cristallisés sont encore en partie recouverts par des restes de terrains stratifiés dont la conservation s'explique par cette position même : tels sont le petit lambeau de calcaire magnésien du lias qui forme le sommet de Chanrousse, et des lambeaux de grès à anthracite

que l'on rencontre entre Prémol et Séchilienne, jusqu'à une faible hauteur au-dessus de la Romanche (§ 39).

§ 103. — Un autre fait plus important, correspondant aussi à cette faille, c'est l'apparition de roches massives spéciales, qui ont surgi dans cette fracture même, au lac Robert, entre la montagne de Chanrousse et la chaîne principale. Ces roches sont très-variées, mais intimement liées entre elles, et elles passent de l'une à l'autre d'une manière insensible; ce sont des *serpentes*, des *euphotides* très-bien caractérisées, des *diorites*, formées d'amphibole et d'une pâte feldspathique, dont la cristallisation est généralement très-confuse, et qui passent à des roches tout à fait compactes, d'un vert foncé (*aphanites*), ou à une sorte de *spilite* grisâtre. Je crois que l'on doit considérer l'ensemble de ces roches comme un gros filon de matière éruptive à la manière des laves, sorti de l'intérieur de la terre, à un état liquide ou pâteux, par la fracture ou faille dont nous venons d'établir l'existence. Les diverses parties de cette masse se seraient consolidées dans des conditions différentes de température, de pression, etc., et leurs éléments se seraient groupés en combinaisons diverses, auraient formé des minéraux plus ou moins nettement cristallisés, dont les associations variées constituent les nombreuses espèces de roches que l'on peut distinguer dans cette localité.

L'affleurement de ces roches éruptives a environ deux kilomètres de long sur un demi à un kilomètre de large. Les roches amphiboliques y sont assez développées, mais dans un état de cristallisation confuse; elles dominent surtout au sud-ouest du lac, au contact du gneiss de la chaîne de Chanrousse; elles passent à des *aphanites*, roches compactes, verdâtres, que l'on trouve en contact avec le lambeau calcaire du sommet. Au sud du lac Robert, au centre de la masse éruptive, c'est une *euphotide* bien caractérisée, formée de feldspath

d'un blanc verdâtre et de *diallage* en grandes lames d'un éclat bronzé. Enfin, la *serpentine* forme tout le fond de l'entonnoir occupé par le lac Robert; elle est presque toute fendillée, divisée en blocs. Cette serpentine est compacte, d'un vert foncé; elle est souvent-pénétrée de petits grains de fer oxidulé magnétique; elle contient des lamelles de *diallage*, des veines de minéraux fibreux, ressemblant à l'*asbeste*, des lames de *chlorite* d'un beau vert; elle passe par endroits à une *stéatite* dans laquelle sont disséminés beaucoup de petits *grenats* verdâtres. (*Soc. de Stat. de l'Isère*, 2^e s., t. II, p. 353.)

Ce gisement de roches éruptives, entièrement encaissées dans une fracture des terrains cristallisés, a un grand intérêt géologique, et il est unique en son genre dans les Alpes du Dauphiné.

§ 104. — **Prolongement de la chaîne de Belledonne au midi de la gorge de la Romanche.** — La division des terrains cristallisés en deux chaînes, ou du moins en deux bandes d'inégale élévation, subsiste au sud de la gorge de la Romanche, et la fracture ou faille qui sépare ces deux bandes est en grande partie remplie par un développement considérable de roches massives éruptives, *diorites*, *euphotides* et *serpentes*.

La chaîne principale comprend les montagnes du Grand-Galbert, de Taillefer, de Larinet, de Quaro, et finit en s'abaissant brusquement, à Valbonnais. Dans la gorge de la Romanche, la base des montagnes de Taillefer et du Grand-Galbert est encore formée de gneiss amphiboliques, depuis Saint-Barthélemy jusqu'en face de Livet; mais dans les hauteurs ces roches disparaissent sous des gneiss ordinaires, micacés, qui plongent au S.-E. dans les cimes de Taillefer; ceux-ci sont recouverts par des schistes talqueux verdâtres, onctueux, qui rappellent complètement ceux d'Allevard. Sur les tranches de ces schistes, qui nous paraissent être les

assises supérieures des terrains cristallisés, repose un lambeau de calcaire magnésien du lias qui couronne la crête de Brouffier (§ 89).

De Taillefer au Valbonnais, la chaîne paraît être formée en entier de gneiss micacés ordinaires, soit sur le versant de la Valdens, soit sur celui de Chantelouve. Nous avons indiqué précédemment qu'à l'extrémité méridionale de la chaîne, ces gneiss passaient à des roches schisteuses de moins en moins cristallines, sur lesquelles s'appuient les grès à anthracite et les calcaires du lias d'Auris et de Valbonnais (§ 37).

L'autre zone de terrains cristallisés, prolongement du rameau qui aboutit à Vizille, est en grande partie recouverte par les calcaires du lias ou par les grès à anthracite. Comme le chaînon de Prémol, dont elle est la continuation, cette bande est entièrement formée de schistes talqueux; ces roches se montrent entre Saint-Barthélemy et la côte de Laffrey, à Falcon et à Mézage, puis au lac Mort, à la Fayolle, et elles servent de base à tous les grès à anthracite du canton de la Mure. De l'autre côté de la vallée ces mêmes schistes talqueux reparaisent à l'est du Villard-Saint-Christophe, et on ne peut guère douter qu'en s'enfonçant sous les calcaires du lias ils ne viennent rejoindre souterrainement les schistes talqueux de Saint-Théoffrey et de la Motte.

§ 105. — La ligne de fracture, ou *faille*, qui sépare cette bande de schistes talqueux d'avec la chaîne de Taillefer commence à Saint-Barthélemy et est marquée d'abord par la combe étroite qui remonte de ce point jusqu'à l'ouest du Désert de la Morte: à l'ouest de ce ravin sont des schistes talqueux, recouverts, dans le haut, par les grès à anthracite et par les calcaires du lias; et sur l'autre bord, un escarpement de gneiss amphiboliques, supportant le plateau de la Morte. Au point où ce ravin est coupé par le chemin de Laffrey à la Morte, on a, d'un côté de la faille, ces gneiss amphiboliques, de l'autre, les cal-

caires du lias qui forment la montagne de Serre ; et sur la ligne séparative, c'est-à-dire dans la fracture même, on rencontre un filon de *serpentine* tendre, fendillée, passant à la *stéatite*.

Tout près de là, un peu plus haut, les calcaires du lias sont traversés par des filons de *spilite*. C'est le commencement d'une série de roches massives très-variées qui ont fait éruption dans la *faille* qui nous occupe et ont rempli cette fracture, entre les gneiss de la Morte et les calcaires de la montagne de Serre. Ces derniers, en effet, couverts de beaux pâturages, sont bordés à l'est par une bande de roches amphiboliques massives (*diorites*), largement cristallisées, passant à des *euphotides* et celles-ci à une belle masse de *serpentine*. Les *diorites* se terminent en crêtes escarpées en face de Moulin-Vieux et de la Valdens ; les *serpentes* affleurent sur une étendue de plusieurs hectares sur le premier plateau de Serre, où l'on arrive en montant de la Valdens ; enfin, les *euphotides* forment une zone irrégulière de passage, plus ou moins marquée, entre les diorites et les serpentines.

La crête abrupte qui borde la rive droite, depuis Moulin-Vieux jusqu'à la Roche, près de la Valette, est toute formée de *diorites*, passant par transitions à l'*euphotide*. Les passages minéralogiques entre ces deux sortes de roches sont curieux à étudier. La *diorite* type se compose d'*amphibole* noire, largement cristallisée, d'un vif éclat, et de *feldspath oligoclase* blanc, dont les clivages sont bien distincts et d'un éclat nacré. Elle est généralement ainsi dans les parties inférieures, sur la rive droite de la Valdens ; mais en gravissant la crête on ne tarde pas à voir cette structure se modifier. L'*amphibole* devient moins éclatante, prend un éclat bronzé un peu terne ; au lieu de ses deux clivages égaux, elle n'a plus qu'un seul clivage facile ; elle passe au *diallage* par ses caractères extérieurs et aussi par sa composition chimique ; on rencontre enfin des parties où l'*amphibole* est complètement rem-

placée par un *diallage* bronzé, lamelleux, bien caractérisé. La roche devient ainsi une véritable *euphotide*, qu'il est assez difficile d'observer en place, mais dont on trouve beaucoup de blocs dans les grands ravins qui descendent vers le hameau du Molard, entre la Valdens et la Valette. Sur les autres points, le diallage est généralement terne et peu distinctement lamelleux. (*Soc. de Stat. de l'Isère*, 2^e s., t. II, p. 353.)

Dans ce passage de la diorite à l'euphotide, où il serait impossible de tracer une limite nette entre les deux roches, le feldspath se modifie aussi. Il devient moins distinctement lamelleux, puis simplement grenu, même compacte; en même temps, la proportion de silice qu'il renferme va en diminuant de 60 p. % à 56 et même au-dessous; il revêt tous les caractères de cette pâte feldspathique tenace qui forme la base des vraies euphotides. Il est à remarquer, du reste, que ces modifications de l'amphibole et du feldspath n'ont pas lieu toujours d'une manière correspondante. On trouve des points où le feldspath est lamelleux, contenant 60 p. % de silice, tandis que l'amphibole est déjà remplacée par un *diallage* impur, mais à clivage bien distinct; d'autres points, par exemple, en montant de la Valdens au plateau de serpentine, en face du hameau des Mazoires, où le feldspath est déjà compacte et ne contient plus que 55 p. % de silice, tandis que l'amphibole est cristallisée et avec tous ses caractères ordinaires. C'est une preuve de plus de l'impossibilité qu'il y aurait de tracer une limite entre ces diverses roches.

Ainsi la crête qui règne à l'ouest de la Valdens est constituée, dans son ensemble, depuis le Désert de la Morte jusqu'auprès de la Valette, par un grand filon de roches éruptives qui ont surgi dans la faille, entre la chaîne de Taillefer, composée de gneiss, et les terrains de la Mateysine (schistes talqueux et grès à anthracite) recouverts par le lias des pâturages de Serre. La Valdens est une combe profonde ouverte entre les gneiss de la grande chaîne et cette masse éruptive; cette vallée repré-

sente une partie de la fracture qui est restée béante, ou plutôt de laquelle les roches éruptives et les gneiss altérés, fendillés ou broyés vers leurs surfaces de contact, ont été déblayés et emportés par l'érosion (voir pl. I, fig. 4; la lettre δ indique le filon de roches éruptives, formé principalement de diorites sur le point où passe cette coupe).

Du côté des gneiss, la masse éruptive se compose entièrement de *diorite*; plus loin, cette roche tend à passer à l'état d'*euphotide*; enfin, au voisinage des calcaires du lias, elle passe à la *serpentine*. Cette succession de roches correspond

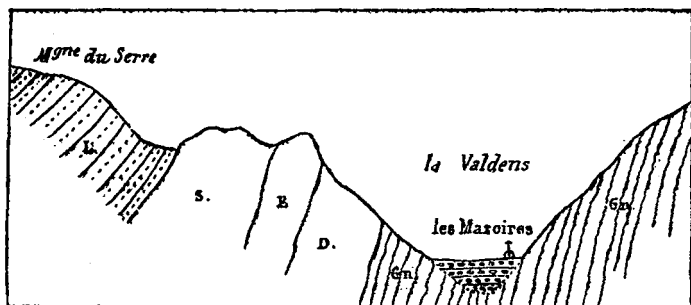


Fig. 13. — Coupe des roches éruptives de la Valdens. — Gn, gneiss; D, diorite; E, euphotide; S, serpentine; L, Lias.

évidemment à des changements de nature chimique: dans les diorites, il y a excès de silice, d'alumine et d'alcalis; dans l'euphotide, la proportion de ces principes diminue et la magnésie devient plus abondante; enfin, cette dernière base domine complètement dans la serpentine. Si l'on considère l'ensemble de ces roches comme une masse de matière éruptive pâteuse, qui se serait consolidée entre deux parois, l'une de gneiss, l'autre de calcaire du lias, on sera conduit à admettre qu'au moment de la consolidation, les éléments feldspathiques, la silice, l'alumine, les alcalis, se sont concentrés vers la paroi formée de roches feldspathiques; tandis que la

magnésie et l'eau de combinaison sont devenues prédominantes dans la partie consolidée au contact des calcaires du lias, qui sont eux-mêmes fortement magnésiens. On peut penser que la masse éruptive a emprunté aux roches encaissantes quelques portions des éléments chimiques qui dominent aujourd'hui dans ses diverses parties.

Au milieu des calcaires eux-mêmes, dans le voisinage des *serpentine*s, on voit surgir des filons de *spilite*, dans le ravin du Grand-Riou, au sud du Désert, et au col de l'Oulière, entre la Valdens et Villard Saint-Christophe. On peut en tirer, comme induction probable, que les *spilites* sont encore des rameaux déviés de cette même masse éruptive, dont la composition et la structure ont été considérablement modifiées par les circonstances de leur épanchement à travers d'étroites fissures des calcaires du lias. (§ 83.)

La serpentine forme la partie la plus intéressante de ce grand système de roches éruptives. Elle affleure, comme nous l'avons dit, sur une grande étendue, sur le plateau de Serre. Elle est compacte, très-homogène, d'un vert foncé, presque sans veines et sans fissures; on en a exploité quelques blocs pour la marbrerie, et il est vraiment à regretter que la difficulté des transports s'oppose à l'exploitation de cette belle roche. Elle se travaille facilement au tour et pourrait servir à faire des mortiers, des vases d'ornement, etc. Malheureusement on ne peut descendre les blocs que du côté de la Valdens, d'où les transports sont encore très-pénibles.

§ 106. — Les localités que nous venons de décrire sont au nombre des plus intéressantes que l'on puisse étudier dans les Alpes du Dauphiné. La structure de cette région tient à un fait capital; savoir, la déviation que la grande chaîne de Belledonne éprouve en tournant exactement au sud, depuis le sommet de Taillefer jusqu'à sa terminaison à Valbonnais. Par cette déviation, la chaîne s'écarte de la bande des schistes

talqueux qui continuent, dans le canton de la Mure, ceux du chaînon de Prémol : l'action puissante qui a redressé les gneiss de la grande chaîne ne s'est pas transmise latéralement aux schistes talqueux avec la même énergie que de l'autre côté de la Romanche. Par suite, ces derniers, au lieu d'être relevés en une ride saillante et étroite, comme à Chanrousse, Prémol, etc., n'ont formé que des ondulations peu prononcées ; les grès à anthracite et les calcaires du lias, qui les recouvraient, ont pu partager ces mouvements du sol inférieur sans être complètement brisés ou rejetés de côté ; et ainsi, tandis que ces terrains ont disparu de presque tous les points élevés du dôme de Chanrousse, ils sont restés en recouvrement sur le plateau de la Mateysine, qui en est le prolongement.

La gorge de la Romanche, de Vizille à la plaine d'Oisans, ne peut pas être regardée comme creusée par les eaux : c'est une rupture transversale de la chaîne de Belledonne, que l'on doit rattacher encore au changement de direction de cette chaîne. Elle s'est rompue, en quelque sorte, comme une barre rigide que l'on essaie de couder brusquement.

CHAÎNE DES GRANDES-ROUSSES.

§ 407. — Le massif des Rousses, en Oisans, consiste en une chaîne étroite et très-élevée, couverte de neiges perpétuelles, qui s'étend, dans une direction à peu près nord-sud, des sources de l'Olle, en Maurienne, à la gorge de la Romanche. Elle est formée essentiellement de gneiss en couches fortement redressées, plongeant vers l'est. Des bandes étroites et des lambeaux de grès à anthracite sont associés à ces gneiss, en partagent tous les bouleversements et se retrouvent jusque dans les sommités les plus élevées de la chaîne. Ces grès sont intercalés dans les terrains cristallisés des Rousses en couches

sensiblement parallèles et concordantes avec celles de ces terrains; ils ne sont d'ailleurs que les prolongements des grès que nous avons étudiés dans la gorge de la Romanche, et dont nous avons expliqué l'intercalation semblable dans les schistes cristallins et les gneiss (§§ 40-42).

La coupe des roches de la gorge de la Romanche, entre le Pont Saint-Guillerme et le Chambon (pl. I, fig. 2), comprend exactement l'ensemble des couches qui forment les crêtes des Rousses et fait concevoir leur disposition. De même que, des deux côtés de cette gorge, on voit les calcaires du lias reposer sur les tranches des gneiss et des schistes cristallins redressés, de même aussi on rencontre sur les gradins inférieurs des Rousses, du côté de l'ouest, des lambeaux nombreux et assez étendus de calcaires, généralement compactes et magnésiens, constituant l'assise inférieure du lias; ils forment des nappes horizontales ou peu inclinées, qui reposent sur les tranches des gneiss, presque verticaux, et qui se moulent exactement sur toutes les aspérités de ces roches.

La structure géologique des Rousses a été décrite avec beaucoup de détails dans un Mémoire très-remarquable de M. Dausse (1); il n'a été fait depuis que peu d'observations sur ce massif intéressant, d'un parcours très-pénible. Quelques-uns des faits sur lesquels M. Dausse a le plus insisté ne seraient plus interprétés de la même manière aujourd'hui; mais son Mémoire n'en reste pas moins rempli de détails précis et donne une très-juste idée de la structure de cette chaîne colossale. Nous allons en tracer, d'après ce travail, une esquisse abrégée.

La chaîne des Rousses commence à l'est de Saint-Sorlin-d'Arves, aux sources de l'Olle, par un dôme saillant de gneiss sur le flanc O. duquel se redressent les schistes calcaires

(1) *Mém. de la Soc. géol. de France*, t. II, 1834.

des prairies de l'Olle. Ces schistes du lias forment ici un pli concave dans le sens des chaînes, et ils se relèvent à l'ouest sur le versant de la chaîne de Belledonne, à l'est sur celui des Rousses, entre la Grande-Maison et le col du Couard. En ce dernier point, la gorge du Flumay, ou combe de Vaujany, commence et se creuse rapidement en un sillon profond à la limite des terrains cristallisés et du lias. Les couches de celui-ci, redressées vers l'est, forment l'arête de *Côte-Belle*, sur la rive droite du Flumay; elles sont à l'état d'ardoises. Dans le fond, sur les bords du torrent, on aperçoit les assises inférieures, composées de calcaires compactes, plus ou moins magnésiens, grisâtres, devenant jaunâtres par altération. En un point, à trois kilomètres environ en amont de Vaujany, ces assises contiennent une masse de gypse et d'anhydrite, accompagnés de calcaires magnésiens, en partie cristallins, et même de calcaires blancs grenus, susceptibles de poli, signalés comme marbres par M. H. de Thury; on n'aperçoit sur ce point aucun filon de spilite ni d'autre roche éruptive.

Depuis le col de Couard jusqu'à la gorge de la Sarrène, à l'est d'Huez, les terrains cristallisés constituent trois gradins terminés du côté de l'ouest par des lignes continues d'escarpements. Le gradin supérieur est la crête des *Grandes-Rousses*, arête continue, dentelée, dont la cime la plus élevée, dite l'*Etendart*, atteint 3629^m. La neige ne peut se maintenir sur cette face escarpée, et elle forme d'énormes accumulations au bas de la crête.

Le deuxième gradin est un dôme rocheux, nu, mamelonné dans son ensemble : on l'appelle les *Petites-Rousses*. Il se termine, à l'ouest, par une ligne d'escarpements, régulière et parallèle à celle de la grande crête, et qu'on appelle *Balmes-Rousses*. Le nom fait allusion à la teinte ocreuse que présentent à la surface ces roches généralement imprégnées de minéraux ferrugineux qui s'altèrent au contact de l'air.

Enfin, le gradin inférieur est un plateau ondulé, ou coupé

par des escarpements moins marqués et moins continus, et où l'on voit bientôt les terrains cristallisés s'enfoncer à l'ouest sous les schistes argilo-calcaires du lias formant les beaux pâturages d'Huez et de Villard-Reculas.

Des lambeaux peu épais de calcaires magnésiens subsistent çà et là sur ces gradins inférieurs. Nous figurons approximativement, d'après M. Dausse, l'étendue des deux principaux. Celui qui aboutit à la Cochette, près du col de Couard, recouvre une partie notable du plateau des Petites-Rousses.

Ces dolomies compactes ne sont autre chose, à nos yeux, que l'assise inférieure du terrain de lias dont nous avons trouvé de même des lambeaux épars sur divers points de la chaîne de Belledonne. Elles sont moulées exactement sur les aspérités des roches granitiques; souvent elles en renferment des débris, parce qu'elles ont été déposées dans les dépressions du fond constitué par ces roches, au début de la période du lias. Mais dans ces localités, pas plus que dans le reste des Alpes, il ne nous semble y avoir lieu d'admettre que ces nappes calcaires ont été altérées, imprégnées de magnésie, etc., par des émanations souterraines, au contact des terrains cristallisés; à plus forte raison, nous n'admettons pas, comme l'a fait M. Dausse, qu'elles ont été liquéfiées par une température extrêmement élevée à l'époque du soulèvement de la chaîne.

Pour nous, ces calcaires magnésiens des assises inférieures du lias ont leur nature spéciale et caractéristique, qui date de leur dépôt même et qui les distingue de la masse des schistes argilo-calcaires formant l'ensemble du terrain; ils ont été déposés tels qu'ils sont sur les roches cristallines. Dans les localités où les rapports de position des terrains cristallisés et du lias ont été modifiés par des *failles*, et où le contact de ces deux ordres de roches paraît avoir lieu par *juxtaposition* et non par *superposition* régulière, ces calcaires magnésiens compactes manquent le plus souvent. Les schistes ardoisiers et les roches granitiques sont alors en contact immédiat, à peine modifiées les unes et les autres sur quelques décimètres d'épaisseur, par les actions mécaniques résultant de leur frottement mutuel, ou par des émanations métalliques qui les ont pénétrées. Nous en verrons bientôt des exemples aux environs de la Grave (§ 125).

§ 408. — La chaîne des Rousses n'est pas une simple ride

formée par un pli convexe des terrains cristallisés ; comme nous l'avons dit plus haut, elle renferme des bandes de grès à anthracite, pincés dans des replis des gneiss et des schistes cristallins, et qui s'étendent probablement, sous les glaciers et les neiges perpétuelles, dans presque toute la longueur du massif. La disposition des terrains dans ces montagnes correspond à celle dont nous avons étudié les détails dans la gorge de la Romanche (Pl. I, fig. 2), en suivant la grande route, du pont Saint-Guillerme au Chambon (§ 40). Nous avons essayé de représenter dans la fig. 3, Pl. I, qui est une coupe théorique des deux chaînes de Belledonne et des Rousses, la structure probable de ces montagnes dans un plan vertical passant par Domène et Clavans, c'est-à-dire à peu près perpendiculaire à la direction des couches. Cette coupe, pour le massif des Rousses, s'accorde du reste avec celle qui est donnée par M. Dausse, et nous paraît résulter naturellement des faits signalés dans son Mémoire.

Les couches des terrains cristallisés Y, étant constamment inclinées vers l'est dans toute la largeur du massif des Rousses, montrent leurs tranches du côté de l'ouest ; et cette disposition explique l'aspect différent des deux versants de la chaîne. Le versant occidental présente des gradins successifs en escarpements très-raides ; ces escarpements sont formés par les tranches des couches de gneiss ; et probablement ils sont dus en partie à des *failles* parallèles à la direction générale de la chaîne ; c'est par suite de ces dislocations que les lambeaux de calcaires magnésiens du lias se retrouvent à des niveaux très-divers, en dessous des Balmes-Rousses et sur les plateaux des Petites-Rousses.

Le versant oriental, au contraire, présente de longues pentes couvertes de névés et de glaciers, qui se prolongent jusqu'aux pâturages de Clavans, dont le sol est formé par le lias.

Les dernières assises de gneiss contre lesquelles s'appuient les calcaires du lias de Mizoën et de Clavans, depuis la gorge

de la Romanche jusqu'à la frontière, sont, d'après nos coupes (Pl. I, *fig.* 2 et 3), repliées et renversées par dessus la bande orientale de grès à anthracite. Sur cette limite orientale de la chaîne des Rousses, le contact des terrains cristallisés et du lias a lieu plutôt par juxtaposition que par superposition régulière. Aussi les assises de calcaires magnésiens compactes qui forment la base du lias sur le versant occidental des Rousses, manquent en général sur ce versant oriental; le gneiss et les schistes ardoisiers se touchent immédiatement; et en général, près du contact, les deux terrains sont disloqués, fendillés en tous sens et pénétrés d'oxide de fer ou de petits filons de quartz, contenant souvent divers minerais métalliques.

Vers l'extrémité de la chaîne, près de Saint-Sorlin, la bande de gneiss replié sur le grès à anthracite paraît cesser, et le grès à anthracite se montre placé régulièrement, comme dans le canton de la Mure, entre les terrains cristallisés et le lias qui le recouvre. On trouve des lambeaux de ce grès jusqu'à l'ouest de St-Sorlin, en descendant du col de la Petite-olle.

§ 409. — Revenons sur le versant occidental des Rousses, et considérons ensemble cette chaîne et celle de Belledonne, dont elle n'est séparée que par un étroit intervalle.

Comme l'indique notre coupe Pl. I, *fig.* 3, les roches granitiques schisteuses qui forment ces deux chaînes inclinent en sens opposés, celles des Rousses vers l'est, celles du versant oriental de Belledonne vers l'ouest. Si, par la pensée, nous faisons abstraction du lias qui les recouvre dans la vallée de l'olle, nous pourrions considérer ces deux crêtes comme les deux parois opposées d'une vallée de soulèvement ou d'un *cirque* produit par le redressement et la rupture des terrains cristallisés. Cette rupture, dont l'axe serait dirigé à peu près du nord au sud, aboutirait d'un côté au cirque des Sept-Laux; elle s'étendrait, parallèlement au cours actuel de l'olle, sous

le lias de Vaujany, d'Oz et de Villard-Reculas, et se prolongerait de l'autre côté de la vallée de l'Oisans, en remontant la gorge du Vénéon, pour aboutir au cirque escarpé qui enferme le lac Lauvitel. La ligne droite tirée de ce lac aux Sept-Laux est dirigée au N. 8° E.

Cette ligne nous paraît représenter l'axe central du soulèvement que les terrains cristallisés de l'Oisans ont dû éprouver avant le dépôt du lias : des deux côtés, ces terrains sont redressés suivant cette direction, dans les Rousses, d'une part, et d'autre part, dans la partie méridionale de la chaîne de Belledonne ; les couches de grès à anthracite, serrées dans leurs replis, sont dirigées parallèlement à ce même axe, soit dans la chaîne des Rousses, à l'est, soit aux environs du Valbonnais et dans le canton de la Mure, à l'ouest. Enfin, c'est sur cette ligne centrale de dislocation que le granite a percé, en plusieurs points, à travers les ruptures des gneiss.

Nous avons déjà signalé l'apparition du granite (protogine) aux Sept-Laux et sur la pente par laquelle on descend de ces lacs dans la vallée de l'Olle (§ 99 et 102). Un peu plus au midi, un granite bien caractérisé affleure au bas du premier gradin des Rousses, sur la rive gauche du Flumay, en amont de Vaujany. (Dausse, *mém. cité*, pag. 13, 15.)

Dans la vallée de la Romanche, toujours sur le prolongement méridional de cette direction, M. Elie de Beaumont signale une petite masse de protogine porphyroïde à feldspath rose, qui affleure au milieu des gneiss, près du pont Saint-Guillaume. En face, l'escarpement qui règne en-dessous de la mine de la Gardette montre, à sa base, au niveau de la plaine, une belle protogine que l'on a exploitée comme pierre de taille pour le pont du Bourg-d'Oisans et quelques autres ouvrages d'art ; elle semble former un gros filon dans le gneiss, et elle pousse des ramifications de protogine très-quartzreuse que l'on rencontre en montant du Bourg-d'Oisans à la Gardette.

Enfin, à l'extrémité méridionale de la ligne que nous con-

sidérons, le lac Lauvitel est entouré d'un amphithéâtre de roches de gneiss, au centre duquel se montre un beau granite à mica noir, brillant, bien différent de tous les autres granites du Dauphiné, et qui forme évidemment ici un filon spécial d'origine éruptive. Ce granite est souvent pétri d'une grande quantité de petits cristaux d'un jaune de miel, qui sont du *sphène* (silicate et titanate de chaux).

§ 440. — La configuration actuelle de la vallée de l'Oisans, comme celle des montagnes qui l'entourent, est le résultat complexe de toutes les révolutions géologiques qui se sont fait sentir dans cette partie des Alpes et qui ont disloqué et redressé les terrains à diverses époques et dans diverses directions. La dislocation nord-sud, dont nous venons d'indiquer les traces, aurait eu lieu avant le dépôt des calcaires du lias, et elle est en grande partie effacée par les révolutions qui ont redressé ces calcaires sur les flancs des chaînes de Belledonne et des Rousses. La direction de la vallée actuelle et des escarpements verticaux qui la bordent est du S. S.-E. au N. N.-O., oblique aux chaînes de Belledonne et des Rousses : elle coupe les couches du lias pliées en forme d'U entre ces deux chaînes, de telle sorte que les schistes calcaires d'Oulles et d'Ornon, de Villard-Rémont et Villard-Emont sont les prolongements et reproduisent exactement la disposition de ceux d'Allemont et de Vaujany, d'Huez et d'Auris.

Cette vallée du Bourg-d'Oisans est une grande cassure, produite à une époque postérieure au redressement des couches du lias, suivant une direction qui est parallèle aux crêtes les plus saillantes et aux déchirures les plus profondes du massif du Pelvoux. Elle est le prolongement de la gorge du Vénéon, fracture étroite, mais continue, et la seule qui pénètre jusqu'au centre de ce massif.

Nous verrons, du reste, plus tard, que, par sa direction et par la manière dont elle coupe les couches, obliquement à

la direction des chaînes, la vallée de l'Oisans ressemble à beaucoup d'autres vallées transversales des Alpes du Dauphiné et de la Savoie, et tout d'abord à la vallée de l'Isère, d'une part, entre Moutiers et Albertville, d'autre part, entre Grenoble et Voreppe.

Le massif de terrains cristallisés que l'on traverse du Bourg-d'Oisans à Venosc peut être considéré comme le prolongement de ceux qui forment les gradins inférieurs et le dôme des *Petites-Rousses*. Comme celles-ci, il est flanqué, à l'est, par le prolongement de la bande occidentale des grès à anthracite, qui s'étend du sud au nord, de Venosc au lac Blanc. Ce massif de gneiss montrant, comme on vient de le voir, des affleurements et des filons de granite, acquiert sa plus grande élévation dans le cirque rocheux de Lauvitel. De là, il s'abaisse vers le midi et est sillonné par les entailles profondes qui forment les vallons de Valsenestre et de Valjouffrey.

Sa séparation d'avec le massif du Pelvoux est indiquée, de Venosc au fond de Valsenestre, par le vallon étroit, rempli de schistes calcaires du lias, qui renferme les pâturages et le col de la Muzelle. Cette bande calcaire se prolonge encore, en se resserrant de plus en plus, par le col et la combe de la Laisse, qui aboutit au Désert. Au-delà de ce point, dans le Valgaudemar et le Haut-Champsaur, il devient difficile de tracer une limite tranchée entre les massifs de terrains cristallisés de ces pays et celui du Pelvoux, et nous signalerons les particularités intéressantes qu'ils présentent, sans nous préoccuper de divisions systématiques qui ne seraient pas suffisamment nettes. Nous décrirons les diverses parties des Alpes centrales que nous n'avons pas encore examinées, en suivant successivement les diverses coupures naturelles par lesquelles descendent, de l'est à l'ouest, tous les grands affluents de la rive droite du Drac.

Nous commencerons par le Valbonnais et le Valgaudemar, dont la constitution géologique offre de grands rapports avec les

massifs que nous venons de décrire ; nous étudierons ensuite le massif du Pelvoux, et enfin la partie granitique du Champ-saur, ou bassin de Champoléon.

VALJOUFFREY. — VALSENESTRE.

§ 444. — Le Valjouffrey et le Valsenestre sont deux étroites et profondes vallées transversales aux chaînes, et dont l'ensemble constitue le bassin de la Bonne, au-dessus d'Entraigues.

Ils sont presque entièrement formés de gneiss et de schistes micacés, en couches à peu près verticales, dirigées du sud au nord. Nous avons cité (§ 37) près d'Entraigues, sur la rive gauche de la Bonne, des lambeaux de grès à anthracite qui contiennent plusieurs couches de charbon, et qui semblent se lier étroitement, par les bouleversements compliqués qu'ils ont éprouvés, avec les terrains cristallisés dans les replis desquels ils sont pincés. Un lambeau pareil se montre encore au sud de la Chapelle en Valjouffrey, en-dessous du col de Praclos.

Sur ces grès et sur les terrains cristallisés, repose indifféremment le lias schisteux noir, qui forme les hauteurs de Gargas, entre le Valjouffrey et la Salette. Ce terrain calcaire renferme, dans le grand ravin qui tombe entre le Villard et Gragnolet, de belles masses de *gypse*, avec des calcaires magnésiens, des *cargneules* éboulées et découpées par les eaux, en pyramides bizarres. Des filons de *spilite* sortent à travers ces terrains bouleversés ; on les aperçoit surtout plus haut, au col de l'Ourtière, où ils n'ont pas produit d'altération notable sur les calcaires immédiatement en contact avec eux. Au col même, on rencontre un calcaire grenu, sublamellaire, pétri de débris d'encrines (§ 56), qui est en contact immédiat avec le spilite ; des fragments de ce calcaire sont même empâtés dans cette roche ; ils sont seulement un peu endurcis et im-

prégnés de *pyrite* de fer. Ces couches à encrines du col de l'Ourtière sont recouvertes par la série des assises que l'on traverse de là au pèlerinage de la Salette.

Un petit lambeau de *lias*, traversé aussi par un filon de *spilite*, se montre sur le bord de la Bérangère, sur le chemin de Valsenestre. Au-delà de ce hameau, on rencontre, au fond du vallon, la bande du *lias ardoisier*, qui descend du col de la Muzelle et qui se prolonge, au sud, vers le Désert, comme nous l'avons rappelé ci-dessus. Ses couches sont à peu près verticales, resserrées entre les deux massifs de terrains granitiques, et probablement pliées en un V très-aigu, comme nous le figurons au col de la Muzelle (*fig. 4*, pl. I). Dans les premières assises des schistes micacés et des gneiss, qui se relèvent sur le flanc du massif du Pelvoux, se trouvent intercalées les belles masses de *marbre blanc statuaire* qui font le principal intérêt géologique de cette localité.

Le voisinage de ces deux ordres de roches calcaires, les schistes du *lias* et les marbres cristallins, permet de constater qu'il n'existe aucune relation de continuité et aucun passage de l'une à l'autre. Les roches du *lias*, sur la rive droite de la Bérangère, sont éminemment feuilletées; elles ont la structure d'*ardoises*, et, d'ailleurs, leur teinte noire et leur aspect habituels. Quelques assises seulement, les plus voisines du ruisseau, sont décolorées, très-argileuses, et leurs feuillets, *satins*, en quelque sorte, comme du papier, par l'effet des pressions considérables qu'ils ont éprouvées, offrent, au premier abord, une fausse ressemblance avec les schistes talqueux. Au contraire, les marbres intercalés dans les schistes micacés sont éminemment cristallins, massifs; tantôt blancs et très-purs, tantôt mélangés intimement de grains de quartz et de paillettes de mica. Ils ne renferment que des traces insignifiantes de carbonate de magnésie.

§ 112. — Les marbres cristallins forment, dans les schistes

micacés, des masses aplaties, placées dans le sens des couches, c'est-à-dire à peu près verticalement, mais qui ont une épaisseur très-variable et ne peuvent pas être considérées comme des couches régulières. A l'endroit où une carrière a été ouverte, en 1841, la couche de marbre blanc a une épaisseur de 35 mètres ; elle est séparée d'une autre couche de calcaire cristallin, grisâtre, de 9^m50 d'épaisseur, par des schistes micacés, ayant une épaisseur totale de 27^m20. Le marbre est d'un beau blanc, avec une faible nuance jaune, et ordinairement lamellaire, à gros grains ; il ressemble beaucoup au marbre de Paros, dont il paraît avoir toutes les qualités et l'effet artistique en sculpture. Quelques parties de la masse, près de ses limites, sont d'un grain plus fin, saccharoïde comme le marbre de Carrare, ou même d'un grain très-fin, presque compactes, mais toujours blanches et très-pures. Aux limites de la grande couche le marbre est nuancé de jaune, de vert ou de rose et mêlé de petits grains de quartz, de paillettes de mica et d'autres minéraux. La seconde couche, aussi cristalline, mais grise, doit son aspect à l'abondance de ces grains et lamelles de minéraux siliceux ; c'est un marbre *cipolin*, qui ne pourrait être exploité que comme marbre d'ornement.

La grande couche de marbre statuaire paraît continuer avec une régularité remarquable vers le nord, sans aller toutefois jusqu'au col de la Muzelle. Vers le midi, elle se prolonge aussi, se renfle même en un point jusqu'à l'épaisseur de 60 mètres, puis disparaît complètement. Mais bientôt elle reparait, ou plutôt elle est remplacée par d'autres amas calcaires placés à peu près sur son prolongement, et que l'on peut suivre, par le col de Bacha, jusqu'au-dessus du Désert. Les marbres de cette dernière localité sont tantôt blancs, tantôt nuancés de rose ou de vert ; ce sont en général de véritables *cipolins*. Sous le rapport de la puissance et de la pureté, ils paraissent bien inférieurs à ceux du Valsenestre.

L'ensemble de ces masses de calcaires cristallins forme un

gisement continu sur plus d'une lieue de longueur en projection horizontale. Si ces marbres étaient dans une situation plus propice pour les transports, leur exploitation ne saurait manquer de prendre une grande extension et de donner de beaux résultats.

§ 443. — Le gisement des marbres dans les schistes micacés des terrains cristallisés est comparable, quant à la forme et à la discontinuité des masses, aux gisements du gypse dans les calcaires schisteux du lias ou à divers gisements de minerais de fer, tels que celui de la Voulte, dans divers terrains stratifiés. Ces *amas*, ou couches d'étendue restreinte et d'épaisseur très-variable, et d'une nature minérale toute différente de celle des terrains qui les renferment, paraissent devoir leur formation à des sources minérales (calcaires, ou sulfatées, ou ferrugineuses, etc.), qui sortaient au fond des eaux où s'effectuait, en même temps, le dépôt des couches régulières du terrain qui ont enveloppé ces dépôts locaux de nature spéciale.

Les marbres du Valsenestre sont, sans contredit, le plus beau gisement de cette nature dans les Alpes du Dauphiné; mais il existe d'autres gisements de marbres analogues sur plusieurs points d'une ligne dirigée vers le S. 10° E., que l'on peut considérer comme le prolongement de la direction des couches du Valsenestre. Le premier se rencontre à un kilomètre environ à l'O. de Saint-Maurice en Valgaudemar; il consiste en une petite couche de *marbre cipolin*, rempli de petits grains de quartz et de lamelles d'un vert plus ou moins foncé, de *mica*, d'*amphibole* et autres minéraux; il est souvent nuancé de rose, et les minéraux qu'il renferme sont disposés par zones d'un joli effet; mais il est dur à polir, n'a du reste qu'une très-faible puissance (1^m environ), et paraît cesser brusquement en coin vers le bas: il semble n'être qu'une petite amande au milieu des gneiss et schistes amphiboliques.

En face, au-dessus du hameau de La Chaux, on voit dans ces mêmes gneiss une couche de marbre cristallin plus pur, dont le grain

rappelle assez bien celui du Valsenestre ; mais il est d'une nuance un peu jaunâtre et la couche ne paraît pas encore assez puissante pour être exploitable.

D'autres gîtes de marbres analogues paraissent exister dans les hauteurs entre Saint-Maurice et Molines, vers le col de la Baiche (Bourcet), en haut du vallon de Prantic. Ils établissent une chaîne de corrélation avec les marbres du vallon de Molines, les seuls qui aient donné lieu à un commencement d'exploitation.

Ces marbres se rencontrent au N.-E. de Molines, des deux côtés du vallon ; ils sont intercalés dans des schistes micacés avec lesquels ils alternent et s'enchevêtrent par couches et même par feuilletés multipliés, aux limites du gisement. Sur la rive gauche, il paraît y avoir une belle couche de marbre blanc assez pur, d'un grain analogue à celui de Carrare. Cependant, l'aspect des lieux, à l'époque où j'ai visité cette carrière, ne m'a pas paru pouvoir faire présumer l'existence d'une masse comparable à celle du Valsenestre, soit pour la pureté, soit pour l'étendue.

VALGAUDEMAR.

§ 444. — Le Valgaudemar est, comme les vallées de la Romanche et de la Bonne, une longue et étroite vallée transversale, dirigée, en moyenne, de l'est à l'ouest, et coupant les couches des terrains cristallisés, qui sont presque verticales et dirigées sensiblement du nord au sud. C'est dire que les diverses roches dont se composent ces terrains se correspondent d'une manière à peu près complète d'un côté à l'autre de la vallée. Des lambeaux assez étendus de schistes argilo-calcaires du *lias* existent sur les hauteurs des deux rives, et descendent, en quelques points, jusqu'au fond de la vallée. Ces schistes du *lias* sont généralement très-fissiles, et ils fournissent sur quelques points, particulièrement à Navette, des ardoises de bonne qualité.

La première série de roches que l'on traverse, en remontant

la vallée, entre Saint-Firmin et Saint-Maurice, consiste en gneiss et schistes amphiboliques, en feuillets à peu près verticaux, dirigés du N. N.-O. au S. S.-E., comparables à ceux de la vallée de la Romanche entre Séchilienne et Allemont : les petites couches de marbre de Saint-Maurice et de la Chauv (§ 113) y sont intercalées, comme celles de la Traverse dans les gneiss des Chalanches (§ 101).

Un peu à l'ouest de Saint-Maurice, cette série de roches cesse au bord du grand ravin qui descend du col de Malintra ; ce ravin indique l'emplacement d'une fracture de l'autre côté de laquelle se montrent immédiatement des roches granitiques beaucoup moins schisteuses, ne contenant que peu ou point d'amphibole. Elles passent à un granite à petits grains, dans lequel sont encaissés, au-dessus du Roux, des filons de *cuivre gris argentifère*, à gangue de quartz ; ils sont dirigés à peu près vers le N. N.-O., comme tous les traits géologiques de cette première partie de la vallée, qui s'étend de Saint-Firmin à Villard-Loubières, et ils sont coupés par une faille stérile dirigée vers l'ouest un peu nord, comme la partie haute de la vallée, de Villard-Loubières au col du Célard.

Sauf cet affleurement de granite à petits grains au nord de Saint-Maurice, que l'on peut comparer au granite affleurant en Oisans, au pied occidental de la chaîne des Rousses (§ 109), les deux côtés du Valgaudemar, depuis Saint-Maurice jusqu'à Rif-du-Sap, ne montrent que des gneiss de diverses structures, micacés, ou talqueux, rarement amphiboliques, dont la direction est variable et s'infléchit, en somme, à peu près parallèlement au contour général du massif des terrains cristallisés dans le Champsaur.

Dans ces gneiss se trouvent intercalées, sur la rive gauche, à peu près à égale distance de Saint-Maurice et de Villard-Loubières, des assises talqueuses et une couche de véritable stéatite, d'un vert pâle, qui se scie et se travaille au tour très-facilement. On l'a exploité

pendant quelque temps pour faire des crayons à écrire sur l'ardoise (1).

Ces gneiss de la rive gauche, en face de Villard-Loubières, et au-dessus des Andrieux, renferment des filons de quartz avec indices de *pyrite cuivreuse* ou de *galène*. Au S. de la Chapelle, sur la gauche du vallon de Navette, se trouve le gîte de galène du *Pendillon*; il consiste, à l'affleurement, en deux filons-couches, parallèles aux feuilletés du gneiss, dirigés vers l'O. 15° N. et séparés par environ un mètre de gneiss stérile; l'ensemble présente une épaisseur totale de deux à trois mètres de minerai de bocard.

§ 115. — A l'est du vallon de Navette, règne dans les hauteurs, entre le Valgaudemar et la vallée de Champoléon, un vaste lambeau de calcaires schisteux du *lias*, formant des montagnes pastorales, entamées par d'énormes ravins noirs. Ce *lias* est traversé, sur plusieurs points, par des filons de *spilite*. Ces roches éruptives se montrent, en général, vers la limite des calcaires et du gneiss. Les plus importants se voient à un kilomètre à l'est de Navette; ils sont remarquables par les altérations que les calcaires ont éprouvées dans leur voisinage et par des gîtes de *cuivre pyriteux* qui leur sont subordonnés. Les premières assises de *lias* qui s'appuient sur le gneiss à l'E. de Navette sont feuilletées, noires, et renferment une carrière d'ardoises de bonne qualité. Un peu plus loin, les calcaires qui les surmontent sont décolorés, blancs ou rougeâtres; ils sont durs, compactes, à demi-cristallins; et cet état est en rapport évident avec l'apparition d'une masse de *spilite* au milieu de ces calcaires.

(1) J'ai trouvé pour la composition chimique de cette roche :

Silice.....	57,5
Magnésie.....	26,2
Protoxide de fer.....	6,7
Chaux	3,6
Eau et un peu d'acide carbonique...	6,1

99,9

Ce spilite forme un filon-couche sensiblement parallèle aux couches des calcaires qui plongent très-fortement à l'E. Un filon de quartz règne parallèlement à la salbande de spilite, à une faible distance, dans les calcaires altérés ; ce filon de quartz contient de la *pyrite cuivreuse* avec plus ou moins de *pyrite de fer*, et constitue le gîte de l'*Echailon*. De l'autre côté du ruisseau, dans la direction de l'E. 25° S., on retrouve la même disposition : un filon de *spilite*, des calcaires altérés à son contact, et dans ces calcaires, tout près du spilite, un filon de quartz et de pyrite cuivreuse, formant le gîte de la *Motière*. Il est à peu près évident, d'après ces faits et la disposition des lieux, que ces deux gîtes de pyrite cuivreuse sont le prolongement l'un de l'autre. C'est une couche, ou un *filon-couche* de quartz métallifère, subordonné à la présence du spilite. C'est le seul exemple bien net d'un gîte métallique un peu important dont la formation doit être regardée comme intimement liée à l'éruption d'une masse de spilite.

§ 116. — Les calcaires altérés en contact avec le spilite et dans lesquels est intercalé ce filon, sont décolorés et pénétrés de silice. En remontant la combe d'Orcerette, on retrouve jusqu'au fond et dans les hauteurs N.-E. de ce vallon, divers affleurements de spilite ; cette roche renferme souvent des pyrites de fer et du *cuivre pyriteux panaché*. Le lias, schisteux, ardoisier, d'un bleu noir, et renfermant des bélemnites, est décoloré et profondément modifié au voisinage de ces roches. Cette altération donne lieu à des *marbres rubanés* très-curieux : ils sont formés d'une pâte de calcaire blanc, cristallin, d'un grain très-fin, nuancée de nombreuses bandes rouges parallèles à la stratification ; le principe colorant, l'oxide de fer, se trouve donc ici exclusivement concentré dans des feuillets plus schisteux et plus argileux que le reste de la roche, qui est presque purement calcaire et ne renferme que des traces de magnésie. Ce marbre blanc, rubané de rouge, se fend facilement suivant les surfaces séparatives des feuillets ; on voit alors que celles-ci sont enduites de lamelles satinées, d'un blanc grisâtre, ayant l'aspect du talc, et qui paraissent être, comme la plupart de ces minéraux écailleux confondus à tort avec le talc, des silicates complexes, hydratés, contenant beaucoup plus d'alumine que de magnésie. Pour se rendre compte de la transformation des

calcaires argileux noirs du lias en ces marbres rubanés, il suffit de se représenter que le carbonate de chaux, prenant une structure cristalline sous l'influence des spilites, s'est séparé en grande partie de l'argile et des autres matières étrangères, comme cela arrive pour un sel que l'on fait cristalliser au milieu d'un dépôt boueux, le fer, qui était à l'état de sulfure bleu-noir, est passé à l'état d'oxide rouge; l'argile elle-même a été en partie transformée en ce silicate écaillé, nacré, dont nous venons de parler. On conçoit que cette cristallisation et cette séparation des éléments de l'ardoise a pu se faire quand ce mélange intime de calcaire et d'argile était encore imprégné de son eau d'origine, sans que la chaleur ait dû intervenir au degré nécessaire pour fondre ces matières.

§ 117. — On trouve au Rif du Sap des *marbres rubanés* à peu près semblables, mais qui ne paraissent pas avoir été produits par le voisinage du spilite. Au milieu des roches de gneiss, on aperçoit, au N.-O. du village, un couloir étroit, occupé par des couches calcaires à peu près verticales, n'ayant qu'une épaisseur totale de cinq à six mètres au plus; on y distingue un banc de dolomie compacte, en contact immédiat avec le gneiss, puis des schistes ardoisiers violacés ou rougeâtres et des *marbres veinés* à bandes alternativement blanches et violettes, les unes purement calcaires, les autres argilo-ferrugineuses. Ces couches, dirigées vers le nord un peu ouest, sont pincées entre les deux grandes masses de gneiss qui forment les parois du couloir; elles sont évidemment le prolongement étranglé des schistes ardoisiers noirs, avec dolomies à leur base, qui forment, de l'autre côté de la vallée, les pentes d'où descend le torrent de la *Lavine*. L'aspect des lieux fait comprendre immédiatement que ce petit lambeau si mince de couches calcaires a dû être soumis à une pression énorme par le rapprochement brusque des deux masses de gneiss, qui, de l'autre côté de la vallée, sont écartées de plus de cent mètres. C'est à cette pression, et peut-être à la chaleur qui en a été la conséquence, que nous attribuons la cristallisation partielle, la transformation des ardoises du lias en marbres rubanés schisteux, analogues à ceux de Navette.

La masse de gneiss qui resserre du côté de l'est ce petit lambeau calcaire et qui domine le village de Rif-du-Sap, est traversée par des filons nombreux et puissants, que l'on distingue de loin par leur blancheur. Ces filons sont formés de quartz et de sulfate de baryte, ce dernier dominant surtout aux salbandes; ils contiennent de la *galène* et un peu de *cuiivre pyriteux*, disséminés dans le sulfate de baryte en plus grande abondance que dans le quartz. Ces filons sont

pauvres sur tout l'affleurement et ne pourraient être exploitables qu'en raison de leur accès très-facile. Le plus occidental est au bord du couloir calcaire, et suit exactement la limite du calcaire et du gneiss; les autres, coupant les gneiss avec des directions et des inclinaisons diverses, semblent devoir se rejoindre avec lui vers le bas.

§ 118. — Dans les gneiss qui forment le fond du Valgaudemar, au-dessus du village du Clot, il existe plusieurs filons de *galène* à gangue quartzreuse, généralement à grain fin et peu argentifère; les filons de la Chauvelane et de la Touisse paraissent être d'une richesse satisfaisante; mais leur grande élévation (environ 2,600 mètres) et la difficulté des transports seront toujours des obstacles à leur exploitation.

Sous les glaciers qui descendent du col du Loup et de la montagne de *Jarroux* (*Garroux*, Bourcet), on rencontre un petit lambeau de schistes ardoisiers du lias, emporté dans un repli des gneiss, et contenant un petit filon de *pyrite cuivreuse*, remarquable par sa pureté, mais d'un accès plus difficile encore que les gîtes précédents.

Les pentes de Vallon-Pierre, qui conduisent du Clot au col de ce nom, sont toutes formées de lias, s'appuyant à l'E. contre le gneiss qui forme le beau pic de Chirac, d'où descendent, au nord et au sud, les branches principales de la Severaisse et du Drac de Champoléon.

MASSIF DU PELVOUX.

BASSINS DE LA ROMANCHE ET DU VÉNÉON; CIRQUE DE LA BÉRARDE.

§ 119. — **Combe de Malaval.** — Le massif du Pelvoux est coupé à son extrémité nord, de l'ouest à l'est, entre le Dauphin et la Grave, par la gorge étroite et profonde appelée *combe de Malaval*, où la Romanche et la route de Grenoble à Briançon sont encaissées entre des escarpements de plusieurs centaines de mètres de hauteur.

Les deux côtés de cette gorge sont formés de gneiss très-feldspathique, ou protogine schisteuse. « Ce gneiss prend quelquefois une structure granitoïde, sans perdre entièrement sa disposition schisteuse, et souvent il est coupé dans diverses directions par de petits filons, à bords très-nets, d'une protogine à petits grains, qui empâte elle-même des fragments anguleux de gneiss. Ces petits filons se fondent quelquefois l'un dans l'autre, lorsqu'ils se rencontrent, et d'autres fois ils se coupent et se rejettent. Le même gneiss contient souvent des couches d'une roche amphibolique schisteuse, éminemment sujette à être traversée par de petits filons plus feldspathiques que leurs parois, et qui souvent s'entrecroisent de manière à donner à des blocs entiers l'aspect d'une brèche. » (M. Elie de Beaumont, *Ann. des Mines*, 3^e s., t. v.)

Ces roches, en couches fortement redressées, sous un angle de 70° à 80° avec l'horizon, plongent généralement vers l'ouest, et leur direction est, en moyenne, vers le N. N.-E. Au nord de la Romanche, ces gneiss sont recouverts, sur leurs tranches, par les schistes argilo-calcaires du lias, en couches ondulées et peu inclinées, formant les grands pâturages de Riftort, des prés de Paris, etc. De l'autre côté de la combe, ils s'élèvent beaucoup plus haut, ne sont pas recouverts de lias, et supportent d'immenses nappes de neiges perpétuelles et de glaciers. La combe de Malaval peut être considérée comme l'ouverture, restée béante, d'une grande *faille* par laquelle ces deux parties du massif de gneiss auraient été séparées et portées à des niveaux qui diffèrent de plus de mille mètres d'un côté à l'autre de la gorge.

La configuration actuelle de cette grande fracture date, selon toute apparence, des dernières commotions qui ont produit le relief de cette partie des Alpes; les parois abruptes, formées d'un gneiss très-solide, semblent avoir conservé dans toute leur âpreté sauvage les formes vives résultant d'un profond déchirement du sol. « La fente primitive aura dû être promp-

tement augmentée en largeur par la chute de tout ce que la secousse avait ébranlé de part et d'autre, et les éboulements survenus dans les parties supérieures en ont comblé tout le fond. Une fois arrivée aux roches intactes ou peu fendillées, la succession des éboulements est devenue très-lente. Les blocs énormes qui jonchent le fond de la gorge sont inattaquables par les eaux bondissantes de la Romanche; leur disposition et l'aspect des escarpements ne témoignent nulle part d'un éboulement local plus ou moins récent, comparativement à l'ensemble: ils semblent tous être tombés d'hier.

« Les cascades, de plus de cent mètres de hauteur, venant des deux côtés de la gorge, ont à peine creusé de légers sillons dans les escarpements à fleur desquels elles tombent; et l'on doit en conclure que ceux-ci n'ont subi aucune dégradation sensible depuis l'existence de ces cascades elles-mêmes.

« La production de ces grands escarpements ne peut guère être résultée que d'un évènement de dimensions colossales, comparativement aux évènements dont nous sommes journellement les témoins. L'état presque stationnaire dans lequel se trouve aujourd'hui la combe de Malaval ne peut guère se concevoir que comme la limite d'un état de choses qui a commencé par une secousse capable de rompre la croûte du globe dans une grande épaisseur, d'en élever une des parties de mille mètres plus haut que l'autre, de fendiller les parties latérales jusqu'à une certaine distance et d'en provoquer par là l'éboulement graduel. » (M. Elie de Beaumont.)

§ 120. — **Groupe du Pelvoux.** — Le grand pâté de montagnes auquel nous appliquerons spécialement cette dénomination, est limité, au nord, par la *combe de Malaval*, la Grave, le col du Lautaret et la vallée de la Guisane jusqu'au Monestier; à l'est, par le col de l'Echauda et la vallée de Vallouise; au sud, par le vallon d'Entraigues, le col de Célard, le Valgaudemar jusqu'à Villard-Loubières; enfin à l'ouest,

par la zone de lias qui s'étend, presque sans interruption, du Valgaudemar à la Romanche, par les Peines et le col de Vorze, le Désert-en-Valjouffrey, le col de la Muzelle, Venosc et l'Alpe du Mont-de-Lans. Il a la forme d'un parallélogramme, aux angles émoussés, d'environ 22 kilomètres de large (du nord au sud), sur 32 kilomètres de long (de l'est à l'ouest). La plus grande partie de cette surface est inaccessible et recouverte de glaciers et de neiges perpétuelles.

Les seules dépressions ou échancrures qui pénètrent un peu avant dans ce massif sont :

1° Dans la partie orientale, le vallon de l'Alp, d'où descend la Romanche, et celui de l'Alefroide, d'où naît la principale branche de la Gironde ou rivière de Vallouise ; l'ensemble de ces deux vallons, situés sur une même ligne droite, mais descendant en sens opposés d'une arête encombrée de glaciers, détache de la masse principale un groupe partiel moins étendu et un peu moins élevé, d'où proviennent les glaciers du Monestier ;

2° Le bassin du Vénéon, qui se forme, à la Bérarde, de plusieurs vallons convergents, descendant d'une enceinte de crêtes élevées, à peu près circulaire, pour déboucher au nord-ouest, par une brèche unique de cette enceinte, vers Saint-Christophe et Venosc. Ce bassin constitue le cirque de la Bérarde, rendu célèbre par la description qu'en a donnée M. Elie de Beaumont, et visité depuis par plusieurs éminents géologues.

§ 121. — **Cirque de la Bérarde.** — Le seul passage facile pour arriver dans l'intérieur de cette enceinte de montagnes colossales qui renferme la commune de Saint-Christophe-en-Oisans, et dont le hameau de la Bérarde occupe à peu près le centre, est la gorge étroite par laquelle les eaux du Vénéon débouchent à Venosc.

De Venosc à Saint-Christophe, et au-delà, jusque vers les granges de Chaufran, on traverse une série épaisse de gneiss, en couches à peu près verticales, dirigées, en moyenne, du sud au nord. Cette série de gneiss correspond exactement à celle de la combe de Malaval. Ils se prolongent, de part et d'autre du Vénéon, dans toutes les hauteurs comprises entre Saint-Christophe et la combe de Malaval, entre Saint-Christophe et le Désert-en-Valjouffrey (1).

La fente qui entame ces gneiss, du N.-O. au S.-E., de Venosc à Chaufran, se rattache manifestement à la grande dislocation qui a produit l'ouverture de la vallée du Bourg-d'Oisans. Dans la partie la plus voisine de Venosc, elle est extrêmement étroite et encombrée d'énormes blocs qui paraissent provenir d'un éboulement récent; plus loin, elle s'élargit et les escarpements se reculent, à gauche du chemin, laissant en dessous d'eux les pentes de débris sur lesquels sont les hameaux de Saint-Christophe; puis le passage se resserre de nouveau à Chaufran et le terrain change de caractère en même temps que la vallée change de direction. A partir de Chaufran, le gneiss, déjà très-feldspathique et très-peu feuilleté, passe complètement à la *protogine*, qui n'est plus nettement stratifiée, mais

(1) Des lambeaux de terrains secondaires, soit de grès à anthracite, soit même de calcaires du lias, paraissent subsister, dans des replis des gneiss, sur quelques points de ces montagnes. Au nord de Saint-Christophe, dans les hauteurs d'où descend le torrent du Diable, on nous a signalé récemment un gisement très-étendu de *graphite* ou *plombagine*; ce minéral n'est peut-être ici, comme au col du Chardonnet, où nous le signalerons plus tard, que le résultat d'une modification de l'anthracite, et il paraît, du reste, que celle-ci existe sur ce même point. Les couches de lias du mont Rachat (§ 54) peuvent se prolonger un peu sur ce revers. D'autre part, M. Elie de Beaumont dit (p. 32) qu'on lui a indiqué du *gypse* dans le valion de l'Enchatra, sur la gauche du Vénéon. Ces localités appellent de nouvelles explorations.

seulement divisée par des fentes à peu près verticales. Ce granite est très-feldspathique, et le quartz y manque parfois complètement; le feldspath orthose y est blanc, l'oligoclase blanc-verdâtre. Le grain de la roche est variable et on y remarque souvent des filons ou des masses irrégulières de granite à très-petits grains au milieu du granite de la variété la plus ordinaire. Ces mêmes granites à feldspath blanc se prolongent vers le S.-O. et forment le col de la Pisse, qui conduit de Chaufran au Désert.

Aux Etages, à la Bérarde, et jusqu'au glacier de la Condamine, d'où vient le Vénéon, on ne rencontre plus que des protogines, en général très-feldspathiques; le feldspath orthose y est très-lamelleux et souvent en grands cristaux, qui donnent à la roche une structure porphyroïde. Dans toute la chaîne granitique principale, qui forme le fond du bassin, à l'E. de la Bérarde, et qui comprend les diverses sommités du Pelvoux, la montagne d'Oursine et l'Aiguille-du-Midi, le feldspath orthose prend généralement une teinte rose, qui tranche vivement avec la teinte verdâtre de l'oligoclase.

Le hameau de la Bérarde, situé à environ 1700 mètres d'altitude, se trouve au point de convergence de plusieurs vallées ou fractures de directions très-différentes. La vallée principale, qui, depuis Chaufran, était dirigée de l'ouest à l'est, tourne ici brusquement en remontant vers le sud-est; au même point aboutissent le vallon du Châtelaret, remontant vers le nord jusqu'aux glaciers qui garnissent le revers méridional de l'Aiguille-du-Midi; et la combe de Bonne-Pierre, lit d'un énorme glacier, qui descend de l'est-nord-est de la montagne de l'Oursine. Chacune de ces entailles principales reçoit, dans le haut, des fractures secondaires de directions diverses. Un coup d'œil jeté sur l'excellente carte de Bourcet, très-exacte et très-expressive, particulièrement dans cette partie de nos Alpes, fera saisir sur-le-champ la disposition générale de ces accidents. L'emplacement du hameau de la Bérarde peut être considéré comme

le centre d'un *étoilement* ; d'un système de cassures divergentes qui s'étendent de ce point, à travers la masse du granite, jusqu'à un rebord à peu près circulaire, élevé de 3 à 4,000 mètres, et limitant, d'un rempart continu, un *cirque* de deux lieues de rayon. Cette enceinte ne présente d'autre échancrure notable que la brèche étroite par laquelle nous y avons pénétré en remontant le Vénéon ; pour en sortir de tout autre côté, il faut franchir des passages difficiles, encombrés de glaciers et de névés, des cols dont le niveau est généralement de plus de 3,000 mètres.

Tel est, au S.-E. de la Bérarde, le col de Saïs ou de Vassivier (1), par lequel on passe dans le vallon de Gioubernez, affluent du Valgaudemar. On peut citer encore, au N. E., le passage de la Cavale, de la Bérarde au vallon de l'Alp, origine de la Romanche ; le passage du Pelvoux, de la Bérarde à l'Alefroide, en Vallouise ; le col de la Muande, conduisant de Chaufran, par la combe de Lavet, au Rif-du-Sap en Valgaudemar ; enfin, le col de la Pisse, moins difficile et moins élevé, entre Chaufran et le Désert-en-Valjouffrey.

§ 422. — Tout l'intérieur de ce grand cirque est formé de granite, ou protogine, constituant diverses variétés à feldspath blanc ou rose, plus ou moins cristallines, à grains plus ou moins fins. Ces roches sont massives, ne présentent pas de véritables couches, mais seulement des divisions par des fentes verticales, de directions diverses, qui les découpent en obélisques gigantesques.

Les pentes de ces montagnes de granite, situées dans l'intérieur du cirque, sont en général trop raides pour que la neige puisse y tenir ; elle s'accumule dans les cols et les dépres-

(1) 3,115 mètres, d'après Forbes ; 3,358 mètres, d'après de Zach ; 3,296 mètres, d'après Villard.

sions intermédiaires et s'y transforme en glaciers. Lorsque l'on est placé de manière à embrasser du regard une partie un peu considérable de l'enceinte, par exemple au col de la Pisse, d'après M. Elie de Beaumont, on n'aperçoit que très-peu de champs de neige, et ce ne sont guère que des amas peu étendus, remplissant quelques inégalités : des murailles, des obélisques de granite, presque complètement nus, forment tout le contour du bassin.

Les gneiss, et généralement les roches cristallines feuilletées, si développées à l'extérieur du cirque et à son entrée, de Venosc à Chaufran, ne paraissent plus se rencontrer dans toute la partie du bassin du Vénéon située au-dessus de ce dernier point; mais ces roches s'étendent sur tout le pourtour extérieur du cirque, et les crêtes culminantes qui en forment les rebords paraissent être formées de protogines plus ou moins schisteuses, passant à diverses variétés de gneiss. Les glaciers qui descendent des cimes du Pelvoux dans la partie supérieure du Vénéon (vallon de *Conte-Faviel*, Bourcet) amènent, avec la protogine à feldspath rose, des blocs de gneiss, et même de gneiss amphibolique (M. Elie de Beaumont). Des roches schisteuses analogues sont signalées par M. Forbes comme succédant aux granites, dans la partie supérieure de l'ascension du col de Saïs.

Le gneiss règne à peu près exclusivement partout dans les pentes extérieures de ce rempart circulaire : au nord, dans la combe de Malaval (rive gauche); à l'est, dans le vallon de l'Alp, dans les vallons de l'Alefroide et d'Entrâigues; au sud, dans le Valgaudemar (rive droite) et le fond de Valjouffrey; comme à l'ouest de part et d'autre de Saint-Christophe.

§ 123. — Lorsque, d'une distance de quelques lieues et d'un point suffisamment élevé, on embrasse du coup-d'œil une partie considérable du massif, on voit que les pentes extérieures sont beaucoup moins raides et ont un aspect tout autre

que les parois intérieures du cirque. De la pente méridionale des Rousses, par exemple, au-dessous des granges d'Huez, ou bien encore des hauteurs qui forment la frontière au nord de la Grave, on aperçoit d'immenses champs de neige qui couvrent le versant nord du cirque, depuis la pointe du Grand-Glacier, au S.-E. de Mont-de-Lans, jusqu'à l'Aiguille-du-Midi de la Grave. Des glaciers pendent de ces amas de névés, jusqu'aux escarpements de la combe de Mœlaval. Un petit nombre de pointes rocheuses interrompent seules l'uniformité de cette surface, inclinée vers le nord d'une manière presque uniforme.

Des hauteurs du Chardonnet ou de celles qui dominent au N.-E. le Monestier, on peut étudier en détail les formes des diverses cimes comprises entre l'Aiguille-du-Midi et le Signal du Pelvoux; elles présentent presque toutes ce caractère commun d'une coupure abrupte, à peu près verticale, du côté de la Bérarde, tandis que le revers extérieur montre une surface inclinée, plus ou moins régulière, couverte de neiges et de glaciers. On aperçoit également bien ces détails de formes des cimes du Mont-Genèvre. « Cette coupe, escarpée vers l'intérieur, et plus ou moins régulièrement inclinée vers l'extérieur, est le trait caractéristique de presque toutes les parties de cette enceinte circulaire qui sépare du reste du monde le triste réduit de la Bérarde. » (M. Élie de Beaumont.)

Ces pentes extérieures sont formées de gneiss, en grandes écaillés inclinées, superposées, dont chacune reste en retrait dans la hauteur, par rapport à celle qui lui est inférieure; ces gneiss passent à des protogines schisteuses, puis aux protogines massives qui constituent les aiguilles abruptes et les escarpements intérieurs du cirque. A mesure que l'on descend vers l'extérieur, l'inclinaison de ces feuilletts de gneiss devient plus régulière, et leur superposition successive plus manifeste. La montagne des Agneaux (Bourcet), vaste contrefort qui s'étend de la crête du Pelvoux au Casset, et sépare les glaciers du vallon de l'Alp de ceux de l'Alefroide, est formée d'une

série de grandes écaillés de gneiss, en assises planes inclinées régulièrement d'environ 30°. On voit ces couches de gneiss se dessiner nettement dans les escarpements que surmonte le glacier du Monestier. A l'est, elles s'enfoncent sous les assises des grès et calcaires à nummulites du col de l'Echauda, relevées dans le même sens et avec la même régularité. Il est donc bien probable que ces couches de gneiss ont été jadis horizontales comme les couches de calcaires et de grès qui s'appuient sur leur versant oriental, et que leur position inclinée actuelle est l'effet d'un soulèvement postérieur au dépôt des couches à nummulites.

Cette inclinaison régulière du gneiss vers l'extérieur du massif, au N.-E., se montre de même dans toutes les montagnes situées entre le vallon de l'Alp et la vallée de la Guisane.

Le granite perce, en quelques points, dans les crêtes extrêmes de ce versant, et les glaciers du Monestier amènent des blocs d'une belle protogine à feldspath rouge.

Une inclinaison régulière à l'E. existe de même dans les gneiss où sont creusés les vallons de l'Alefroide et d'Entraigues, à l'E. de Vallouise. Ces deux vallons sont des entailles profondes dans le revêtement de gneiss, et ces entailles pénètrent jusqu'au granite qui forme la masse intérieure du Pelvoux : les glaciers qui descendent dans leur partie supérieure amènent un grand nombre de blocs de protogine à feldspath rose ou d'un rouge violacé, en gros cristaux très-lamelleux. Cependant, toutes les parois de ces vallons et le versant du Pelvoux lui-même, du côté des chalets d'Alefroide, sont encore formés de gneiss plus ou moins feuilletés.

On saisit très-bien la disposition d'ensemble de ces montagnes, en les voyant des hauteurs des environs de Guillestre. Le Pelvoux et les autres montagnes comprises entre Vallouise et le Lautaret apparaissent alors, sur la droite, comme formées par de grandes écaillés de gneiss, sortant les unes de dessous les autres et redressées uniformément vers l'intérieur du cirque

de la Bérarde. Sur la gauche, on aperçoit d'autres crêtes dentelées semblables, formées aussi d'écaillés de gneiss superposées, dont la stratification incline de ce côté, en sens inverse de celle du Pelvoux. Enfin, par l'échancrure du vallon d'Entraigues, la vue pénètre jusqu'aux masses granitiques qui séparent les glaciers d'Entraigues de ceux de la Bérarde, entre le Signal du Pelvoux et le col de Saïs : ces granites tranchent complètement, par leurs formes, avec les crêtes de gneiss entre lesquelles ils apparaissent; ils sont taillés en escarpements verticaux, en obélisques abrupts de toutes parts, découpés par d'énormes fractures qui semblent encore toutes récentes et dont l'œil peut souvent distinguer les deux parties correspondantes. (M. Élie de Beaumont.)

§ 124. — En résumé, le grand massif de montagnes granitiques que domine le mont Pelvoux, et dont le hameau de la Bérarde occupe à peu près le centre, se compose d'un *noyau* de *granite* ou *protogine* massive, sur lequel s'appuie de tous côtés une épaisse écorce de gneiss, déchirée et fracturée par le soulèvement; les couches ou feuilletés de cette écorce de *gneiss* inclinent de toutes parts vers l'extérieur du massif et se relèvent de tous côtés vers la masse centrale de *granite*.

Pour se représenter cette structure, il suffit de supposer que le sol de cette contrée était formé par une grande épaisseur de gneiss, sous laquelle le granite existait à une profondeur de quelques milliers de mètres; qu'une combinaison locale des forces qui ont agi dans le soulèvement des différentes chaînes des Alpes, dans les régions voisines, a produit ici une *poussée* très-énergique, un *soulèvement circulaire* du sol autour d'un centre dont la Bérarde indique à peu près l'emplacement. L'écorce de gneiss, soulevée, distendue par cette pression intérieure, s'est d'abord bombée, puis déchirée et crevée par l'excès de la tension, et le granite qui était en-dessous a paru dans la rupture centrale. Le granite, découpé par de nom-

breuses et profondes cassures, occupe ainsi l'intérieur de cette grande ampoule crevée, le *cirque de la Bérarde*; et du côté de l'est, il s'élève jusqu'aux cimes du Pelvoux et de l'Aiguille du-Midi, dont il forme toutes les parties escarpées, tournées vers la Bérarde. La poussée n'ayant pas été exactement verticale, mais probablement un peu oblique vers l'ouest, l'ensemble du massif soulevé présente une pente générale de ce côté. Les couches du gneiss ont été plus fortement redressées dans la bordure occidentale; mais c'est aussi de ce côté qu'elles s'élèvent le moins haut et qu'elles ont éprouvé la déchirure la plus profonde, la seule qui pénètre complètement au centre du massif, la gorge du Vénéon. Du côté de l'est, au contraire, le gneiss s'élève, avec une inclinaison modérée et régulièrement croissante, du fond des vallées du Monestier et de Vallouise jusqu'aux cimes du Pelvoux, dont il constitue tout le versant oriental. Il n'est entaillé que par des déchirures incomplètes, comme celles des glaciers du Monestier, celles d'Alefroide et d'Entraigues, en Vallouise.

§ 125. — Le soulèvement de cet énorme massif de roches granitiques à une si grande élévation au-dessus des régions environnantes n'a pu avoir lieu sans des déchirures profondes sur une partie de son contour; et le bord intérieur de chacune de ces déchirures a été seul emporté dans le mouvement d'élévation dont la Bérarde était le centre. Le massif du Pelvoux paraît ainsi terminé de plusieurs côtés par des *failles*, qui séparent les roches granitiques soulevées des couches du lias ou d'autres terrains stratifiés, qui se trouvent à la même hauteur. L'existence de ces failles rend compte de certains gisements où l'on voit, avec autant d'évidence que de surprise, les roches granitiques *recouvrir* les roches de sédiment (1).

(1) Elie de Beaumont, mém. cité.

C'est ce qui se présente surtout à la limite nord du massif, dans la vallée de la Romanche, aux environs de la Grave. Nous avons vu précédemment que l'on pouvait attribuer l'ouverture de la Combe de Malaval à une grande déchirure ou *faille*, dirigée de l'O. à l'E. et dont le bord méridional aurait été exhaussé considérablement au-dessus de l'autre. Lorsqu'on est arrivé à la cascade des Freaux, un peu en-dessous de la Grave, on voit réposer sur les tranches du gneiss les premières assises du lias, dont nous avons indiqué précédemment le détail (§ 52). Ces couches se prolongent d'un côté à l'autre de la Romanche et s'appuient aussi, sur la rive gauche, sur la pente orientale du gneiss. Elles s'enfoncent dans la direction de l'est, sous une série d'assises de schistes ardoisiers, prolongement de ceux de la rive droite, qui forment les pentes du Puy-Vachier, jusqu'au pied du grand glacier qui descend de l'Aiguille du Midi. En traversant ces pentes, du nord-ouest au sud-est, pour monter de la Romanche à l'extrémité inférieure de la branche orientale du glacier, on reconnaît facilement que l'on s'élève de plus en plus dans une série d'assises calcaires qui se recouvrent successivement d'une manière très-régulière. Ainsi celles sur lesquelles on arrive, au bas du glacier, en laissant celui-ci à droite, sont séparées, par plusieurs centaines de mètres d'épaisseur de couches intermédiaires, de l'assise inférieure qui s'appuie sur le gneiss en face des Freaux. Elles inclinent vers le sud-est, sous un angle de 50 à 60°, et tendent ainsi à s'enfoncer sous les masses escarpées de granite qui forment les premiers plans de l'Aiguille du Midi.

En gravissant ces dernières pentes calcaires, que l'on distingue de loin, même de la Grave ou du Villard-d'Arène, par la couleur noire caractéristique du terrain du lias, on arrive à toucher de la main le granite, ayant toujours les pieds sur le calcaire; on voit les schistes du lias s'enfoncer sous le granite sous un angle de 50 à 60°. En d'autres termes, le granite qui

forme toute la grande masse de l'Aiguille du Midi et des autres cimes voisines est ici mis en surplomb et renversé sur le terrain calcaire.

Ces faits ont été observés, en 1827 et 1830, par M. Elie de Beaumont, et cette superposition du granite aux calcaires du lias peut être reconnue tout le long d'une ligne qui, partant du bas du glacier de la Grave, se prolonge, en s'abaissant vers le nord-est, jusqu'en face du Villard d'Arène, sur une étendue de plus de deux kilomètres. Nous empruntons au mémoire de cet illustre géologue quelques détails sur les points où il a étudié les particularités de ce contact anormal des deux terrains.

1° *Pentes au S. S.-O. du Villard-d'Arène.* — *Fig. 14.* —

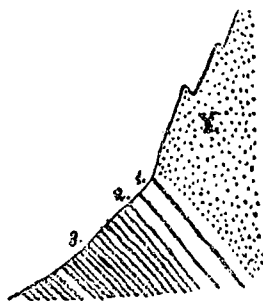


Fig. 14. — Superposition du granite au lias, en face du Villard-d'Arène (d'après M. Elie de Beaumont).

La partie inférieure des escarpements granitiques est formée d'un granite (ou protogine), composé de feldspath verdâtre presque compacte (oligoclase), de feldspath blanc cristallisé (orthose), de quartz et de mica vert. Ce granite n'est pas généralement en décomposition; mais, à la base même des rochers, le grain de la roche devient moins distinct; elle semble, en quelques points, prendre la structure d'une brèche, et en même temps le feldspath et le mica sont décolorés et la masse entière en décomposition évidente. C'est sous ces parties qu'on voit s'enfoncer les couches calcaires, dont on peut suivre et observer de près le contact avec le granite.

Le plan de contact, à peu près parallèle à la stratification du lias, plonge de 60 à 70° vers l'E.-S.-E. La couche immédiatement contiguë au granite est un calcaire gris saccharoïde avec petits filons spathiques; mais à mesure qu'on s'éloigne du contact, le grain du calcaire devient plus fin, et à très-peu de mètres du point de jonction on rencontre déjà un calcaire compacte noir qui contient des bélemnites. Celui-ci repose sur un schiste argilo-calcaire qui renferme les

mêmes fossiles. Cette dernière roche constitue tout le talus qui descend jusqu'à la Romanche et présente des bélemnites dans plusieurs de ses couches. Sa stratification devient de moins en moins inclinée à mesure qu'on s'éloigne du granite.

Le contact du granite et du calcaire sur lequel il s'appuie n'est pas toujours absolument immédiat. On voit en quelques points du fer oxydé hydraté former entre les deux roches une espèce de filon.

2° *Pentes du Puy-Vachier*, au bas de la branche orientale du glacier de la Grave. — *Fig. 15.* — L'escarpement granitique *a* est

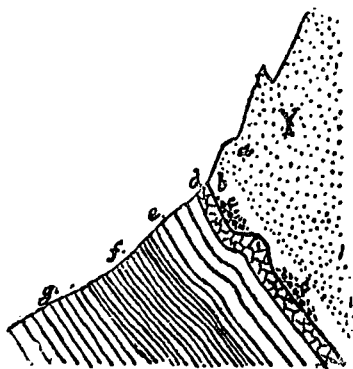


Fig. 15. — Superposition du granite au lias, au Puy-Vachier, près la Grave (d'après M. Elie de Beaumont).

formé de granite (protogine) à grains moyens, à deux feldspaths et à mica vert, comme celui de la localité précédente. En approchant de la ligne de contact avec le calcaire, le granite change sensiblement de texture; son grain devient plus serré, ses éléments sont moins distincts. Cette portion *b* est laissée en blanc sur la figure, pour indiquer la compacité de la roche. En quelques points *c* de la partie tout à fait extérieure, la roche prend une structure remarquable; ce n'est plus qu'une brèche à frag-

ments anguleux ou légèrement arrondis, d'un granite blanchâtre, à petits grains, semblable à celui qui forme la croûte *b* de la masse granitique; ces fragments sont unis par un ciment sableux qui paraît n'être autre chose que du granite broyé; le tout forme généralement une roche très-solide, très-difficile à tailler en échantillons réguliers.

Le granite repose obliquement sur le calcaire dont les couches plongent sous les escarpements déchiquetés qu'il constitue, et les ravins qui découpent ces escarpements permettent de voir la surface de contact sous différents aspects. Cette surface n'est pas plane; les deux roches s'emboîtent l'une dans l'autre d'une manière compliquée; il n'y a pas ici de filon ferrugineux qui les sépare; elles sont soudées l'une à l'autre, de telle sorte qu'on peut recueillir des échantillons moitié calcaires et moitié granitiques. Au point de contact le calcaire

d est généralement d'un gris bleuâtre, translucide, un peu cristallin, dur, un peu fendillé; il a visiblement perdu son aspect originaire. A un ou deux mètres du contact, en *e*, il reprend son aspect propre; il est alors d'un gris brunâtre, compacte, un peu marneux, en couches d'environ 0^m2 d'épaisseur. La stratification plonge au S. 30° E., de 50 à 55°. A quelques mètres du contact, en *f*, le calcaire devient marneux et alterne avec des marnes noires peu solides et schisteuses. Des couches analogues se succèdent en descendant, de là jusqu'à la Romanche; elles contiennent, à divers niveaux, des bélemnites et des ammonites.

§ 126. — Le granite qui se trouve ici renversé sur des couches déjà assez élevées dans la série des assises du lias n'est que l'extrémité nord de la grande masse de protogine qui forme l'Aiguille du Midi, la montagne d'Oursine et les cimes du Pelvoux, c'est-à-dire tout le rebord oriental du cirque de la Bérarde. Pour se représenter la manière dont les faits se sont produits, il faut imaginer qu'il s'est fait d'abord, suivant la direction actuelle de la vallée de la Romanche, ou de l'est à l'ouest à peu près, une grande fracture verticale, d'une profondeur immense, dont la Combe de Malaval est un reste ou plutôt une conséquence, une fente collatérale et parallèle. Au nord de cette fracture, le sol n'a pas été déchiré, et les couches du lias, dont les plus inférieures reposent à l'ouest sur le gneiss des Freaux, ont pris seulement une inclinaison générale vers l'est. Au midi de la fracture, au contraire, s'est exercée une action de soulèvement d'une énergie extrême, par laquelle le granite, surgissant des profondeurs du sol, a rejeté vers l'extérieur du massif l'écorce de gneiss qui le recouvrait. L'intensité la plus grande de ce soulèvement s'est manifestée dans les cimes qui s'étendent du signal du Pelvoux à l'Aiguille du Midi, et dont la direction moyenne viendrait couper la vallée de la Romanche en face de la Grave. En ce point, au bord de la grande faille que nous venons d'indiquer, le granite a fait brèche complète à travers le gneiss, en le rejetant à l'ouest en face des Freaux et à l'est dans le vallon de l'Alp; l'extrémité

de cette masse de granite soulevée à travers le gneiss s'est trouvée en rapport immédiat avec le lias, resté à peu près sans dérangement, sur l'autre bord de la faille. Puis, poussé toujours vers l'extérieur du cirque de la Bérarde, par la force soulevante, le granite a été renversé en partie sur le terrain calcaire, et il surplombe ainsi sur une certaine étendue.

Près de la surface de contact de ces deux terrains, le calcaire du lias est modifié dans sa structure sur une certaine épaisseur; le granite, d'autre part, devient moins cristallin, etc. Ces faits, détaillés ci-dessus, semblent prouver que lorsque le granite a été soulevé et renversé en partie sur le calcaire, il n'était pas encore définitivement consolidé; que la cristallisation de ses éléments n'était pas encore achevée; qu'il conservait par conséquent un certain degré de mollesse, résultant de la température élevée à laquelle il avait été maintenu jusque-là dans les profondeurs du globe. Le refroidissement de ces grandes masses de granite a été sans doute extrêmement lent, et il est naturel de penser que le changement de structure du calcaire du lias près de la surface de contact est résulté de l'action prolongée de cette chaleur, communiquée par le granite.

On observe quelquefois au contact, comme on l'a vu plus haut, une couche irrégulière de *brèche* ou *conglomérat* formé de débris du granite, broyés dans la faille, et ressoudés par un ciment siliceux, qui a pu être amené par des sources thermales jaillissant dans la faille, ou qui aurait suinté du granite pendant sa consolidation définitive.

§ 127. — L'étude de ces faits remarquables, les faibles épaisseurs sur lesquelles le terrain calcaire se trouve modifié par le contact du granite, et le granite rendu plus compacte par un refroidissement plus rapide au contact du calcaire, tout cela tend plutôt à diminuer qu'à exagérer l'idée que l'on peut se faire de la chaleur du granite sortant des profondeurs du

sol, et à faire admettre que la cristallisation et la consolidation définitive de cette roche se sont opérées à une température bien inférieure à celle qu'il faudrait pour la ramollir ou la fondre, telle qu'elle est aujourd'hui.

Un peu plus loin vers l'est, à la mine du *Bas-du-Pic* et dans le vallon de l'Alp, on peut voir encore en divers points les roches granitiques surplombant au-dessus des calcaires du lias. Mais ici ce sont des gneiss feldspathiques, analogues à ceux de la cascade des Freaux, et les couches en contact avec eux sont d'abord une petite assise de grès ou *arkose*, puis des calcaires magnésiens compactes, c'est-à-dire les couches inférieures du terrain du lias, dans les conditions ordinaires de la superposition de ce terrain aux roches cristallines. Dans ces localités, par conséquent, il n'y a plus qu'un simple renversement local du terrain, de manière que le gneiss se trouve retourné par-dessus les assises inférieures du lias, et celles-ci par-dessus les couches qui leur sont supérieures dans les circonstances normales. Le gîte du *Bas-du-Pic* est une couche métallifère à gangue de quartz, contenant du cuivre gris argentifère et quelquefois du cuivre pyriteux situés dans ces conglomérats ou *arkoses* de la base du lias, tout près du contact du gneiss.

PARTIE GRANITIQUE DU CHAMPSAUR.

§ 128. — Pour compléter cette description des diverses parties des Alpes centrales, il nous reste à considérer le versant méridional de cette région, entre St-Bonnet et Vallouise. Ce versant appartient au bassin supérieur du Drac, ou pays du Champsaur, et comprend particulièrement deux vallées importantes, Molines et Champoléon.

Vallée de Molines. — Les terrains qui constituent le bassin

de Molines ou de la Severaissette, sont le prolongement immédiat de ceux que nous avons rencontrés dans le Bas-Valgaudemar, entre Saint-Firmin et la Chapelle. Les calcaires du lias se rencontrent depuis les bords du Drac jusqu'au-dessus de la Motte, et contiennent fréquemment, comme à Corps et à Saint-Firmin, des empreintes d'ammonites caractéristiques. Leurs couches se redressent fortement au N.-E. contre les terrains cristallisés, formés, jusqu'au-dessus de Molines, par des schistes micacés et des gneiss très-feuilletés, parfois amphiboliques. Ces roches sont en couches à peu près verticales, et leur direction varie entre le nord et le nord-nord-est; elles contiennent, intercalées, des couches de marbre cristallin dont nous avons parlé précédemment (§ 113). Plus loin, les hautes montagnes qui forment le fond de ce bassin et qui le séparent du Valgaudemar et de Champoléon, sont formées de gneiss semblables à ceux de Villard-Loubières et du vallon de Navette. Ces gneiss continuent jusqu'au sommet de Chaillolle-Vieil (3164 mètres), où ils sont dirigés vers le nord-nord-est et se rattachent, en formant les crêtes les plus élevées, à ceux du col de Val-Estresche, et plus loin à ceux de Rif-du-Sap, en Valgaudemar (§ 117). Sur le versant méridional de Chaillol, le gneiss n'est visible que jusqu'à 400 mètres en dessous du sommet, et disparaît, à ce niveau, sous un épais dépôt de grès que nous étudierons plus tard.

§ 129. — **Vallée de Champoléon.** — Cette vallée, dont nous n'avons à étudier ici que la partie supérieure, prend naissance au col de l'Alp-Martin, seule communication facile entre le bassin du Drac et le Briançonnais. De ce col on descend en Vallouise par le vallon de Beauvoisin. Ce dernier vallon est formé de gneiss, sur lequel s'appuie, sur la rive droite, le terrain des grès et calcaires à nummulites. Toutes les hauteurs entre l'Alp-Martin et le lambeau calcaire de Vallonpierre (§ 118), paraissent formées de gneiss, y compris le beau pic

de Chirac, d'où descend la branche principale du Drac. Il en est de même dans les hauteurs entre Vallonpierre et le col de Val-Estresche. Mais dans les pentes inférieures, des deux côtés de la vallée du Drac et sur la rive gauche du vallon de Touron, le *gneiss* est remplacé par diverses variétés de *granite*. Ce granite s'élève même à de grandes hauteurs dans les crêtes qui forment les premiers plans des montagnes de la rive droite du Drac : il constitue, au-dessus du Châtelard, le pic ou Puy de Péorais d'où il se prolonge vers l'est, en grands escarpements, jusqu'au-dessus des granges de Touron, à l'origine du vallon de ce nom.

Le vallon de Touron et les deux côtés de la vallée du Drac, au Châtelard, sont occupés par un lambeau intéressant de schistes argilo-calcaires noirs, appartenant au terrain du lias, et dans lesquels on trouve fréquemment les bélemnites caractéristiques de ce terrain. Des masses considérables de *spilites* sont enchevêtrées avec ces calcaires, au Châtelard même, et un peu à l'est des granges de Touron, et ces roches percent encore sur plusieurs points intermédiaires; elles ne sont accompagnées d'aucun indice de gypse.

A l'est des granges de Touron, les calcaires du *lias* reposent sur le *gneiss*, qui de là se continue avec celui du sommet de Chaillol-le-Vieil. Ces deux terrains disparaissent au sud sous de grandes masses de calcaires et de grès à nummulites, qui seront décrites plus tard. Des granges de Touron au Châtelard, on marche sur le lias, que domine au nord-ouest une crête de granite : les couches calcaires plongent vers l'intérieur de la montagne et paraissent ainsi s'enfoncer sous le granite qui les surmonte.

Aux environs du Châtelard, le *lias* est terminé par des assises de calcaires gris compactes, magnésiens, passant à de vraies *dolomies*, et par quelques couches de *grès*, en contact immédiat avec le *granite* : il forme une bande à la partie inférieure du Puy-de-Péorais; dans le bas de la pente il repose

sur le granite, et plus haut, au contraire, celui-ci le recouvre en partie.

§ 130. — Nous empruntons à M. Elie de Beaumont quelques détails sur les rapports de position de ces deux terrains.

1° Sur la rive droite du Drac, à 4 ou 500 mètres au-dessus de son niveau, et à peu près à égale distance des deux hameaux appelés les Baumes et les Gondoins, le sol est formé par un granite à petits grains, à mica noir et à feldspath blanc ou rougeâtre. Tout annonce qu'en descendant de ce point vers le Drac, suivant la ligne la plus courte, on marcherait toujours sur cette roche, dans laquelle paraît être creusée la vallée des Baumes et qui semble former aussi les noyaux et les sommets des montagnes des environs.

Un peu au-dessus du même point, se trouvent de petits escarpements formés de roches stratifiées, superposées au granite et plongeant vers l'intérieur de la montagne. La partie supérieure du granite est une variété de cette roche moins bien cristallisée et un peu en décomposition. Immédiatement au-dessus on trouve : 1° Grès quartzeux, très-dur, d'un à deux mètres d'épaisseur, plongeant sous un angle d'environ 30° ; — 2° Plusieurs mètres de grès schisteux, avec des enduits charbonneux, contenant de petites veines de sulfate de baryte et de galène ; — 3° Calcaire gris, ferro-manganésifère (et magnésien) saccharoïde, à petits grains, devenant roux à la surface ; il forme une assise assez épaisse et renferme beaucoup de petites veines de sulfate de baryte ; — 4° Calcaire analogue, presque compacte, bleuâtre, un peu schisteux, qui forme une petite couche au-dessus du précédent ; — 5° Variolite (ou spilite) qui forme une masse de 20 à 30 mètres d'épaisseur, posée sur les couches qui précèdent ; elle contient, en quelques points, des minerais de cuivre. Cette masse de variolite est recouverte par diverses couches de schistes argilo-calcaires et de calcaires gris.

Le granite s'élève par derrière, à peu de distance, comme un mur vertical, et coupe le prolongement de ces couches à l'intérieur de la montagne. Il s'élève sans interruption jusqu'au sommet du Puy-de-Péorais.

2° Sur le penchant rapide que présente cette dernière montagne, du côté du midi, le long du vallon de Touron, on voit partout le granite s'appuyer sur les couches du terrain calcaire. Au haut d'une arête, située entre deux couloirs qui descendent dans le ruisseau de

Touron, au-dessus du hameau des Fermonts, on voit de la manière la plus claire le granite recouvrir le schiste argilo-calcaire friable, dont toute la partie inférieure de cette arête est formée et dans laquelle sont creusés les deux couloirs. Le granite s'avance en-dessus du schiste de manière que sa surface inférieure, qui est celle du contact, présente la forme concave d'une portion de voûte. Les parties du granite qui constituent cette surface courbe elle-même, sont très-mal cristallisées. Elles présentent une disposition par zones, parallèles à la surface extérieure de la masse, qui est de plus en plus cristalline à mesure qu'on pénètre dans l'intérieur. Déjà, à un mètre de la surface de contact, le granite commence à présenter des caractères peu différents de ceux qu'il a dans le reste de la montagne. Près de son point de contact avec le granite qui le recouvre, le schiste argilo-calcaire n'est nullement altéré; il est fissile et friable comme plus bas; ses couches plongent avec une faible inclinaison vers l'intérieur de la montagne.

3° Ce schiste argilo-calcaire s'étend, d'une part, jusqu'au hameau des Gondoins, de l'autre, dans le vallon de Touron, dont il forme le flanc septentrional. Dans ce vallon, à environ une demi-lieue des Fermonts, M. de Beaumont a étudié la série des assises d'un couloir très-rapide qui prend naissance dans le granite du Puy-de-Péorois et dont la partie inférieure est creusée dans le schiste du lias sur une hauteur de cent à deux cents mètres. Les dernières couches calcaires que l'on trouve en remontant ce couloir sont des calcaires grenus, gris, avec petites veines de spath calcaire et de sulfate de baryte. Puis vient une assise de grès d'environ 5 mètres d'épaisseur totale: d'abord 2 à 3 mètres de grès schisteux avec veinules charbonneuses et petits filons de baryte sulfatée et de galène; puis 2 mètres de grès quartzeux compacte, passant à un quartz compacte, avec des cristaux de feldspath, et renfermant les mêmes minéraux; enfin, plusieurs décimètres d'un grès quartzeux à gros grains, contenant beaucoup de cristaux de feldspath. Ce dernier grès s'enfonce immédiatement sous le granite, dont la surface inférieure est sensiblement parallèle à celles des couches.

A un ou deux décimètres de la surface de contact, le granite est mal cristallisé et rempli de petites veines et de petits nids de baryte sulfatée et de galène. A quelques décimètres plus haut, il est mieux cristallisé, encore un peu en décomposition; enfin, un peu plus haut, c'est un granite non altéré, à petits grains, à feldspath blanc ou rougeâtre et à mica noir ou verdâtre, qui forme la masse de la montagne.

Une des circonstances les plus frappantes que présente le contact du granite à mica noir et à feldspath rose qui constitue les montagnes

de Champoléon avec les calcaires du lias, c'est que, quelle que soit l'inclinaison de la surface de contact, si la roche secondaire est solide (calcaire, grès ou variolite) cette roche et le granite sont devenus métallifères près du contact et renferment, en nids et en petits filons, de la galène, de la blende, des pyrites de fer et de cuivre, de la baryte sulfatée, etc. Cette présence des minerais et de la baryte évidemment n'est pas accidentelle : elle paraît être en rapport avec la juxtaposition des roches, dans la situation relative où elles se montrent ici. Il semble manifeste que ces substances métalliques et la baryte sulfatée se sont insinuées dans une solution de continuité qui aurait existé entre le granite et les roches stratifiées, et sont venues remplir cette fente et toutes les petites fissures qui y aboutissaient.

§ 134. — Les détails précédents sont extraits textuellement ou résumés du mémoire de M. Elie de Beaumont. Dans la première localité, le lias repose sur le granite, qui a évidemment servi de base à son dépôt, et les circonstances de cette superposition sont analogues à celles que nous avons indiquées, d'après le même géologue, pour la superposition du lias sur les tranches des feuilletts du gneiss, à la cascade des Freaux (§ 53). Ici seulement, il est à noter que ces couches de lias, qui plongent vers l'intérieur de la montagne, ne s'y prolongent pas; elles butent par leurs tranches contre une muraille verticale de granite, exhaussée par une *faille*, bien au-dessus du granite qui supporte ces couches.

Dans la dernière localité, l'ordre de superposition est renversé; comme dans la première, il y a quelques couches de grès entre le granite et le terrain calcaire; mais ici le grès est par-dessus le calcaire, le granite par-dessus le grès. Evidemment ces trois roches étaient autrefois dans la même position relative que dans la première localité : le grès s'était déposé sur la surface du granite, le calcaire par-dessus le grès. Mais dans le soulèvement de la montagne, les couches ont été redressées, sur ce flanc, d'abord jusqu'à la verticale, puis repoussées et renversées en dehors sur elles-mêmes, comme nous en avons vu déjà maint exemple, et comme nous en

verrons d'autres dans des terrains d'une structure plus simple que ceux-ci.

Ainsi, le granite de Champoléon ne nous paraît point s'être épanché par-dessus le terrain du lias, à l'état de fusion ou de mollesse pâteuse, comme on l'a supposé quelquefois : il a formé le fond *solide* de la mer où le lias s'est déposé en couches horizontales ; les grès par lesquels ce dépôt a commencé sont composés de grains de quartz et de feldspath, débris de ce granite même. L'altération que l'on remarque dans la partie du granite qui touche immédiatement au grès, aussi bien quand celui-ci est dessus que quand le granite est renversé sur lui, serait simplement une altération *superficielle* de ce granite, au contact de l'air ou de l'eau, *avant* qu'il fût recouvert par le lias ; de plus, il est arrivé qu'à une époque indéterminée, pendant, ou avant, ou après le soulèvement des couches, ce granite altéré, ces grès et ces calcaires magnésiens fendillés qui forment la base du lias, ont été pénétrés par des sources ou des émanations souterraines qui les ont imprégnés de silice, de sulfate de baryte, de divers minerais métalliques. Aussi le granite, au contact du grès, est plus siliceux que le granite normal, pris à quelques mètres de distance (1) ; et les premières couches de grès sont consolidées par un ciment siliceux et beaucoup plus dures que les dernières.

Dans le second gisement cité plus haut (au-dessus de Fermonts), le granite est renversé immédiatement sur le schiste argilo-calcaire du lias, sans grès ni dolomies compactes entre deux. Ici c'est le bord supérieur de la *faille* constatée un peu plus au nord, dans la première localité, qui a été renversé sur le bord inférieur de cette même faille. Au contact des deux roches, le schiste calcaire n'est pas notable-

(1) Delesse, *Etudes sur le métamorphisme des roches*, p. 425.

ment altéré; le granite, sur une épaisseur d'un mètre, est rougeâtre, très-dégradé; il fait effervescence avec les acides et contient 10 p. % de carbonate de chaux (1). Le granite à l'état normal contient lui-même souvent des carbonates, mais en proportion bien moindre. Cette modification du granite au contact du schiste calcaire, et cette imprégnation de carbonate de chaux se conçoivent très-bien par des actions chimiques lentes, exercées par l'intermédiaire de l'eau qui s'est infiltrée dans les joints du contact, sans faire intervenir aucune cause extraordinaire.

§ 132. — Cette faille qui règne au-dessus du Châtelard, entre le lias du bas de la pente et le granite soulevé, sur l'autre bord, jusqu'au sommet du Puy de Péerois, a donné passage à des émanations métallifères variées, qui ont imprégné, soit le granite, soit les calcaires magnésiens de la base du lias, très-bouleversés et enchevêtrés avec des filons de *spilite*. C'est là ce qui constitue le gîte métallifère du *Chapeau*, un des plus remarquables de nos Alpes par la richesse en argent de ses minerais, malheureusement peu abondants et très-irrégulièrement répartis. Dans le granite, fendillé et réduit, sur le bord de la faille, à l'état de *brèche*, on trouve presque exclusivement de la *galène*, dont la teneur en argent est très-ordinaire, tant qu'elle n'est pas mélangée de *cuivre gris*. Dans les *dolomies* de l'autre bord de la faille, c'est surtout du *cuivre gris*, passant, par altération, à l'état de *cuivre carbonaté* et très-argentifère. Ce minerai se trouve surtout dans des gangues terreuses ou graveleuses, jaunâtres, qui ne sont évidemment autre chose que des dolomies broyées et décomposées, laissant pour résidu de l'action des acides une forte proportion de sable fin siliceux. Le

(1) Delesse, *Études sur le métamorphisme des roches*, p. 425.

cuivre gris y forme des rognons dispersés, sans suite; sa teneur en argent, dans des échantillons purs, va quelquefois à près de 6 p. % (1,200 fr. d'argent par 100 kil. de minerai); mais cette richesse est très-variable et le plus souvent bien inférieure à ce chiffre. Les travaux de recherches tentés, soit dans les calcaires, soit dans le granite, n'ont amené la découverte d'aucun filon régulier.

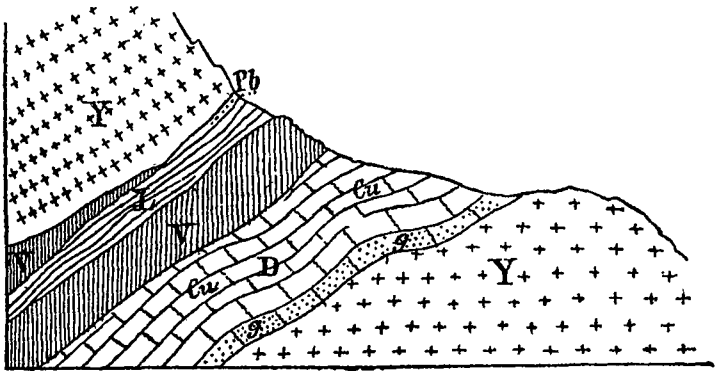


Fig 16 — Coupe théorique du gîte métallifère du Chapeau, vallée de Champoléon.

La *fig.* 16 indique approximativement la disposition générale de ce lambeau de dolomies et calcaires magnésiens D et des calcaires schisteux L, du terrain du lias, enfermés entre deux masses de granite Y, enchevêtrés de filons de spilitite V et contenant les minerais disséminés de ce gîte du Chapeau. Les dolomies D sont l'assise inférieure du lias; elles reposent régulièrement sur la masse inférieure de granite Y, dont elles sont séparées, en général, par une petite assise de grès *g.* Dans ces dolomies, fendillées et décomposées, se trouvent disséminés les minerais de cuivre argentifères, *Cu*, *cuivre gris* et des *carbonates de cuivre* provenant de son altération;

au contact du lias L et de la masse supérieure de granite Y, renversée sur lui par suite d'une faille, se trouve seulement de la *galène*, *Pb*, beaucoup moins argentifère.

Les spilites V ne contiennent ni *galène*, ni *cuivre gris*, sur ce point pas plus que sur aucun autre ; on y trouve seulement de la *pyrite de fer* ; sur d'autres points des environs, elles contiennent quelquefois de petits rognons de *cuivre pyriteux panaché*.

Ces roches nous semblent donc étrangères à la production du gîte métallifère du Chapeau, qui est essentiellement un gîte de contact, dans une *faille*, entre le granite et les dolomies de la base du lias ; le *cuivre gris* argentifère est exclusivement dans ces dernières, tandis que la *galène* est dans le plan même de la faille et surtout dans les parties fendillées de la masse granitique supérieure Y, près de son contact avec le lias L, sur lequel elle est renversée.

CONCLUSION DE CE CHAPITRE

ET APERÇU SOMMAIRE SUR L'HISTOIRE GÉOLOGIQUE DES ALPES DAUPHINOISES.

§ 433. — La région à laquelle nous avons consacré ce chapitre doit nécessairement servir de point de départ à l'étude des Alpes dauphinoises ; son sol est constitué par les terrains les plus anciens, jusqu'au *lias* inclusivement, et, depuis la formation de ce dernier, elle ne paraît avoir reçu aucun dépôt caractérisé des périodes secondaires ou tertiaires. On doit naturellement en conclure que *cette région a été exhauscée au-dessus des eaux de la mer après le dépôt du lias*, et elle paraît avoir, depuis cette époque, toujours fait partie des terres émergées.

Les pays situés à l'est de cette région, la Tarantaise, la Maurienne, le Briançonnais, formant ce que nous appelons la *région des chaînes intérieures*, présentent aussi un grand développement des terrains anciens, des *grès à anthracite* et du système du *lias*. Les dépôts de la série *jurassique*, supérieurs à ce dernier, ne paraissent pas s'être étendus de ce côté; même dans l'arrondissement d'Embrun, on n'en a reconnu jusqu'ici que des lambeaux peu étendus. Quant aux dépôts de la *période crétacée*, ils sont *complètement exclus* de toutes les parties des Alpes que nous venons de mentionner, ainsi que de tout le versant piémontais.

Si l'on tire une ligne partant du haut Valais et passant à travers la Savoie et le Dauphiné, par Sion, Martigny, Servoz, Mégève, Albertville, la vallée du Graisivaudan jusqu'à Grenoble, le cours du Drac, Corps et Embrun, cette ligne, qui se courbe à angle droit, comme le Drac, à l'ouest de la Mure, trace, dans cette partie des Alpes, une limite en dedans de laquelle nous admettons qu'il n'existe aucune formation secondaire, jurassique ou crétacée, postérieure au système du *lias*. Au contraire, en dehors (ou à l'ouest) de cette ligne brisée, les terrains anciens se montrent rarement; les terrains *jurassiques* supérieurs au *lias* et les terrains *crétacés* y ont un développement considérable.

Cette ligne nous paraît représenter, approximativement, la position du rivage en dehors duquel la mer a été refoulée après la formation du *lias*. L'emplacement actuel des Alpes proprement dites, des chaînes *centrales et intérieures*, compris *en dedans* de ce rivage, est resté *à sec* pendant toute la durée des périodes secondaires subséquentes. Les dépôts *jurassiques* postérieurs au *lias* et les divers dépôts *crétacés* ont été formés dans un *détroit* ou dans des *golfs* plus ou moins étendus, entre cette terre émergée, noyau des Alpes, et le *plateau central* de la France.

Comme nous le verrons par la suite, toutes ces parties du

lit de la mer ont été progressivement mises à sec et se sont trouvées entièrement émergées après le dépôt de la craie. Plus tard, dans l'une des périodes *tertiaires*, il s'est fait dans une partie du noyau alpin un grand affaissement, par suite duquel la mer a envahi un golfe long et étroit, s'étendant des environs de Nice au versant sud-est du Pelvoux, par Barcelonnette et Embrun. Dans ce golfe, dont le fond, très-inégal, était formé, suivant ses diverses parties, par tous les terrains des périodes secondaires ou plus anciennes, il s'est produit un entassement énorme de grès, de schistes et de calcaires, caractérisés par la présence des nummulites (terrain *nummulitique*, teinte E). Cette formation paraît même, d'après des documents récents, s'être prolongée en une bande étroite, par les environs du Lautaret et de Saint-Jean de Maurienne; et peut-être le golfe dont nous venons de parler se rattachait ainsi, par un détroit très-resserré, à un autre bras de mer où se sont produits des dépôts correspondants, dans les parties moyennes de la Savoie et de la Suisse.

Une nouvelle oscillation du sol mit à sec ce bassin de la formation *nummulitique*, et cette formation, considérablement exhaussée dans son ensemble, et qui aujourd'hui se trouve souvent à plus de 3000 mètres au-dessus de la mer, est restée depuis à découvert sur presque toute son étendue. Les derniers dépôts marins des Alpes, que nous réunissons sous la dénomination de *groupe de la mollasse* (teinte M), ont été formés dans un détroit résultant d'un nouvel affaissement entre les Alpes d'une part, le Jura et le plateau central d'autre part. Sur la lisière des Alpes, dans le Dauphiné, la *mollasse* repose toujours sur quelqu'un des étages *crétacés*; elle s'élève sur les flancs et jusque dans les sommités des chaînes les plus extérieures, dont la configuration actuelle, par conséquent, ne date que de la période de la *mollasse*.

Cet aperçu sommaire de l'*histoire géologique* du Dauphiné, pendant les âges secondaires et tertiaires, nous montre

que la géologie des chaînes *extérieures* et du Bas-Dauphiné est à peu près indépendante de celle des régions *intérieures* (Briançonnais et Embrunais), et que, de l'étude des chaînes *centrales*, on peut passer indifféremment aux unes ou aux autres.

Dans le plan primitif de cet ouvrage, nous avons placé après ce chapitre celui où nous traitons de la structure des chaînes *intérieures* (Briançonnais), à cause du grand développement qu'y présentent encore les terrains correspondant à ceux des chaînes *centrales*. Mais des documents récents paraissent indiquer que les dépôts tertiaires *nummulitiques* ont, dans cette région, une importance plus grande qu'on ne le supposait généralement; les terrains de cette partie des Alpes ont donné lieu jusqu'ici à des difficultés très-graves, que nous croyons être à la veille de s'éclaircir, mais sur lesquelles il convient d'attendre encore quelques renseignements. Nous croyons donc devoir renvoyer l'étude de ce pays à un chapitre plus éloigné, et nous allons passer des chaînes *centrales* à la région des chaînes *extérieures*, à laquelle appartiennent toutes les formations *secondaires* postérieures à celle du *lias*.



Fig. 1.

Ech. $\left\{ \begin{array}{l} \text{hauteurs} \\ \text{dist. hor.} \end{array} \right. \begin{array}{l} \frac{1}{20000} \\ \frac{1}{160000} \end{array}$

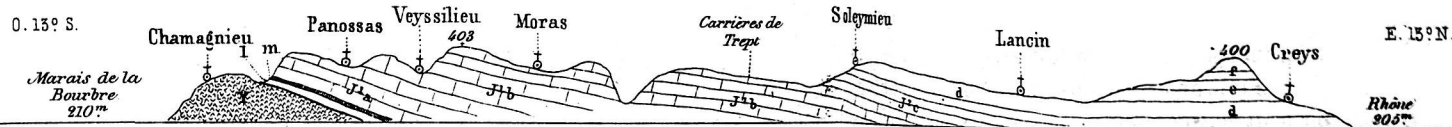


Fig. 2.

Ech. $\frac{1}{30000}$

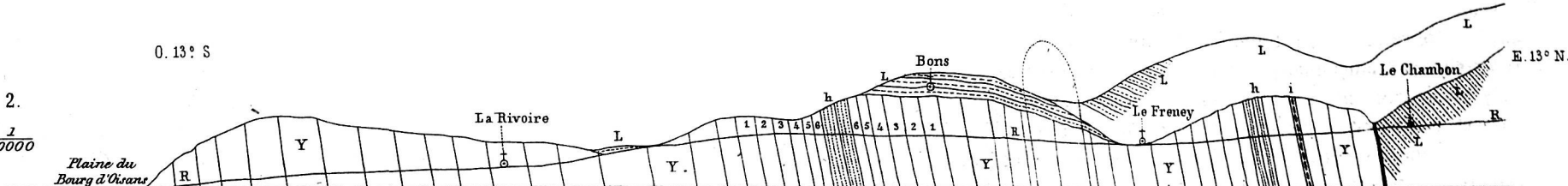


Fig. 3.

Ech. $\frac{1}{160000}$

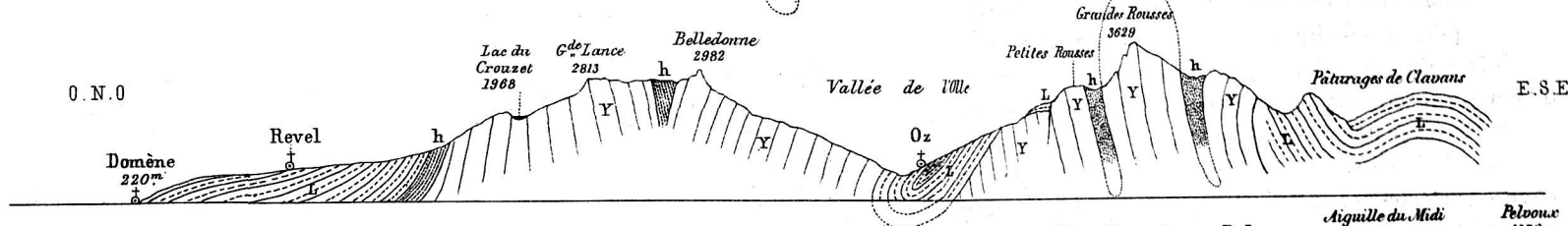


Fig. 4.

Ech. $\left\{ \begin{array}{l} \text{hauteurs} \\ \text{dist. hor.} \end{array} \right. \begin{array}{l} \frac{1}{125000} \\ \frac{1}{250000} \end{array}$

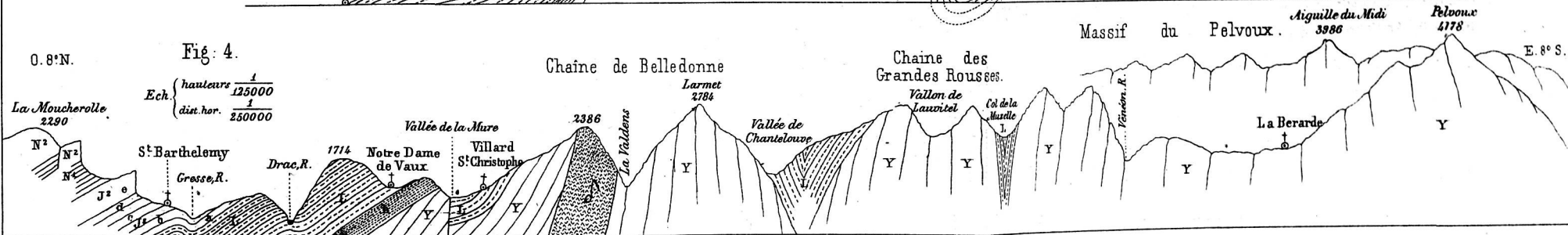


Fig. 5.

Ech. $\frac{1}{90000}$

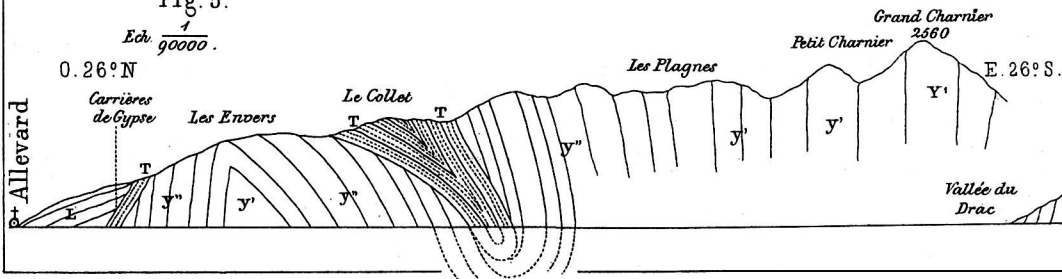
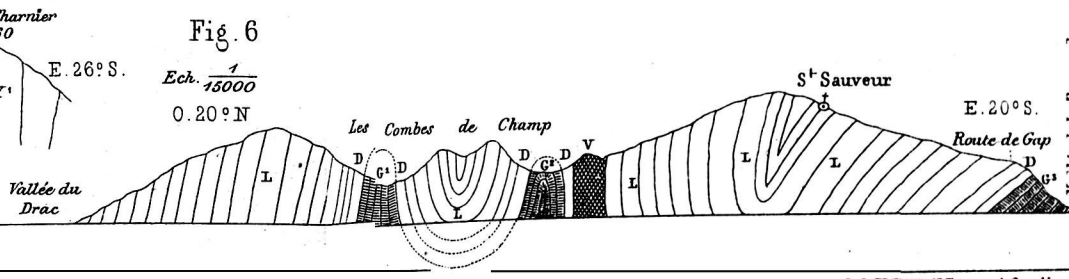


Fig. 6.

Ech. $\frac{1}{15000}$



DESCRIPTION GÉOLOGIQUE

DU

DAUPHINÉ.

DESCRIPTION GÉOLOGIQUE

DU

DAUPHINÉ

(ISÈRE, DROME, HAUTES-ALPES)

POUR SERVIR A L'EXPLICATION DE LA

CARTE GÉOLOGIQUE DE CETTE PROVINCE

PAR

CHARLES LORY

Professeur de géologie à la Faculté des sciences de Grenoble.

DEUXIÈME PARTIE

PARIS

F. SAVY, LIBRAIRE DE LA SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DE FRANCE
Rue Bonaparte, n° 20.

GRENOBLE

MAISONVILLE ET FILS ET JOURDAN || **ALPHONSE MERLE ET COMP^{te}**
Libraires, rue du Quai, 8. || Libraires, rue Lafayette, 14.

1861.

GRENOBLE. — MAISONVILLE ET FILS,
imprimeurs-libraires, rue du Quai, 8.

CHAPITRE IV.

RÉGION DES CHAINES SECONDAIRES

EXTÉRIEURES OU SUBALPINES.

§ 134. — Cette région comprend toutes les montagnes situées à l'ouest de la région des chaînes centrales, sur la rive droite de l'Isère, depuis Albertville jusqu'à Grenoble, et sur la rive gauche du Drac, depuis Grenoble jusqu'à Saint-Bonnet : montagnes de la CHARTREUSE, de LANS, du ROYANS, du DIOIS, du VERCORS, du TRIÈVES, du DÉVOLUY; toutes les montagnes du département de la Drôme et toute la partie des Hautes-Alpes située à l'ouest de la ligne passant par Saint-Bonnet et Gap.

Formée presque exclusivement de roches calcaires ou argilo-calcaires, cette partie du Dauphiné offre peu de variété dans sa constitution minéralogique et peu de gîtes particuliers de matières minérales exploitables. Mais au point de vue géologique, la structure de cette région présente une grande complication et une étude des plus intéressantes : ses couches calcaires se répartissent en un grand nombre d'étages distincts, superposés, caractérisés chacun par des fossiles spéciaux; chacun de ces étages est le produit d'une époque géologique particulière.

Le *lias* est le terrain le plus ancien qui apparaisse dans cette région : même il ne se montre à découvert que sur la

lisière orientale, le long des vallées du Drac et de la Durance, et dans deux déchirures des terrains supérieurs, aux environs de Nyons et du Buis. Partout ailleurs il disparaît sous une grande épaisseur de couches marneuses ou calcaires appartenant à la partie moyenne des terrains jurassiques, à l'étage *oxfordien* J².

Il résulte de là que *toute cette zone extérieure de l'emplacement actuel des Alpes a été submergée durant la période du dépôt des couches oxfordiennes*; le rivage de la mer où s'est fait ce dépôt coïncidait à peu près avec la direction actuelle de l'Isère, d'Albertville à Grenoble, avec celle du Drac, depuis Grenoble jusqu'à la limite du département des Hautes-Alpes, et se prolongeait au-delà dans la direction d'Embrun.

Les calcaires de l'étage *oxfordien* sont eux-mêmes recouverts, généralement sans dépôts intermédiaires, par la nombreuse série d'étages des *terrains crétacés* (N¹, N², G', G, C), dont l'ensemble compose la plus grande partie de la région et toutes ses crêtes principales. Des lambeaux plus ou moins étendus de *terrains tertiaires* (E, S, M', M) reposent, en divers endroits, sur les terrains crétacés, participent au redressement de leurs couches et se retrouvent même jusque dans les parties les plus élevées et les plus bouleversées. Les terrains *crétacés* sont tous, comme on le verra, caractérisés par des fossiles marins, et par conséquent ils sont de *formation marine*. Parmi les terrains tertiaires de cette région, le plus ancien, le terrain *nummulitique* (E) et le plus récent, la *molasse marine* (M), sont aussi des dépôts formés dans les eaux de la mer. Ainsi, l'emplacement actuel de la région des chaînes secondaires du Dauphiné a été occupé, en totalité ou en partie, par les eaux de l'Océan, à diverses reprises et jusque dans une des dernières périodes géologiques : l'exhaussement définitif de ce pays au-dessus des eaux, sa configuration actuelle, les redressements, plissements et dislocations des couches qui forment ses montagnes n'ont pu se produire qu'à

des époques relativement récentes; et nous aurons à distinguer les faits géologiques qui appartiennent à chacune de ces époques.

TERRAINS JURASSIQUES.

§ 435. — Les *terrains jurassiques* dans la région des chaînes extérieures des Alpes se réduisent, en général, à deux divisions principales : l'une, inférieure, est le terrain du *lias* (L) que nous avons étudié précédemment dans les Alpes centrales; l'autre, supérieure, est formée d'une série d'assises qui renferment, en assez grand nombre, des fossiles caractéristiques de l'étage *oxfordien* (J²).

Le *lias* est représenté, comme sur le versant ouest des Alpes centrales, par des calcaires argileux, noirs, plus ou moins feuilletés ou schisteux. Les fossiles y sont rares : on y trouve çà et là des bélemnites, le plus souvent de forme grêle, presque cylindrique (*Belemnites elongatus*, Mill. ?); aussi ce terrain a été souvent désigné sous les noms de *calcaires à bélemnites* ou *schistes argilo-calcaires à bélemnites*. De même que dans les Alpes centrales, il renferme quelquefois des amas de *gypse* dans le bassin de la Durance et dans l'arrondissement de Nyons.

L'étage *oxfordien* J² se compose d'une série d'assises de schistes argilo-calcaires, de marnes et de calcaires marneux, d'une teinte noire générale, au-dessus desquels vient une grande assise de calcaires compactes très-solides, d'une teinte brune, bitumineuse, plus ou moins foncée. Le type de ces calcaires, dont l'aspect est identique dans toutes les parties des Alpes, se trouve à Grenoble même, dans le calcaire dit *de la Porte de France*, et ce nom est souvent employé par les géologues pour désigner cette partie supérieure de l'étage *oxfor-*

dien des Alpes, dont les caractères sont si constants et si reconnaissables partout.

Le *calcaire de la Porte de France* correspond d'ailleurs exactement à celui que nous avons étudié précédemment dans la crête de la montagne de Crussol, près Valence (§ 24), et il renferme les mêmes fossiles caractéristiques. La série des assises de calcaires marneux, de marnes et de schistes qui viennent au-dessous est aussi parfaitement analogue à celle des assises moyennes et inférieures de l'étage oxfordien de Crussol, mais avec une épaisseur plus considérable et une teinte plus foncée. Les assises inférieures de l'étage *oxfordien* dans les Alpes ressemblent beaucoup aux schistes argilo-calcaires du *lias*; et il est même très-difficile, comme nous le verrons, de tracer une limite précise entre ces deux terrains.

TERRAIN DU LIAS.

§ 436. — **Vallée du Drac.** — Le *lias* apparaît tout le long du cours du Drac, depuis le Pont du Fossé, en Champsaur, jusqu'au confluent de la Romanche. La vallée a été creusée dans ce terrain de schistes argilo-calcaires peu consistants. Souvent la rivière y est encaissée dans un sillon étroit et très-profond; mais sur les deux rives on remarque des terrasses très-étendues, où les schistes du *lias* sont en partie cachés sous des nappes épaisses de graviers et de cailloux roulés; ce sont les dépôts d'*alluvions anciennes* (A') formés autrefois par un cours d'eau qui coulait dans une vallée beaucoup plus large, plus élevée et moins encaissée que le lit de la rivière actuelle.

Les couches dans lesquelles est creusée la vallée du Drac ne sont, en général, que la suite et la partie supérieure de cette puissante série d'assises du *lias* qui revêt le versant occidental des Alpes centrales et que nous avons décrite, sur la rive

droite, dans les environs de Vizille, de la Mure, de Corps, etc. Presque toujours fortement inclinées, les couches de la vallée du Drac s'appuient, du côté de l'est ou du nord-est, sur les assises du *lias* de la rive droite; elles plongent à l'ouest ou au sud-ouest, sous d'autres assises qui leur sont supérieures. En partant du Drac pour gagner les hauteurs du bassin de la Gresse (pl. 1, fig. 4) ou celles du Trièves (§ 144, fig. 17) ou encore celles du col de Bayard, à l'ouest de la route de Gap, on traverse une suite de couches qui se recouvrent toutes successivement; on passe des schistes à bélemnites du *lias* (L) à des couches qui commencent à renfermer des ammonites caractéristiques de l'*étage oxfordien* (J³), et on s'élève, de proche en proche, jusqu'à la grande assise (e), du calcaire compacte de la *Porte de France*, qui termine cet étage.

§ 137. — **Bassin de la Durance.** — Dans le bassin de la Durance, le *lias* se montre, des deux côtés de cette rivière, depuis le confluent du Guil, en amont d'Embrun, jusqu'auprès de Sisteron. Il occupe ainsi une étendue considérable dans la partie la plus basse du département des Hautes-Alpes et la partie adjacente des Basses-Alpes. Bien qu'il nous faille sortir un peu des limites générales que nous avons assignées à la région qui fait l'objet de ce chapitre, nous placerons ici les détails essentiels qu'il convient de donner sur ce terrain, dans cette partie du bassin de la Durance comprise entre Embrun et Sisteron.

Le *lias* y présente les mêmes caractères que dans le bassin du Drac en général. Les couches ont été déchirées profondément par les soulèvements et surtout par le creusement des vallées de la Durance et de ses affluents; aussi on y voit affleurer non-seulement des assises analogues à celles de la rive droite du Drac, mais encore des assises bien inférieures, qui rappellent le *lias* des environs de Vizille, de la Mure et de Corps.

D'après M. Rozet (1), on pourrait apercevoir sur certains points, à la base des montagnes du bassin de la Durance, un étage inférieur

(1) *Bull. de la soc. géol.*, 2^e série, t. XII, pag. 216, 248.

composé de calcaires compactes ou un peu cristallins, en gros bancs, analogue à celui qui, près de Digne, renferme la *gryphée arquée* et beaucoup d'autres fossiles caractéristiques du *lias inférieur*. M. Rozet cite la *gryphée arquée* comme se trouvant en abondance dans les couches inférieures de la montagne de Morgon, au sud de Savines.

A Remollon, sur le bord de la Durance, on voit le *lias* reposer sur un petit affleurement de *gneiss* et de *protogine schisteuse*; c'est le seul point, dans la région qui nous occupe, où l'on aperçoive un terrain inférieur au *lias*. Ce petit lambeau de terrains cristallisés contient une petite veine de *civre gris* argentifère, dans une gangue de *fer spathique*.

Entre Remollon et Rousset, les assises inférieures du *lias* renferment des amas de *gypse*; et dans le torrent de Trente-Pas, qui tombe dans la Durance au pont des Piles, on aperçoit des affleurements de *spilite*.

Les *spilites* sont encore plus développés dans le vallon de la Vance, à Avançon et à N.-D.-du-Laus; et le *lias*, dans lequel ces roches éruptives sont intercalées, contient, sur ces mêmes points, des amas considérables de *gypse*. Les circonstances du gisement sont semblables à celles que nous avons décrites pour les gypses et les *spilites* de Champ et autres localités des Alpes (§ 58-70).

De l'autre côté de la Durance, le *gypse* est très-fréquent dans le *lias* des cantons de Turriers et de la Motte-du-Caire (Basses-Alpes). En remontant jusqu'en face d'Embrun, on le retrouve dans le *lias* du vallon des Orres. Enfin, dans la partie du bassin située au sud-ouest de Tallard, le même terrain renferme encore des couches puissantes de *gypse* au Lazer et à la Tour de Montrond, entre Serres et Larnagne.

Les assises du *lias* que nous venons de suivre dans le bassin de la Durance inclinent et s'enfoncent, au nord et à l'ouest, sous des assises supérieures qui forment le vallon de Gap, les hauteurs de la Rochette, du col de Bayard, la montagne de Céuse, les environs de Serres, d'Orpierre, etc. En s'élevant de la vallée de la Durance vers ces diverses localités, on rencontre successivement, au-dessus du *lias*, les subdivisions de l'étage oxfordien, dont l'assise la plus élevée, le *calcaire de la Porte de France*, constitue les roches escarpées de la Rochette, de la crête de Céuse, etc.

§ 138. — **Département de la Drôme.** — Dans le département de la Drôme, le *lias* ne paraît affleurer que dans deux *cirques* peu étendus, aux environs de Nyons et du Buis; il se montre au jour

par suite du soulèvement et de la rupture des couches oxfordiennes qui le recouvrent partout ailleurs.

L'un de ces affleurements commence à l'ouest du Buis et s'étend sur les territoires de Propiac, de Benivais et d'Ollan. On y trouve du *gypse*, sur la commune même du Buis, au hameau des Flachères, et surtout au-dessus de Propiac. Dans cette dernière localité, le *gypse* forme un amas très-puissant, qui s'exploite à ciel ouvert. On voit sortir de cet amas gypseux une *source minérale*, très-abondante, dont la température est de 13°; elle contient des *chlorures* et des *sulfates alcalins*, du *sulfate de chaux* et beaucoup de *sulfate de magnésie* qui la rend purgative. A peu de distance de là, une *source salée*, contenant environ 4 p. ‰ de *sel marin*, jaillit encore du même terrain (1). C'est le seul exemple bien marqué que nous ayons en Dauphiné de l'association du *sel marin* avec le *gypse*, association que l'on remarque dans presque tous les terrains de formation marine, contenant des amas gypseux.

L'autre affleurement de *lias* est encore beaucoup moins étendu : il se montre des deux côtés de l'Aygues, entre Nyons et Rémuzat, sur les communes de Condorcet et de Montaulieu. L'apparition du *lias* résulte d'un déchirement profond des terrains supérieurs, et particulièrement des assises oxfordiennes, redressées dans une direction N. 35° O ; cette direction est aussi celle de la plus grande longueur de l'affleurement *liasique*. Malgré son peu d'étendue, ce lambeau de *lias* contient plusieurs gisements assez importants de *gypse* : ils appartiennent probablement à une seule et même couche, et sont alignées dans une direction N. 35° O (2). On exploite ce *gypse* dans plusieurs carrières à Condorcet et à Montaulieu. Il est accompagné, comme partout ailleurs, de calcaires marneux, magnésiens, et d'argiles schisteuses, devenant jaunâtres par altération au contact de l'air. Une source minérale purgative chargée de *sulfates de chaux* et de *magnésie* sort de ce terrain, sur le territoire de Condorcet. Entre les deux carrières de cette même commune, on observe un rocher cristallin, à couches peu distinctes, qui s'élève du milieu des marnes ; il est coupé par des filons irréguliers de spath calcaire et de *sulfate de baryte*, contenant des indices de *galène* disséminée en nids et en filets peu étendus. — Je ne pense pas qu'il y ait lieu de voir, dans le rapprochement du *gypse* et de ces indices métallifères, la preuve d'une communauté d'origine ; parmi les nombreuses localités où l'on

(1) Sc. Gras, *Stat. min. de la Drôme*, p. 68 et 216.

(2) *Id.*, p. 64-67.

trouve dans le *lias* du Dauphiné, soit des amas de *gypse*, soit des indices de *galène*, celle-ci est la seule, à ma connaissance, où ces deux matières se trouvent rapprochées, et cela même dans des conditions de gisement bien différentes.

ÉTAGE OXFORDIEN.

§ 139. — Cette partie des terrains jurassiques, représentée sur la carte par la teinte J², occupe une étendue considérable dans la région des chaînes secondaires. Généralement, l'ensemble de ses couches n'a pas moins de mille à douze cents mètres d'épaisseur totale, et souvent il dépasse ces chiffres. Nous y ferons trois divisions principales dont chacune se subdivise en assises plus ou moins constantes dans leur aspect ou leur développement.

Voici le tableau de ces divisions et de ces assises :

ÉTAGE Oxfordien.	DIVISION SUPÉRIEURE.	f. — Calcaires marneux supérieurs, à <i>ciment de la Porte de France</i> (Grenoble et environs).
	DIVISION MOYENNE.	e. — Calcaires compactes dits <i>de la Porte de France</i> . d. — Calcaires marneux moyens (ciments de Saint-Ismier, de la vallée de la Grasse, etc.)
	DIVISION INFÉRIEURE.	c. — <i>Marnes à géodes</i> (Meylan, Rémuzat, Die, etc.). b. — Schistes à <i>posidonies</i> (autrefois schistes à <i>lucines</i>). a. — Calcaires marneux <i>sous-oxfordiens</i> (calcaires de Corenc, du Collet de Mens, etc.).

Nous allons donner la description générale de ces assises, en commençant par les plus élevées ; les assises *e*, *d*, *c*, *b*, *a* correspondent respectivement, comme on va le voir, aux n^{os} 10,

9, 8, 7 et 5 de la coupe de Crussol, décrite dans le chapitre II.

(f). — *Calcaires marneux supérieurs à ciment et chaux hydraulique de la Porte de France*. — Cette assise, qui présente son plus grand développement à Grenoble même, se compose de calcaires plus ou moins argileux, à pâte très-fine, noirs, toujours *bitumineux*, en couches peu épaisses, se délitant par fragments irréguliers. Le bitume liquide y est souvent assez abondant pour suinter en gouttelettes qui se rassemblent dans les fissures (Porte de France, Comboire). La proportion d'argile est variable depuis 6 ou 8 p. % jusqu'à 30 et plus ; les couches où elle est d'environ 24 p. % fournissent des *ciments hydrauliques* d'excellente qualité.

Cette assise paraît exister d'une manière générale au nord de Grenoble, jusqu'aux environs de Chambéry ; mais je ne l'ai pas rencontrée plus loin vers le sud que les montagnes du canton de Vif. Même entre ces limites, elle manque quelquefois ou se réduit à une très-faible épaisseur.

Les fossiles y sont rares ; les seules espèces reconnaissables que j'y ai trouvées sont : *Ammonites plicatilis*, Sow., commune à toutes les assises *f, e, d, c, b* ; et *Terebratula diphya*, de Buch (couche à ciment de la Porte de France).

(e). — *Calcaires compactes, dits de la Porte de France* : calcaires très-compactes, à pâte fine, peu ou point argileux, d'un brun enfumé, plus ou moins foncé. Cette couleur est due à des matières charbonneuses et bitumineuses que le feu détruit ; ces calcaires donnent de la *chaux grasse* blanche et à peu près pure. Ces calcaires, comme nous l'avons dit ci-dessus, ont un aspect identique dans toutes les parties des Alpes ; ils ressemblent d'ailleurs beaucoup aux *calcaires oxfordiens* du Jura et du nord du département de l'Isère, ainsi qu'à ceux de Crussol (n° 10, § 24), des environs de Privas, etc. Dans les endroits où ils ont été fortement bouleversés, comme à la Porte de France, ils sont traversés par des

filons nombreux de spath calcaire, d'un blanc laiteux. — Cette assise a toujours au moins 100 mètres et souvent plus de 200 mètres d'épaisseur.

Fossiles principaux : *Belemnites hastatus*, Bl., commun ; *Ammonites plicatilis*, Sow., très-comm. ; *A. oculatus*, Bean ; *A. tatricus*, Pusch. ; *A. tortisulcatus*, d'Orb. ; *A. bakeriæ*, Sow., etc. — *Terebratula diphya*, de Buch (couches supérieures ; abondant dans un des gros bancs de la carrière de la Porte de France ; Saint-Julien en Beauchêne, Luc, etc.), — *Aptychus latus*, Park. ; *A. lamellosus*, id., assez communs l'un et l'autre. — *Holactypus depressus*, Ag., et *Cidaris propinqua*, Ag. ; couches inférieures, Grenoble.

(d). — *Calcaires marneux moyens*, à *chaux hydraulique* et *ciment* de la vallée de l'Isère au-dessus de Grenoble (porte Saint-Laurent, Saint-Ismier, Crolles, etc.), de la vallée de la Gresse (le Saillant, Saint-Guillaume), etc. : calcaires plus ou moins argileux, d'un bleu noir, généralement plus ferrugineux et à pâte moins fine que ceux de l'assise *f* ; leur couleur est due à du *sulfure de fer*, et ils sont *peu ou point bitumineux*. Ils sont gélifs et se dégradent en fragments anguleux ; ils forment des pentes raides, à la base des escarpements constitués par l'assise précédente (e). — L'épaisseur de cette assise de calcaires marneux est, en général, à peu près égale, quelquefois supérieure à celle des calcaires compactes *e* ; ils s'y lient étroitement par une diminution successive de la proportion d'argile ; ils passent insensiblement à l'assise suivante *c* en devenant de plus en plus argileux. Les bancs propres à faire du ciment, c'est-à-dire contenant environ 24 p. % d'argile, sont vers le milieu ou le tiers inférieur de cette assise. En général, ces ciments paraissent être de moins bonne qualité que ceux de l'assise *f* ou de la *Porte de France* : on peut penser que cela tient à ce que l'argile, dans ces calcaires *d*, est moins fine que dans les calcaires *f* ; à ce que ces calcaires *d* contiennent plus de *sulfure de fer*, qui par la cuisson forme de l'oxide de fer

inerte et du *sulfate de chaux* (plâtre) favorable à la prise au premier moment, mais nuisible à la durée du ciment.

Les fossiles de cette assise sont *Belemnites hastatus* Bl., *B. latesulcatus* Voltz et les mêmes ammonites que dans l'assise *e*; l'*Ammonites plicatilis* est très-abondant dans les couches à ciment (porte Saint-Laurent et Chantemerle, près Grenoble; St-Ismier, le Saillant, etc.). On y trouve encore les deux espèces d'*Aptychus* mentionnées ci-dessus, etc.

(*o*). — *Marnes à géodes*: marnes noires, qui se délitent par petits fragments et se ravinent très-facilement. On y trouve presque toujours, disposés par lits assez réguliers, des rognons ou concrétions de calcaires marneux, dures, plus ou moins fendillées, ordinairement creuses et formant des *géodes*; l'intérieur de ces fentes ou de ces cavités est tapissé de cristaux de *calcaire spathique*, souvent noirci par du bitume, ou un peu ferrugineux, et surtout de jolis cristaux de *quartz* limpide, à double pyramide. Ces géodes ont une forme ellipsoïde aplatie; leur grand axe est toujours parallèle aux plans des couches et a souvent plus de vingt centimètres de longueur. Suivant la remarque de M. Sc. Gras, elles présentent presque toutes des fentes, comme si elles avaient été écrasées par la pression; les géodes dont les fentes sont les plus nombreuses et les plus étendues sont, en général, celles qui renferment les plus beaux cristaux; au contraire, lorsqu'elles n'offrent pas de traces de fendillements, la cristallisation intérieure est nulle ou très-confuse. Les géodes de Meylan, près Grenoble, celles de Rémuzat (Drôme) sont connues de tout le monde; on en voit de semblables aux environs de Die, par exemple au *Serre des Diamants*, entre Die et Romeyer; nous en avons rencontré aussi à Tréminis, au-dessus de la *Fontaine-Ardente*, canton de Vif, etc.; généralement on en trouve toujours, mais avec des cristaux plus ou moins développés, partout où affleure cette partie de l'étage oxfordien.

Les marnes à géodes renferment aussi des concrétions de

pyrite (fer sulfuré), qui, en s'altérant, donnent lieu à des taches ferrugineuses et à du sulfate de chaux (ou *gypse*) en cristaux ou en efflorescences blanches. Souvent ces nodules de pyrite sont des moules de petites ammonites (Meylan, Rémuzat, etc.); on en trouve également dans la partie inférieure des calcaires (*d*) de l'assise précédente (porte Saint-Laurent, à Grenoble).

Les *marnes à géodes* forment des talus ravinés, en pente douce, souvent très-étendus, à la base des crêtes constituées par les assises supérieures *e* et *d*. Citons, par exemple, les coteaux de la rive droite de l'Isère en amont de Grenoble, Meylan, Saint-Ismier, etc.; ceux du bassin de la Drôme, aux environs de Die, ceux entre Rémuzat et la Motte-Chalancon, etc.

Fossiles principaux : *Belemnites hastatus*, Bl., *B. laterisulcatus*, Voltz; ammonites à l'état de moules pyriteux, *A. plicatilis*, Sow., commun à Meylan, à Rémuzat, etc., *A. oculatus*, *A. tortisulcatus*, *A. tatricus*, etc., mêmes localités.

(*b*). — *Schistes à posidonies*: schistes calcaires noirs ou bruns, feuilletés, très-fragiles, entremêlés généralement de petits lits plus durs et moins foncés, de quelques centimètres d'épaisseur. Ces schistes sont formés d'un mélange en proportions variables de calcaire, d'argile et de sable fin, dans lequel on distingue souvent beaucoup de petites paillettes de *mica*. La proportion totale de l'argile et du sable réunis dépasse souvent 50 p. %. Ces schistes forment une assise d'une grande épaisseur, dont l'aspect n'est pas moins constant ni moins bien caractérisé que celui de chacune des assises précédentes. Leur nom vient de ce qu'on y trouve généralement, en abondance plus ou moins grande et plus ou moins bien conservées, des empreintes de petites coquilles bivalves, marquées de lignes courbes concentriques fines et serrées, appartenant au genre *Posidonie* (*Posidonomya* des auteurs modernes).

Ces empreintes (1) paraissent appartenir à la même espèce que celles que nous avons signalées dans l'assise correspondante (n° 7) de Crussol (§ 24), et dans les schistes qui contiennent et recouvrent l'amas de minerai de fer de la Voulte (§ 25). Les *posidonies* abondent dans les schistes à la base des coteaux de Meylan, à la *Fontaine ardente*, près Vif, à Mens, surtout à l'est de cette ville, dans les coteaux autour de Gap, au Pèrier, près Die, etc. Ces petites coquilles sont accompagnées, aux environs de Gap, de Mens, etc., de beaucoup d'autres fossiles, et surtout de plusieurs ammonites caractéristiques de la partie inférieure de l'étage oxfordien : *A. coronatus*, Brug. ; *A. lunula*, Ziet. ; *A. tripartitus*, Rasp. ; *A. bakeriæ*, Sow. ; *A. plicatilis*, id. On peut, d'après cela, regarder les *schistes à posidonies* comme un *horizon* géologique bien déterminé, dans les Alpes comme à Crussol, à La Voulte, etc.

Les *schistes à posidonies* forment des coteaux et souvent des plateaux ou des bassins assez étendus, cultivés ou arides, entrecoupés d'une multitude de ravins noirs, que les pluies et les torrents agrandissent sans cesse. La vallée de la Gresse, à Saint-Barthélemy, Lençâtre, etc., tout le bassin cultivé du Trièves, les coteaux des Combes et de Saint-Michel de Chaillol, à l'est de Saint-Bonnet, les plateaux de Mence et du col de Bayard, le bassin de Gap, la majeure partie des coteaux compris entre Gap et Orpierre sont autant d'exemples de l'aspect caractéristique des *schistes à posidonies*.

(a). — *Calcaires sous-oxfordiens*. — Nous désignons sous ce nom l'ensemble des couches *inférieures aux schistes à posidonies*, mais supérieures aux assises les plus élevées du terrain du *lias* ou des schistes argilo-calcaires à bélemnites. Ce groupe de couches a des aspects et des épaisseurs très-vari-

(1) Voir la description de ce fossile, sous le nom de *Posidonomya alpina*, par Albin Gras, *Cat. des foss. de l'Isère*, Bull. de la soc. de stat. de l'Isère, 2^e série, t. II, p. 48.

bles et il est difficile de le séparer nettement, soit du précédent, soit d'avec le *lias* : il ne se distingue guère de l'un et de l'autre que par des caractères négatifs, par l'absence des *posidonies* ainsi que des *bélemnites* caractéristiques du *lias*. Les fossiles y sont très-rares : je n'y ai trouvé qu'une seule espèce reconnaissable : c'est l'*Ammonites bakeriæ*, Sow., (calcaire de Corenc ; calcaires du versant nord du Collet de Mens ; voir plus bas § 141 et 142).

Les calcaires *sous-oxfordiens* sont plus ou moins marneux, grenus, compactes ou feuilletés, noirs ou d'un gris foncé, ressemblant beaucoup au *lias* par leurs caractères extérieurs. Plus solides, en général, que les assises supérieures du *lias* sur lesquelles ils s'appuient et que les schistes à *posidonies* *b* qui viennent au-dessus d'eux, ces calcaires forment des crêtes plus ou moins marquées entre les bassins de *lias* et les bassins *oxfordiens* (crête du Collet de Mens, versant nord (§ 141, fig. 17) ; collines entre le Drac et le bassin de la Gresse (pl. 1, fig. 4) ; coteaux aux limées du versant de la Durance, entre Gap et Chorges, entre Gap et Serres, etc.). D'autres fois ils n'apparaissent qu'en saillies rocheuses peu étendues, comme le calcaire de Corenc, près Grenoble, que nous décrirons plus loin (§ 142).

§ 140. — Il est très-difficile de tracer, dans les Alpes du Dauphiné, une limite précise entre les assises supérieures du *lias* et les assises inférieures de l'étage *oxfordien* : elles offrent les plus grandes ressemblances d'aspect, de structure et de composition minéralogique ; leurs couches ont exactement la même inclinaison ; les fossiles sont très-rares de part et d'autre. La limite tracée sur notre carte entre les teintes L et J² est seulement *approximative* ; pour la déterminer plus rigoureusement, il faudra des recherches locales très-multipliées.

En suivant attentivement le passage des schistes argilo-calcaires qui renferment des *bélemnites* du *lias* aux premières

couches contenant des fossiles *oxfordiens* bien caractérisés, c'est-à-dire aux *schistes à posidonies*, on n'a pu distinguer jusqu'ici, nulle part, dans cette partie des Alpes, aucun ensemble de couches tant soit peu défini que l'on puisse regarder comme représentant le *groupe oolithique inférieur* et l'on n'a rencontré aucune espèce fossile caractéristique de ce groupe. Nous avons vu que cette partie des terrains jurassiques, si puissante dans le Jura, dans le canton de Crémieu (§ 17), bien développée encore au mont du Chat, près Chambéry, se réduisait à des épaisseurs extrêmement faibles, ou même absolument à rien, à Crussol et dans les environs de Privas (§ 25); il n'y a donc pas de difficulté à admettre qu'elle manque entièrement dans les chaînes secondaires des Alpes du Dauphiné. Cependant la continuité parfaite qui semble exister entre toutes les assises jurassiques de cette région, depuis le *lias* jusqu'aux calcaires *oxfordiens* supérieurs, peut faire présumer que les époques intermédiaires entre ces deux formations doivent être représentées par des dépôts peu caractérisés que l'on n'a pas su jusqu'ici distinguer. Aux environs de Digne, Alcide d'Orbigny a signalé un assez grand nombre de fossiles du *groupe oolithique inférieur* dans des schistes noirs intermédiaires entre le *lias* et l'étage *oxfordien*, et que, sans ces fossiles, on confondrait avec l'un ou l'autre. Il est possible qu'on arrive à un résultat analogue dans quelques parties du Dauphiné; je serais porté à l'admettre, surtout pour le bassin de la Durance, entre Gap et Sisteron. Des recherches de fossiles éclaireront sans doute un jour ce point douteux de la classification des terrains jurassiques : alors une partie des couches que nous rangeons dans le *lias supérieur* ou dans l'assise (a) des *calcaires sous-oxfordiens*, devra, peut-être, être distinguée comme correspondant au *groupe oolithique inférieur*.

§ 141. — **Bassin du Drac.** — La meilleure coupe que je

connaissse de ces assises douteuses qui établissent le passage entre le *lias* et l'*étage oxfordien* est celle du pont de Cognet, à Mens (route départementale n° 6). — Du pont à Saint-Jean d'Hérans on monte dans la série des couches schisteuses noires du *lias supérieur* L (fig. 17), où l'on trouve quelques

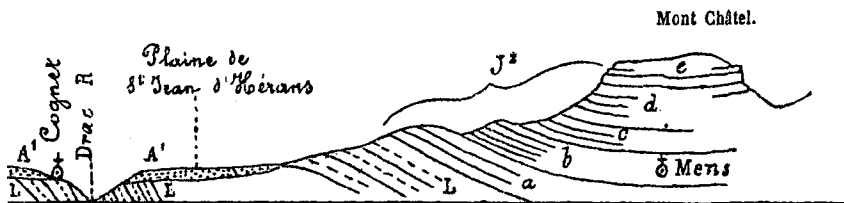


Fig. 17. — Coupe de Cognet à Mens; échelle $\frac{1}{80000}$: A', alluvions anciennes; L, *lias*, J², étage oxfordien; a, b, c, d, e, subdivisions de cet étage.

bélemnites. A Saint-Jean on traverse une plaine formée par des nappes horizontales d'*alluvions anciennes* A' qui masquent pendant quelque temps la série des couches jurassiques; mais en commençant à monter vers le Collet de Mens on retrouve encore des calcaires schisteux avec bélemnites L, qui ne diffèrent pas de ceux des gorges du Drac. Un peu plus haut, l'aspect de ces roches n'a pas varié d'une manière sensible, mais on y aperçoit quelques empreintes d'ammonites, et j'y ai reconnu, sur la route même et dans le coteau à gauche, l'*Ammonites bakeriæ*, Sow., espèce qui n'appartient plus au *lias*; cette ammonite caractérise ordinairement la base (a) de l'étage oxfordien. En approchant du Collet, les couches deviennent généralement moins épaisses, plus sableuses; elles sont entremêlées de schistes noirs, très-fragiles (b), dans lesquels on commence à rencontrer des empreintes de *posidonies*. Ces empreintes sont de plus en plus abondantes, et les couches (b)

de plus en plus schisteuses et friables lorsqu'on descend sur le versant de Mens. Si l'on se dirige alors à l'est, vers le Collet de Saint-Sébastien, on traverse un coteau raviné, dont le sol est entièrement formé par ces *schistes à posidonies* (b); c'est, de tout le Dauphiné, la meilleure localité pour étudier cette partie de l'étage oxfordien. En effet, outre les posidonies, dont les feuillettes de la roche sont couverts, on y trouve beaucoup d'ammonites, souvent déformées et mal conservées, mais cependant bien reconnaissables; dans les exemplaires recueillis par M. le Dr Evrard (de Mens) et par moi, Alcide d'Orbigny a reconnu les espèces *Ammonites tatricus*, Pusch.; *A. coronatus*, Brug.; *A. lunula*, Ziet.; *A. tripartitus*, Rasp.; je puis y ajouter *A. bakeriæ*, Sow.; *A. plicatilis*, id. Les moules de ces ammonites sont souvent pétris de petites posidonies. Il est donc bien évident que ces *schistes à posidonies*, de même que les couches minces remplies de ces petites coquilles que nous avons mentionnées précédemment à la base de la montagne de Crussol, près Valence (§ 24), appartiennent à la partie inférieure de l'étage oxfordien.

Les calcaires (a) avec *Ammonites bakeriæ*, que nous avons rencontrés en dessous de ces schistes, entre St-Jean d'Hérans et le Collet, pourraient correspondre à une partie du groupe oolithique inférieur, où cette ammonite se rencontre quelquefois. Mais il paraît plus probable qu'ils correspondent exactement aux calcaires oxfordiens inférieurs n° 5 de la coupe de Crussol (§ 24), qui contiennent en abondance cette ammonite et plusieurs autres; tandis que nous ne rencontrons ici rien qui rappelle le banc n° 4 de la même coupe, ou les bancs analogues des environs de Privas, représentant les derniers vestiges du groupe oolithique inférieur.

Ces calcaires à *Ammonites bakeriæ* du revers nord du Collet de Mens sont pour nous la base ou première assise de l'étage oxfordien des Alpes dauphinoises, les *calcaires sous-oxfordiens* (a); les *schistes à posidonies* (b) en sont la

seconde assise, la première qui soit bien caractérisée par un ensemble de fossiles qui ne laisse aucun doute sur sa classification.

Ces schistes passent par Pellafol, Cordéac, Mens, Saint-Baudille, le Percy, Clelles, le vallon du Monestier, les coteaux inférieurs de la rive gauche de la Gresse, jusqu'auprès du Saillant, où ils cessent au bord de la rivière. Le ravin de la *Fontaine-Ardente*, à Saint-Barthélemy, est un des endroits où les *posidonies* sont en abondance et le mieux conservées.

La chaîne de collines qui règne entre la vallée du Drac et celle de la Gresse (pl. 1, fig. 4, partie ouest) est le prolongement manifeste de la crête du Collet de Mens; elle est formée, comme celle-ci, de calcaires assez durs, argilo-sableux, qui d'un côté reposent sur le *lias* de la vallée du Drac, de l'autre s'enfoncent sous les *schistes à posidonies* de la vallée de la Gresse. Ces collines appartiennent donc à notre assise (a) des calcaires *sous-oxfordiens*; jusqu'à ce jour on n'y a trouvé aucun fossile reconnaissable, et on ne peut tracer que d'une manière vague une limite entre ces calcaires et le *lias*.

Les *schistes à posidonies* (b) forment, comme on le voit, dans le bassin du Drac, une assise bien caractérisée, un *horizon géologique* bien net. Quant aux assises des divisions moyenne et supérieure de l'étage oxfordien (assises c, d, e), on peut les reconnaître en montant, par exemple, de Mens au sommet de Châtel (fig. 17), formé par le *calcaire de la Porte de France* (e), ou de la *Fontaine-Ardente* aux premiers grands escarpements de la vallée de la Gresse, formés par ce même calcaire (pl. 1, fig. 4). Les couches exploitées pour *ciment* à Saint-Guillaume et au Saillant appartiennent à l'assise des *calcaires marneux moyens* (d); plus haut, viennent des roches escarpées, formées par le *calcaire de la Porte de France* (e); et enfin, par-dessus ce dernier, par exemple à l'Echaillon, au-dessus du Saillant, on aper-

çoit l'assise marneuse *f* du ciment de la Porte de France (fig. 18).

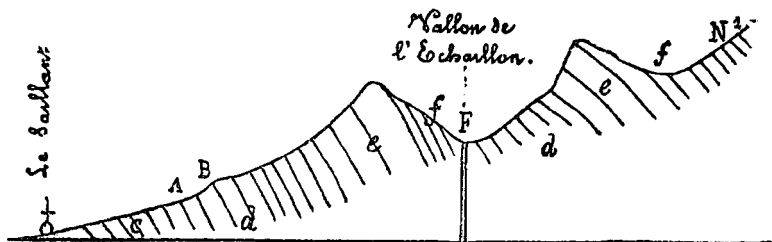


Fig. 18.— Coupe au-dessus du Saillant, près Vif; échelle $\frac{1}{25000}$: *c*, marnes à géodes; *d*, calcaires marneux moyens; *e*, calcaires de la Porte de France; *f*, calcaires marneux supérieurs, à ciment de la Porte de France. *N*¹, terrain néocomien, étage inférieur; *A*, carrière à ciment de M. Ferrary; *B*, cascade; *F*, faille d'où est résulté le vallon de l'Échaillon.

§ 142. **Vallée de l'Isère et environs de Grenoble.** — Dans la vallée de l'Isère, en amont de Grenoble, on trouve le *lias* sur la rive gauche, et l'*étage oxfordien* sur la rive droite; la vallée a été creusée à la limite des deux terrains, et les dépôts d'alluvion empêchent de suivre la succession des couches de l'un à l'autre (1). Ce n'est qu'en Savoie, à partir de Grésy, que l'on rencontre le *lias* bien visible à la base des montagnes de la rive droite, et qu'on peut étudier le passage de ce terrain aux premières assises oxfordiennes, comme nous venons de le faire dans le bassin du Drac.

Depuis la frontière jusqu'à Grenoble, l'assise la plus basse

(1) Une partie de la colline de Barraux est peut-être formée de *lias*, comme nous l'indiquons sur la carte; mais entre le fort et le coteau oxfordien qui domine le bourg, il y a un espace rempli de débris et d'alluvions anciennes qui cachent encore la succession des couches.

que l'on puisse, en général, apercevoir sur la rive droite, est celle des *schistes à posidonies* ; c'est la première que l'on rencontre dans les ravins au-dessus de la grande route, à Barraux, au Touvet, à Meylan ; mais les empreintes de posidonies y sont plus rares et moins belles qu'à Mens et à la Fontaine-Ardente. Les mêmes schistes forment le coteau de Montfleury où l'on trouve les posidonies sur le chemin même, sous les murs du couvent. Entre Montfleury et Meylan, on voit percer, au milieu de ces schistes, une assise inférieure, composée d'un calcaire dur, qui n'affleure qu'en ce point de la vallée, et qui forme plusieurs saillies rocheuses à la partie centrale de la commune de Corenc (roche de Bouquéron ; carrières sur le chemin et à gauche jusqu'en face de l'église.)

Le *calcaire de Corenc* est d'un gris noir, d'une structure un peu cristalline ou sublamellaire, dur et non schisteux, en bancs assez épais pour être exploités comme pierre de taille. Dans plusieurs endroits, quand on l'examine attentivement, il présente des traces d'une structure *oolithique*, à oolithes fines, noyées dans un ciment calcaire cristallin. Il renferme quelquefois des nodules ferrugineux et est traversé par des fentes nombreuses remplies de calcaire cristallisé et d'oxide de fer terreux.

Les couches de ce calcaire sont généralement très-brisées et affectent des inclinaisons très-diverses ; elles plongent de toutes parts (pl. II, fig. 2, *a*) sous les masses oxfordiennes des monts Rachais et Saint-Eynard, et aussi sous la vallée de l'Isère, du côté de l'Egala. Ce calcaire a été considéré comme appartenant au *lias*, à cause de son analogie d'aspect avec le *calcaire de Laffrey* (§ 55) ; mais il ne renferme aucun des fossiles du *lias*, et la seule espèce que j'y aie trouvée jusqu'ici est l'*Ammonites bakeriæ*, Sow. Il ne forme qu'un affleurement local au milieu des *schistes à posidonies* (*b*) : ceux-ci l'enveloppent et le recouvrent de toutes parts, du côté de Montfleury, du côté du Bachais, et enfin au-delà de l'église de Corenc, sur

le chemin du Sappey et sur celui de Meylan. D'après cette disposition, il est impossible de voir nettement sur quoi il repose; cependant on aperçoit au-dessous de lui, à la base des couches peu inclinées de l'une des carrières de Corenc, un schiste noir, argilo-calcaire, qui pourrait être un petit affleurement de *lias*. L'église de Corenc est bâtie sur les couches qui établissent un passage entre le calcaire (a) et les *schistes à posidonies* (b).

Le *calcaire de Corenc*, immédiatement inférieur aux *schistes à posidonies* (b), et caractérisé par l'*Ammonites bakeriæ*, me paraît correspondre encore à nos calcaires *sous-oxfordiens* (a) du Collet de Mens et de la route de Vif au Monestier; il répond, comme eux, à l'assise n° 5 de la coupe de Crussol (§ 24). Il est un peu ferrugineux et rappelle ainsi cette dernière localité, ainsi que les couches à minerais de fer de Privas. Sa structure, en partie oolithique, pourrait porter à penser qu'il représente l'étage de la grande oolithe, où l'*Ammonites bakeriæ* peut se rencontrer; mais, d'autre part, cette même structure oolithique peut le faire rapprocher du calcaire à oolithes ferrugineuses contenant le minerai de fer de Chanaz (Savoie); or, ce dernier, très-riche en fossiles, appartient encore au même horizon géologique que le minerai rouge compacte de Privas, à l'horizon des minerais de fer *sous-oxfordiens* du Jura et de beaucoup d'autres pays. Pour fixer définitivement la classification du *calcaire de Corenc*, il faudrait y rencontrer quelques fossiles caractéristiques; ce serait une découverte intéressante, surtout s'il arrivait que ces fossiles appartenissent au groupe oolithique inférieur.

Les *schistes à posidonies* (b) recouvrent immédiatement le *calcaire de Corenc* (a) et l'environnent de toutes parts, comme nous venons de le dire; on marche constamment sur ces schistes depuis l'église de Corenc jusqu'à Montbonnot; ils reposent sur un calcaire dur, analogue à celui de Corenc, qui affleure à la base du mamelon de Montbonnot, au bord de la plaine.

Au-dessus des schistes *b* vient l'assise des *marnes à géodes de Meylan* (*c*), que l'on peut étudier dans les ravins au-dessus de ce village, ou bien encore au-dessus de Corenc, sous la tour d'Arvillers et à la base du Saint-Eynard, sur le chemin même du Sappey. Dans un coteau marneux, raviné, au-dessus de l'église de Meylan, on trouve abondamment de petites ammonites moulées en sulfure de fer : *Ammonites hecticus* Hart., *A. tatricus* Pusch, *A. tortisulcatus* d'Orb., *A. plicatilis* Sow., *A. oculatus* Bean, etc.

Depuis Corenc jusqu'à Chapareillan, les *schistes à posidonies* et les *marnes à géodes* forment les coteaux cultivés ; au-dessus, viennent des pentes plus raides, couvertes de vignes ou de bois, qui sont formées par les *calcaires marneux moyens d* ; puis des escarpements abruptes, constitués par les *calcaires compactes e*, prolongements directs de la crête de Saint-Eynard. Enfin, au-dessus de ces escarpements, sur les versants boisés qui regardent le Sappey, sur les plateaux de Saint-Pancrace, Saint-Hilaire, etc., jusqu'à Bellecombe, on trouve des calcaires marno-bitumineux, dont l'épaisseur totale va en diminuant dans cette direction ; c'est l'assise *f* des *calcaires marneux supérieurs* ou *calcaires à ciment de la Porte de France*. Ils sont souvent cachés par les débris et supportent immédiatement le terrain *néocomien* (teintes N¹ et N²), formant le deuxième gradin des montagnes, depuis le Petit-Som ou Dent de Crolles jusqu'au mont Granier.

§ 143. **Grenoble.** — Les assises peu inclinées que nous venons de décrire au-dessus de Corenc s'infléchissent et s'inclinent brusquement vers l'ouest, dans le mont Rachais (pl. II, fig. 2). Les *schistes à posidonies*, *b*, descendent au niveau de la vallée, à la base de Montfleury ; les *marnes à géodes*, *c*, dans les coteaux de la Tronche ; les *calcaires marneux*, *d*, forment la zone moyenne de la montagne, en passant par Chantemerle et les autres hameaux les plus élevés de la Tronche, pour venir

tomber à la porte St-Laurent. Les *calcaires compactes, e*, forment la crête du Rachais, d'où ils descendent, en couches très-inclinées, dans la ville même de Grenoble ; on peut étudier pas à pas toute la série de leurs couches, en partant du Pont de Pierre, dans les anciennes carrières *intra-muros*, à la Porte de France, et enfin aux carrières *extra-muros* qui sont dans les bancs supérieurs de cette grande assise.

Les calcaires de la Porte de France contiennent des fossiles qu'il est assez difficile d'avoir en bon état, à cause de la dureté de la pierre. Les couches inférieures (*intra-muros*) renferment surtout des ammonites, *A. plicatilis*, *A. oculatus*, etc., *Belemnites hastatus*, et quelques *Aptychus*. Les couches supérieures (carrière *extra-muros*) contiennent ces derniers fossiles en plus grande abondance et quelquefois d'une taille remarquable : j'y ai trouvé un *Aptychus latus* Park., complet, dont chaque valve a 0^m,10 de long sur 0^m,08 de large. Un des gros bancs les plus élevés de ceux qu'on exploite comme pierre de taille renferme spécialement la *Terebratula diphya* de Buch : c'est le gisement le plus abondant, en France, de ce fossile curieux, éminemment caractéristique de l'étage *oxfordien* des Alpes. Les dernières couches de calcaire compacte de la carrière de la Porte de France sont d'un grain très-fin, et on a essayé d'en tirer des pierres lithographiques ; mais en général les calcaires jurassiques des Alpes sont trop fendillés pour se prêter à des exploitations de ce genre.

Voici quelques détails sur la coupe que présente actuellement la carrière *extra-muros* de MM. Arnaud, Vendre et Carrière.

Les bancs sont inclinés de 67° en moyenne vers l'E. S. E. Nous commençons par les bancs inférieurs.

1° Fond de la carrière : Gros bancs massifs de 4 à 5 mètres environ d'épaisseur chacun ; au moins quinze bancs jusqu'aux premiers murs d'enceinte du fort Rabot ;

2° Onze petits bancs, séparés par des feuillets marneux ; ensemble 7 mètres ;

- 3° Un gros banc, 3^m70 ;
 - 4° Sept bancs peu épais, total 5 mètres ;
 - 5° Trois bancs, total 7 mètres ;
 - 6° Paquet de bancs d'épaisseur variable, total 4^m30 ;
 - 7° Grande masse formant un banc unique divisé irrégulièrement par des fissures ; gisement principal du *Terebratula diphya* ; 13^m60 ;
 - 8° Gros banc contenant ce même fossile, mais moins abondamment, 6^m80 ;
 - 9° Massif non exploité, découpé par des failles à parois polies et striées, 21 mètres ;
 - 10° Onze bancs d'un grain de plus en plus fin, total 10 mètres ;
 - 11° Deux bancs d'un grain très-fin, lithographique, 0^m30 et 0^m85.
- Le *Terebratula diphya*, l'*Aptychus lamellosus* et quelques autres fossiles se trouvent encore dans ces couches les plus élevées ; ils y sont moins communs, mais d'une plus belle conservation que dans les gros bancs n^{os} 7 et 8.

Au-dessus des calcaires compactes de la Porte de France, commence la série *f* des calcaires marneux supérieurs. La principale couche à ciment, d'environ 4 mètres d'épaisseur, est voisine de la dernière couche des calcaires compactes, et se trouve comprise entre d'autres couches moins argileuses ; celles qui viennent au-dessus fournissent une bonne chaux hydraulique. L'assise des calcaires marneux supérieurs présente ici une grande épaisseur ; car, au-dessus des couches exploitées à la Porte de France, vient une série de couches analogues, inclinées de même, où la proportion d'argile est très-variable, et qui continue jusqu'au centre du vallon de St-Martin-le-Vinoux, jusqu'au bord du ruisseau de Pique-Pierre. Là on passe de ces dernières couches oxfordiennes aux premières couches du terrain néocomien, qui forme la montagne de Néron.

Détail des bancs argileux (assise *f*) de la carrière de la Porte de France, comprenant les couches à ciment ; — à partir des bancs lithographiques sur lesquels ils reposent immédiatement :

- 1° Quatre bancs tenant environ 18 p. % d'argile, ensemble 1^m40

2° Première petite couche à <i>ciment</i>	1 20
3° Calcaire à 21 p. % argile.....	0 80
4° Deuxième petite couche à <i>ciment</i>	1 28
5° Calcaire à 21 p. % argile.....	1 60
6° Grande couche à <i>ciment</i>	4 00
7° Couches à chaux hydrauliques (12 à 14 p. % argile).....	2 60
8° Calcaires tenant 10 à 12 p. % argile, massif confus, entre les couches précédentes et le chemin, environ	10 »

De la Porte de France, les calcaires marneux supérieurs, *f*, comprenant la couche à *ciment*, se prolongent sur le versant ouest de la Bastille et du mont Rachais. Les couches exploitées dans la carrière de la Porte de France s'infléchissent dans le haut et viennent passer au-dessous de la maison dite de Guy-Pape, à la carrière Dumolard (D., fig. 49). Ici les couches sont renversées sur elles-mêmes, de telle sorte que les bancs marneux à *ciment* semblent s'enfoncer sous les calcaires compacts, qui surplombent au-dessus d'eux. J'ai essayé de représenter exactement dans la *fig. 49* les inflexions très-compiquées de ces diverses assises sur le versant ouest de la montagne de la Bastille; le renversement local signalé à la carrière Dumolard est un détail de ces inflexions. Je ferai remarquer en outre que, dans cette carrière, plusieurs bancs de la carrière de la Porte de France,

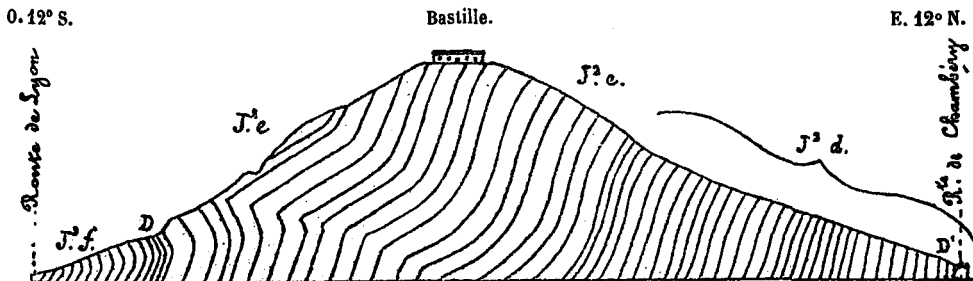


Fig. 49. — Coupe de la montagne de la Bastille, à Grenoble; échelle $\frac{1}{10000}$ — J² d, calcaires marneux de la partie moyenne de l'étage oxfordien; J² e, calcaires oxfordiens compacts dits de la Porte de France; J² f, calcaires marneux supérieurs, à ciment de la Porte de France.—D, carrière à ciment de M. Dumolard, à Saint-Martin le Vinoux; D', ancienne carrière à ciment de la Porte Saint-Laurent

les bancs *lithographiques* et les bancs argileux inférieurs à la grande couche à *ciment*, paraissent manquer; et la couche à *ciment* se trouve ici presque immédiatement en contact avec de gros bancs de calcaire compacte à *Terebratula diphya*, renversés sur elle. — La coupe (fig. 19) montre comment, en montant de là au plateau de la Bastille, on atteint des couches de plus en plus inférieures de l'assise *e* des *calcaires de la Porte de France*; ces couches correspondent à celles de la Porte de France même et de la carrière *intra-muros*. En descendant du côté de la Tronche, on trouve les *calcaires marnoux moyens* (*d*) où a été tentée, il y a quelques années, l'exploitation de ciment de la Porte Saint-Laurent, dans des couches qui correspondent à peu près aux couches à ciment de Saint-Ismier et du Saillant (*D'*, fig. 19).

Revenons au versant de Saint-Martin-le-Vinoux. À la suite du dérangement remarquable que les couches nous ont offert à la carrière Dumolard, il paraît y avoir déchirure et interruption locale des bancs exploités dans cette carrière. Mais on retrouve les couches à *ciment* dans la partie supérieure du vallon de Saint-Martin, appliquées contre les calcaires compactés du Rachais, jusqu'au hameau de la Frête. De là, cette assise, *f*, va passer à Sarcenas, au Sappey, etc., servant toujours immédiatement de base au terrain *néocomien*, qui forme le col de Porte et la montagne de Chamechaude. Des exploitations de ciment pourront peut-être s'établir un jour dans le haut du vallon de St-Martin-le-Vinoux; mais au-delà, comme depuis le Sappey jusqu'à Chapareillan, la situation de l'assise *f* est toujours trop élevée et d'un accès trop difficile pour qu'il y ait lieu d'y songer. Du reste, même en conservant leur odeur bitumineuse caractéristique et l'aspect de ceux de la Porte de France, les calcaires de cette assise sont souvent trop peu argileux pour donner des ciments et ne peuvent fournir que des chaux hydrauliques. C'est ce qui arrive pour les deux affleurements de ces couches que l'on rencontre sur le chemin

de la Grande-Chartreuse, à la scierie de l'Orcière et à la Croix-Verte (voir pl. II, fig. 8 et 9).

Les couches de la Porte de France se prolongent au sud dans le rocher de Comboire, au bord du Drac, où l'on voit évidemment les calcaires durs, compactes, *e*, recouverts par un chapeau de couches marneuses, *f*, inclinant vers le vallon de Cossey (pl. II, fig. 11). Les couches qui reposent sur le dernier banc de calcaire compacte correspondent exactement aux calcaires marneux de la Porte de France; elles comprennent aussi une couche principale à *ciment*, de 4 mètres environ d'épaisseur, bitumineuse, contenant en moyenne 24 p. % d'argile; cette couche se continue sur toute la longueur de la colline et paraît susceptible d'alimenter une exploitation importante.

Au-delà de ce point, les calcaires compactes de la Porte de France, *e*, règnent du Pont de Claix à Saint-Paul-de-Varces; au-dessus d'eux, en montant de Saint-Paul à Uriol et à l'Echailon, on retrouverait l'assise *f*, et les couches à *ciment* de la Porte de France, mais dans des situations de plus en plus défavorables. Toutes les exploitations actuelles de *ciment* de la vallée de la Gresse sont, comme nous l'avons dit, dans les *calcaires marneux moyens d*, bien plus bas, et séparés des couches *f* par les escarpements des calcaires *e* de la *Porte de France* (fig. 18). Du reste, je n'ai jamais rencontré l'assise marneuse *f* plus loin, vers le midi, que ces hauteurs des environs de Vif: de là à la Croix-Haute et dans toute l'étendue de la Drôme et des Hautes-Alpes, l'étage oxfordien se termine par les calcaires compactes, *e*, de la *Porte de France*, sur lesquels repose directement le terrain néocomien.

Même aux environs de Grenoble, cette assise supérieure *f* de l'étage oxfordien est très-variable d'épaisseur et peut manquer entièrement. A Noyarey, on la retrouve encore, entre le calcaire de la *Porte de France*, *e*, et la base du terrain néocomien; mais elle est bien plus mince qu'à la Porte de France. Un peu plus haut, sur le plateau d'Aizy, elle n'existe plus:

les dernières couches oxfordiennes sont des calcaires d'un grain très-fin, lithographiques, analogues, du reste, à ceux qui terminent, à la Porte de France, la série des calcaires compactes *e*; dans ces couches on trouve, en bon état de conservation, les *Ammonites anceps*, Rein., *A. Adeloë*, d'Orb., *A. Hommairei*, id., *A. viator*, id., avec plusieurs autres fossiles. Ce fait est remarquable, parce que ces ammonites caractérisent habituellement les assises *inférieures* de l'étage oxfordien, le *callovien* de d'Orbigny; dans nos pays, au contraire, elles n'ont été rencontrées que dans ces couches les plus élevées du *calcaire de la Porte de France*, à Aizy, à Chalais, où se rencontre le prolongement des mêmes couches; enfin, à la Porte de France même, dans les couches *lithographiques* correspondantes, immédiatement au-dessous de l'assise *f* des calcaires à *ciment*.

§ 144. — A Noyarey, au Chevallon et dans tout l'intérieur du massif de la Chartreuse, on ne voit affleurer aucune des assises inférieures au *calcaire de la Porte de France* (*e*). Il en est de même à Saint-Gervais, à Grimone, à Saint-Julien en Beauchêne, etc.

Dans tout le bassin du Buech, en aval de cette dernière localité, les couches oxfordiennes *J*² sont à découvert sur de vastes espaces et déchirées profondément, de telle sorte que l'on voit affleurer, dans cette partie occidentale du département des Hautes-Alpes, toute la série des assises de ce groupe, avec les mêmes caractères que dans les bassins du Drac et de l'Isère. Les assises marneuses *a*, *b*, *c*, *d*, forment des coteaux et des pentes étagées que couronnent en définitive des crêtes rocheuses, abruptes, formées par les calcaires *e*. Quand ceux-ci descendent au niveau des vallées, ils forment des défilés étroits, tels que celui du Buech à Saint-Julien en Beauchêne, celui de Serres à Montclus, etc.

§ 145. — **Bassin de la Drôme.** — Il en est de même dans le bassin de la Drôme. Depuis le col de Cabre jusqu'à Luc, la route circule dans des gorges étroites, ouvertes dans les calcaires compactes *e*. Au-delà de Luc, jusqu'à Die, la vallée s'élargit; elle est limitée par des crêtes de calcaires *e*, reposant sur des talus considérables de couches marneuses des assises *d* et *c*; on voit même affleurer dans

quelques parties du fond de ce bassin l'assise *b* des schistes à posidonies. Au-delà de Die, la vallée se resserre de nouveau; les couches de calcaires compactes *e* redescendent vers l'ouest et forment les parois des étroites gorges de Pontaix. Un peu plus loin, ces calcaires se relèvent vers l'ouest et laissent voir de nouveau les assises marneuses *d* et *c*; ces dernières renferment des *géodes* à Barsac et à Vercheny. La gorge de la Drôme s'élargit en traversant cet affleurement des assises marneuses, puis se rétrécit de nouveau lorsque ces marnes, plongeant vers l'ouest, sont recouvertes par les calcaires compactes *e*, inclinés dans le même sens jusqu'à Saillans; là, enfin, ces calcaires eux-mêmes s'enfoucent sous le terrain *néocomien*.

De Luc à la Motte-Chalancon, puis à Rémuzat, on marche à peu près constamment sur l'assise *c* des *marnes à géodes*; cette direction est celle d'une déchirure profonde des assises oxfordiennes *e* et *d*, qui s'enfoncent, à l'ouest et à l'est, sous les terrains crétacés. Dans les marnes *c*, on trouve, à La Motte, à Cornillac, à Rémuzat, etc., beaucoup de petites ammonites assez bien conservées, moulées en sulfure de fer (*A. plicatilis*, *A. tortisulcatus*, etc.), et les belles géodes de Rémuzat, très-connues dans tous les pays environnants. Dans les calcaires compactes *e*, qui forment les crêtes, on rencontre des ammonites de grande taille, bien conservées: j'ai de ces localités un exemplaire d'*Ammonites plicatilis* Sow., avec sa bouche complète.

§ 146. — **Bassin de l'Aygues.** — Le bassin de l'Aygues, entre Rémuzat et les Piles, offre des aspects analogues à ceux de la vallée de la Drôme. De Rémuzat à Curnier, on suit des gorges étroites, dans les calcaires compactes supérieurs *e*; de Curnier à l'entrée du défilé des Piles, on traverse un bassin marneux, où affleurent les assises marneuses moyennes et inférieures, *d*, *c*, *b*, *a* de l'étage oxfordien; et même le déchirement des terrains est assez profond pour laisser apercevoir, au centre de ce *cirque oxfordien*, à Condorcet et à Montoliéu, un affleurement de *lias* dont nous avons parlé précédemment (§ 138).

§ 147. — **Etendue des dépôts oxfordiens.** — Le calcaire oxfordien compacte, dit *calcaire de la Porte de France*, est, en général, l'assise la plus élevée de la série des *terrains jurassiques* que l'on rencontre dans les Alpes et aussi en Provence et dans la majeure partie du Languedoc. Sur ce calcaire repose immédiatement, en général, le premier étage des

terrains crétacés, l'étage *néocomien inférieur*, N¹. L'identité de caractères que présente partout le *calcaire de la Porte de France* conduit naturellement à penser qu'il s'est déposé sur le fond d'un vaste détroit, limité à l'est par la *région des chaînes centrales des Alpes*; à l'ouest, par le *plateau central*, au bord duquel se sont formées les couches correspondantes de Crussol, des environs de Privas, etc.

Mais à partir du dépôt de ce calcaire, la plus grande partie de ce bassin a dû être mise à sec, de manière à échapper à tous les dépôts subséquents de la suite des *temps jurassiques*. On peut admettre qu'il en a été ainsi, immédiatement, pour toute la Provence, le département de l'Ardèche et la partie du Dauphiné située au midi du 45° degré de latitude, ou des environs de Grenoble. L'assise marneuse *f* du *ciment de la Porte de France*, dont nous avons reconnu l'existence seulement sur la lisière des Alpes centrales, entre Chambéry et les environs de Vif, peut être considérée comme un dépôt local, un dépôt littoral *vaseux*, qui a continué à se former dans un bras de mer étroit, lequel bras de mer a été lui-même progressivement comblé et mis à sec avant la fin de la période oxfordienne. Une mer libre s'étendait en même temps au-delà de Chambéry, vers Belley et Morestel; c'était l'entrée d'une grande mer couvrant tout l'emplacement actuel du Jura, de la Bourgogne, le bassin de Paris et une grande partie de l'Europe centrale. En même temps que les couches à *ciment de la Porte de France*, ou même un peu après, se formaient dans ces eaux les derniers dépôts *oxfordiens* des environs de Morestel et du Bugey, puis les *calcaires lithographiques* de ces localités, qui peuvent déjà être rapportés à l'étage *corallien* (voir page 38).

ÉTAGE CORALLIEN.

§ 148. — Pendant la période *corallienne*, qui a succédé à celle des dépôts *oxfordiens*, la mer paraît être restée ou être revenue, après une retraite de peu de durée, sur l'emplacement des premiers avant-postes des Alpes, aux environs de Chambéry et de Voreppe. L'étage *corallien* se montre, en effet, au-dessus de l'*oxfordien*, en plusieurs points de la Basse-Savoie, au Salève, au Vouache, dans les gorges du Fier, au mont du Chat, où il a un grand développement. De là, cet ensemble de couches, formé surtout de calcaires compactes d'un beau blanc, se prolonge vers le midi : d'une part, dans la montagne de Couz ; d'autre part, dans les montagnes de l'Épine, dont le Guiers coupe la chaîne la plus extérieure dans la *cluse* de Chaille, sur la route des Echelles au Pont de Beauvoisin. Au mont du Chat, au-dessus des couches *oxfordiennes* qui forment la pente occidentale de la crête, l'étage *corallien* commence par une assise de *dolomie* grenue, grise ou blanche, qui ressemble extérieurement à un grès : la route de Belley à Chambéry coupe cette assise au col même. Au-dessus de la dolomie vient une grande assise de calcaire blanc, compacte, renfermant beaucoup de *polypiers*, des *nérinées*, des *dicérates* et autres fossiles caractéristiques de l'étage *corallien*.

Au milieu du défilé (ou *cluse*) de Chaille, le Guiers est encaissé profondément dans une fente étroite des couches *coralliennes*, J³, formées de calcaires blancs compactes, avec *polypiers* : la grande route, au point le plus élevé, est taillée dans ces calcaires. Au-dessus viennent d'autres couches dont nous parlerons plus loin (§ 150) et la série des assises *néocomien-*

nes, retombant avec une forte inclinaison vers les deux issues du défilé. Ces couches forment toute la masse extérieure de la chaîne, dont le calcaire corallien ne constitue que le noyau, visible à la faveur de cette coupure profonde.

La chaîne de Chaille se prolonge en France et forme la voûte rocheuse de Miribel, de Raz, etc. Le calcaire *corallien* continue souterrainement dans le noyau de cette chaîne, et il reparait, à la faveur de la coupure de la vallée de l'Isère, aux Balmes de Voreppe, sur la rive droite, et à l'Echaillon sur la rive gauche. Dans ces deux localités, l'étage *corallien* offre un beau développement, sans que l'on puisse toutefois apercevoir l'étage *oxfordien* qui doit lui servir de base.

§ 149. **Balmes de Voreppe; Echaillon.** — Aux Balmes de Voreppe, le calcaire *corallien* J³ constitue tout le gradin inférieur de la montagne, depuis la Buisse jusqu'en face de la jonction des routes, à 1500 mètres du pont de Voreppe. Il consiste en une grande masse de calcaire blanc, compacte, peu distinctement stratifié, formant de grandes *balmes* abruptes; les couches les plus basses que l'on puisse apercevoir, au point où ce terrain s'élève le plus au-dessus de la vallée, sont tendres et à demi crayeuses, comme celles de la carrière de l'Echaillon, dont nous parlerons tout à l'heure; c'est dans ces couches que sont creusées les grottes où l'on a trouvé des ossements et des antiquités celtiques (Pl. II, fig. 1, J³).

La masse principale de l'affleurement *corallien* de l'Echaillon est formée par un calcaire compacte, blanc, contenant beaucoup de fossiles dont le test est remplacé par du calcaire cristallisé, des *nérinées* et des *dicérates* particulièrement, *Nerinæa Mosæ*, Desh.; *Diceras arietina*, Lam.; *D. Lucii*, DeFr. On y voit aussi, surtout dans la partie inférieure, beaucoup de grands polypiers appartenant à différents genres. Quand on suit le pied des rochers de l'Echaillon, en descendant la série des couches, à partir de la source sulfureuse, on

voit que le calcaire corallien conserve cette même structure compacte jusqu'au bec contourné par l'Isère et par la route départementale. Mais à ce promontoire, l'aspect des roches change brusquement : les couches, toujours peu inclinées, sont divisées par des fissures verticales, et montrent des caractères différents de ceux du reste de la masse. Comme d'ailleurs elles semblent, au premier abord, en former le prolongement direct, on peut présumer qu'elles en sont séparées par une petite faille locale ; elles représenteraient alors les assises inférieures de l'étage *corallien*, soulevées, par suite de cette faille, au niveau des assises supérieures (pl. II, fig. 4).

Nous y trouvons, tout d'abord, le calcaire blanc, tendre, employé anciennement pour diverses constructions de la ville de Grenoble et dont l'exploitation a pris depuis quelques années un grand développement. La *Pierre de l'Echaillon* est un calcaire d'un blanc éclatant, moitié crayeux, moitié cristallin, pétri de débris de polypiers et de divers fossiles. Les bancs qui fournissent la pierre de taille, et d'où l'on peut extraire de très-beaux blocs, contiennent peu de fossiles entiers ; mais les couches immédiatement supérieures, enlevées au moment de l'ouverture de la carrière actuelle, ont fourni un grand nombre d'espèces, généralement bien conservées, de mollusques, d'oursins et de polypiers. Les principales sont : *Belemnites hastatus*, Bl. ; *Nerinæa Mosæ*, Desh. ; *Pecten niveus*, d'Orb. ; *Diceras arietina*, Lam. (souvent de très-grande taille) ; *Ostrea gregaria*, Sow. ; *Rhynchonella inconstans*, d'Orb. ; *Terebratula insignis*, Schub. ; *T. Repelliniana*, d'Orb. ; *Terebratella Fleuriausa*, id. ; *T. petunculoïdes*, id. ; *Cidaris coronata*, Goldf. ; *C. gigantea*, Ag. ; *C. glandifera* (baguette de). Ces espèces ne laissent aucun doute sur la place que doit occuper le calcaire de l'Echaillon dans la série des étages jurassiques.

Outre le calcaire blanc de l'Echaillon, on trouve encore, auprès de la carrière, des parties de la même masse colorées en rose par un peu d'oxide de fer et pétries encore de poly-

piers et de coquilles généralement brisées. Elles donnent un marbre rose d'une nuance assez agréable.

La base du promontoire de l'Echaillon est formée par des couches de calcaires magnésiens, grenus, auxquelles le calcaire blanc de la carrière passe insensiblement dans sa partie inférieure. La proportion de magnésie va en augmentant de haut en bas; les couches fossilifères supérieures n'en renferment pas ou n'en renferment que des traces très-faibles; les gros bancs de calcaire blanc de la carrière en contiennent des traces bien sensibles; puis on passe rapidement à des bancs d'un blanc grisâtre, où la proportion de carbonate de magnésie atteint 15 à 20 pour 100. On arrive ainsi à des couches très-fortement magnésiennes, grisâtres, et enfin à une couche de véritable *dolomie* grise cristalline, criblée de cellules que tapissent de petits cristaux de *dolomie*. Les densités de ces roches vont en croissant avec les proportions de magnésie qu'elles renferment. Les fossiles y deviennent en même temps de plus en plus rares; déjà il y en a peu dans les gros bancs inférieurs du calcaire blanc; mais dans les calcaires magnésiens on ne voit que quelques débris roulés de polypiers, de baguettes d'oursins, etc. Dans la couche de *dolomie* grenue, les traces de fossiles sont extrêmement rares: cependant M. Gueymard y a signalé une empreinte de *Pecten* et j'y ai trouvé une portion de test d'oursin indéterminable.

Les calcaires magnésiens de l'Echaillon ne sont point le produit d'une altération locale; ils forment, dans l'étage *corallien*, une assise bien déterminée, qui correspond aux *dolomies coralliennes* du mont du Chat, des environs de Belley, de Chaux près Nantua, etc. Toutes ces couches magnésiennes sont placées au-dessous des grandes masses de calcaire blanc *corallien*, et il y a probablement une relation intime, inconnue encore, entre la production de ces sédiments magnésiens et l'abondance des grands polypiers pierreux dans les calcaires qui les recouvrent.

Il est difficile de voir, à l'Echaillon, sur quelles couches repose la *dolomie*; les débris accumulés au pied de la montagne, puis les alluvions de l'Isère, masquent complètement ce qui vient au-dessous. Cependant on peut encore observer sous la dolomie un calcaire grisâtre, compacte, à cassure un peu rugueuse, qui ne m'a donné que 13 p. % de carbonate de magnésie; dans ce calcaire on voit reparaitre quelques débris de fossiles, de piquants d'oursins surtout. Ainsi, à partir du banc de dolomie cristalline, la proportion de magnésie diminue rapidement en descendant comme en remontant, et si l'on pouvait étudier les couches inférieures de quelques mètres au niveau de la route, on les trouverait probablement composées de calcaire à peu près pur.

En allant de l'Echaillon vers Saint-Quentin, on voit les couches *coralliennes* s'enfoncer rapidement dans cette direction, et bientôt elles disparaissent complètement sous un revêtement de terrain *néocomien*.

Plus loin, à Saint-Gervais, la même chaîne s'ouvre en un vaste cirque, dont les parois montrent les terrains entamés sur une grande hauteur. Au centre de ce cirque, on voit un affleurement de calcaire *oxfordien* marno-bitumineux (ass. supér. *f*); il forme un gradin que l'on rencontre en montant au Pas de l'Echelle. Mais au-dessus, on n'aperçoit pas de calcaire *corallien*; on passe directement du calcaire *oxfordien* au terrain *néocomien* qui forme les gradins supérieurs. Ainsi le dépôt *corallien*, si développé à l'Echaillon, ne paraît pas s'être étendu au midi, même jusqu'à Saint-Gervais.

En dehors de cette ligne qui va de la cluse de Chaille à Saint-Gervais et qui représente l'axe de la chaîne la plus extérieure des Alpes, l'étage *corallien* manque généralement, et les dernières assises *oxfordiennes* sont recouvertes immédiatement par le terrain *néocomien*. La seule localité où l'on retrouve un dernier vestige assez bien caractérisé des dépôts *coralliens* est celle d'Aizy, sur la rive gauche de l'Isère, au-

dessus de Noyarey (pl. II, fig. 4). La montagne d'Aizy est formée par le calcaire *oxfordien*, dont les couches inférieures et moyennes renferment les *Ammonites plicatilis* et *A. coronatus*, et les couches supérieures, formant le plateau d'Aizy, *A. anceps*, *A. Adelæ*, *A. Hommairei*, etc. (§. 143). Sur ces calcaires, près des maisons d'Aizy, on voit reposer une masse bréchiforme, composée d'un mélange de débris calcaires, de polypiers, d'encrines, etc., roulés et broyés ; j'y ai reconnu les piquants du *Cidaris coronata* Goldf., le *Millericrinus rosaceus* d'Orb., la *Terebratula substriata* Schloth. Cette assise remarquable (J⁵), dépôt évidemment littoral, n'a qu'une faible épaisseur, deux mètres environ ; au-dessus on trouve un banc de calcaire plus homogène, puis un banc de *dolomie* qui représente probablement celle de l'Echaillon et présente absolument la même structure cristalline. Mais les calcaires de l'Echaillon manquent ici, et le terrain *néocomien* paraît commencer immédiatement au-dessus de ces minces assises coralliennes. La localité d'Aizy est l'affleurement *corallien* le plus rapproché des Alpes centrales et l'étage y paraît réduit à un état tout à fait rudimentaire. J'ai cherché vainement des couches analogues sur la montagne de Chalais, formée des mêmes assises *oxfordiennes* que celle d'Aizy (pl. II, fig. 4). Quant aux localités plus rapprochées de l'intérieur des Alpes, je n'en connais aucune qui présente des traces de l'étage *corallien*.

§ 150. **Etendue des dépôts jurassiques supérieurs.**— De l'absence générale de toute trace du dépôt *corallien* en dehors des localités que nous venons de citer, on peut conclure qu'à l'époque où ce dépôt s'est formé, la région des chaînes secondaires était presque entièrement émergée, et formait un rivage sur lequel se trouvaient les calcaires *oxfordiens* de Chambéry, Corbel, la Grande-Chartreuse, Curière, Chalais, Noyarey, Saint-Gervais. Le long de ce rivage venait expirer le dépôt des calcaires *coralliens*. Ce dépôt, formé en grande partie de poly-

piers pierreux et de mollusques des eaux peu profondes, qui ont dû être enfouis sur la place même où ils ont vécu, présente une grande analogie de structure et de composition avec les bancs *madréporiques* qui se forment, de nos jours, le long des côtes et sur les hauts-fonds de l'Océan intertropical. Le développement très-inégal du calcaire *corallien*, en regard des divers points du *rivage* que nous avons indiqués tout à l'heure, correspond au développement non moins variable que présentent les *réécifs frangés* ou les *réécifs-barrières* qui bordent à distance les côtes des îles de la mer des Indes ou du Grand-Océan.

Après le dépôt du calcaire *corallien*, la mer fut définitivement expulsée par l'exhaussement progressif du sol de tout le Dauphiné et de la Basse-Savoie, et les dépôts des dernières époques *jurassiques* qui composent le *groupe oolithique supérieur* ne se sont pas étendus, vers le midi, au-delà des limites de l'emplacement actuel du Jura.

Ainsi l'histoire géologique de nos pays, pendant la suite des *temps jurassiques*, est celle d'un fond de mer qui s'est élevé *progressivement* au-dessus des eaux, de telle sorte que les divers dépôts successifs n'en ont recouvert que des parties de plus en plus restreintes, et même les derniers en ont été complètement exclus. Pendant la période du *lias*, l'Océan couvrait tout l'emplacement de nos Alpes; pendant la période *oxfordienne*, il n'en occupait plus que la zone extérieure; l'emplacement actuel de la région des chaînes centrales constituait le rivage; pendant la période *corallienne*, la mer ne dépassait plus les environs de Voreppe et de Chambéry; enfin, pendant la période des dépôts *oolithiques supérieurs*, elle était complètement expulsée de nos contrées et refoulée jusqu'aux environs de Belley, sur l'emplacement actuel des chaînes du Jura. Ce mouvement d'exhaussement progressif n'était point particulier à nos pays: il s'opérait de même dans toute l'Europe et il a continué pendant les dernières époques jurassiques, de telle sorte que la mer s'est trouvée finalement chassée de toutes

les parties de l'Europe occidentale où elle était restée encore après le dépôt *corallien*. Ces pays ont formé alors un continent bas et peu accidenté, dont plusieurs parties étaient occupées par de grands lacs d'eau douce ou saumâtre. J'ai démontré ailleurs qu'un de ces lacs avait dû exister sur une grande partie de l'emplacement actuel du Jura, depuis Bienne jusqu'à Belley (1). Dans ces lacs se sont formés des dépôts de calcaires et de marnes contenant des *coquilles d'eau douce*, qui recouvrent les dernières couches jurassiques et les séparent ainsi nettement d'avec les premières couches des *terrains crétacés* qui sont venus se former par-dessus. Je ne connais jusqu'à présent, dans le Dauphiné, aucun exemple de ces dépôts d'eau douce *suprà-jurassiques* (2). Notre pays, émergé

(1) *Comptes-rendus de l'Acad. des sciences*, t. 29, p. 413, 1849. — *Mém. de la Soc. d'émulation du Doubs*, Besançon 1857. — M. Hébert, *Bull. de la Soc. géol. de France*, 2^e série, t. 16, p. 596.

(2) D'après des observations récentes de M. l'abbé Vallet, on trouve sur plusieurs points des environs de Chambéry, au Mont-du-Chat, dans les montagnes de l'Épine et de Chaille, des couches de *calcaires lacustres*, avec *coquilles d'eau douce*, reposant immédiatement sur le calcaire *corallien* bien caractérisé. Au-dessus de ces couches d'eau douce, on rencontre, dans ces mêmes localités, une assez grande épaisseur de calcaires blancs très-compacts, contenant des *nérinées* et autres fossiles non déterminés jusqu'ici. Puis viennent des calcaires bien caractérisés comme *néocomiens inférieurs*, tels que nous les décrirons plus loin (§ 158). Il me paraît probable que ces calcaires d'eau douce sont plus anciens que ceux du Jura et qu'ils ont été formés immédiatement après la retraite de la mer qui avait déposé le calcaire *corallien*. Les calcaires blancs à *nérinées* qui viennent au-dessus pourraient bien être encore jurassiques et correspondre à un *retour* de la mer dans ces parages pendant une partie de la période *oolithique supérieure*. Mais lors même qu'une découverte de fossiles caractéristiques viendrait confirmer ces présomptions, cela ne conduirait pas à modifier essentiellement ce que nous disons ici du mouvement progressif d'exhaussement et d'émergence du fond de la mer jurassique, à partir de la fin de la période *oxfordienne*.

des premiers, était resté à sec pendant une longue suite de temps, et il ne s'y était plus formé de nouveaux dépôts, lorsque le sol entra dans une phase d'*affaissement* progressif et fut de nouveau envahi, sur de grandes parties de sa surface, par la mer qui a formé la série des terrains *crétacés*.

MATIÈRES EXPLOITABLES ET GITES PARTICULIERS DANS LES TERRAINS JURASSIQUES.

§ 151. — Les terrains jurassiques de la région des chaînes secondaires n'offrent guère à l'exploitation que des matériaux de construction de divers genres. Dans le *lias*, il existe, comme on l'a vu ci-dessus, d'assez nombreux gisements de *gypse* (§§ 137, 138). Les assises moyennes et supérieures de l'étage *oxfordien* présentent, presque partout, des bancs propres à la fabrication de la *chaux hydraulique*; c'est à ces mêmes assises que se rapportent toutes les exploitations de *ciments hydrauliques* existant en Dauphiné (§ 139). L'assise du calcaire de la *Porte de France* fournit, à Grenoble et partout ailleurs, des pierres de taille très-solides, mais difficiles à tailler et d'un effet peu agréable. Le calcaire *corallien* est bien préférable, mais on ne le rencontre que dans très-peu d'endroits: la *Pierre blanche de l'Echaillon*, variété de ce calcaire, est sans contredit le plus beau des matériaux de construction exploités dans le Dauphiné.

Les *gîtes métallifères* sont peu nombreux et très-peu importants dans la région qui nous occupe. On rencontre cependant, dans le *lias* et même quelquefois dans l'étage *oxfordien*, des indices de *galène*: le minerai est disséminé dans des filons irréguliers de *calcaire spathique*, mêlé ordinairement d'un peu de *sulfate de baryte*; ces filons ressemblent, du reste, entièrement aux veines blanches, non métallifères, de *calcaire*

spathique, qui sont partout si nombreuses dans ces mêmes terrains, notamment dans les anciennes carrières *intra-muros* de la Porte de France. Ces indices de *galène* ont donné lieu à des tentatives d'exploitation généralement infructueuses et aujourd'hui abandonnées. On peut citer particulièrement, dans les Hautes-Alpes : les localités d'Arzéliers et du Lazer, près Laragne ; de la Pierre, près Serres ; de l'Aiguille, entre Orpierre et Lagrand ; — dans la Drôme : celles de la Jalaye, entre le Buis et Propiac ; de Condorcet, de Menglon et de Châtillon en Diois ; du Chuot, commune des Prés, près Valdrôme ; — dans l'Isère . Roissard, près le Monestier-de-Clermont, etc. Aucun de ces gîtes ne mérite de fixer l'attention ; la *galène* ne s'y trouve jamais qu'en très-petite quantité et ne contient que des traces d'argent tout à fait insignifiantes.

On trouve aussi quelquefois dans le *lias* et dans les assises *oxfordiennes* inférieures des veines peu suivies de *fer carbonaté spathique*. Le seul gisement de ce minerai qui ait été exploité anciennement, est celui du Tau, au nord-ouest de Mens. Ce gîte est dans les *schistes à posidonies* (§ 141) ; on n'y voit point d'affleurement d'un filon régulier, et l'existence du minerai ne s'y révèle plus que par les débris des anciennes exploitations. On y remarque des fragments anguleux de schiste calcaire empâtés dans le minerai, des échantillons de ces mêmes schistes traversés par des veinules de *fer spathique*, ce qui indique bien que la formation de ce gîte est postérieure à la consolidation des schistes calcaires et probablement contemporaine de la dislocation de leurs couches.

TERRAINS CRÉTACÉS.

§ 152. — Les *terrains crétacés* comprennent une longue série de couches réparties en plusieurs étages bien distincts ; ce sont tous des dépôts de *formation marine*, caractérisés par des fossiles entièrement différents de ceux des terrains jurassiques et différents aussi d'un étage à l'autre. Le commencement de ces dépôts date du retour de la mer dans nos contrées, après un laps de temps considérable, pendant lequel elles étaient restées à sec et qui correspond aux dernières périodes jurassiques.

TERRAIN NÉOCOMIEN.

§ 153. — Le plus ancien des terrains *crétacés* est désigné sous le nom de *terrain néocomien* ; il comprend deux étages distincts, représentés sur la carte géologique par les teintes jaune foncé N¹ et jaune clair N².

L'étage inférieur N¹ se compose principalement de marnes grises ou bleuâtres et de calcaires plus ou moins marneux ou siliceux, de teintes bleuâtres ou jaunâtres, toujours bien différents de nos calcaires jurassiques : la *Pierre du Fontanil* employée à Grenoble, la pierre à chaux hydraulique du Teil (Ardèche) et des environs de Montélimar sont deux types différents, mais également caractéristiques, des aspects que présentent ordinairement les calcaires de l'étage néocomien inférieur.

L'étage supérieur N² est composé presque entièrement de calcaires compacts, blancs ou un peu jaunâtres, formant des

roches très-solides et abruptes : la pierre de taille connue à Grenoble sous le nom de *pierre de Sassenage* est un excellent type de ces calcaires, qui constituent toutes les grandes crêtes de la Chartreuse, des montagnes de Lans, du Vercors, du Royans, etc. Au-dessous des ces crêtes abruptes règnent des pentes gazonnées, boisées ou cultivées, interrompues quelquefois par des saillies rocheuses ; ces pentes sont formées par l'étage néocomien inférieur.

Dans le Dauphiné et dans tous les pays voisins, la Savoie, le Jura, la Provence, etc., le *terrain néocomien repose toujours sur les dernières assises jurassiques* qui existent dans le pays. Au passage d'un terrain à l'autre, on n'observe *aucune différence sensible dans les inclinaisons des couches* ; les premières couches néocomiennes sont *parallèles* aux dernières couches jurassiques ; jamais on ne les voit reposer sur les tranches de celles-ci, ni venir buter par leurs extrémités contre une saillie ou une *falaise* de roches jurassiques qui aurait servi de limite à leur dépôt. On doit conclure de là que, dans cette série de mouvements du sol qui ont eu lieu pendant la suite des temps jurassiques et le commencement de la période néocomienne, les couches jurassiques ont été exhaussées successivement et mises à sec, puis replacées sous les eaux de la mer, sans être sensiblement dérangées de leur position horizontale, sans être disloquées et soulevées, comme elles l'ont été *plus tard*, de manière à former des chaînes de montagnes. Elles constituaient un fond de mer uni ou n'offrant que de grandes ondulations et des pentes très-douces ; un bassin continu, plus ou moins profond dans ses diverses parties, mais non entrecoupé de presqu'îles, d'îles et de récifs, comme l'ont supposé plusieurs géologues.

Nulle part, dans les parties de l'Europe qui ont été jusqu'ici bien étudiées, le terrain néocomien ne présente un plus beau développement que dans la région qui nous occupe ; nulle part il n'offre plus d'intérêt sous le rapport de ses variations

de composition et de structure. Nous ne pouvons donc nous dispenser de le décrire avec quelques détails et même de comparer ses caractères à ceux qu'il présente dans les contrées voisines.

Étage néocomien inférieur.

§ 154. — Des deux étages dans lesquels se divise le *terrain néocomien*, l'étage inférieur est le plus compliqué et le plus constant dans son développement. Dans les trois départements du Dauphiné, et aussi en Provence, son épaisseur est toujours de plusieurs centaines de mètres, en moyenne de cinq à six cents mètres : elle diminue, en général, dans ces chaînes des environs de Voreppe et de Chambéry où nous avons reconnu l'existence de l'étage *corallien* (§ 149); dans les parties méridionales du Jura, elle est ordinairement de moins de 200 mètres ; enfin elle s'amointrit de plus en plus en allant de Belley ou du Jura vaudois vers les parties basses du Doubs et de la Haute-Saône, où cet étage se réduit à une assise de quelques mètres seulement.

A ces variations d'épaisseur correspondent, dans les mêmes contrées, des changements plus notables encore dans l'aspect et la structure de cet étage, ainsi que dans les fossiles qui le caractérisent.

Dans les Basses-Alpes, les Hautes-Alpes, dans toute la moitié méridionale du département de la Drôme, dans le Trièves et jusqu'à la source de la Gresse, l'étage néocomien inférieur est entièrement composé de marnes bleues et de calcaires d'un gris bleuâtre, plus ou moins marneux, quelquefois siliceux, mais le tout à pâte très-fine, très-homogène : ces couches sont évidemment le résultat de dépôts *vaseux*, formés de matières très-divisées et précipitées dans des eaux

parfaitement tranquilles. Les fossiles enfouis dans ces couches sont principalement des mollusques nageurs, habitants de la haute mer, des bélemnites, des ammonites et autres genres de céphalopodes à coquilles chambrées, diversement enroulées (criocères, ancylocères, scaphites, etc...); des *Aptychus*; des térébratules, mollusques fixes, mais vivant dans les eaux profondes, et un petit nombre seulement de gastéropodes et de bivalves fixes; les oursins, les encrines, les polypiers y sont à peine représentés par un très-petit nombre d'espèces et d'individus.

Dans le Jura, la Basse-Savoie et les chaînes les plus extérieures de la région néocomienne de l'Isère, de Chambéry aux environs de Voreppe, la structure de l'étage néocomien inférieur est tout autre: il se compose de diverses assises, les unes de calcaires jaunâtres ou bleuâtres, le plus souvent grenus, à cassure rugueuse, parfois oolithiques, quelquefois compactes et de teintes claires, et de marnes ou de calcaires marneux ou siliceux, offrant des variations de structure analogues, mais rarement la texture à pâte fine du type *vaseux* précédent. Les fossiles sont principalement des mollusques bivalves, fixes, un nombre bien moindre de gastéropodes, des oursins, quelquefois une assez grande abondance de polypiers, de spongiaires ou de bryozoaires; les céphalopodes y sont représentés par quelques nautilus et un petit nombre d'espèces d'ammonites; des espèces plus nombreuses de cette classe, soit des ammonites, soit des bélemnites, n'apparaissent guère que dans certaines couches ou certaines localités spéciales; enfin, les céphalopodes déroulés (ancylocères, criocères, etc.) manquent complètement ou sont extrêmement rares. Cet ensemble de la forme néocomienne inférieure, dans le Jura et les régions qui l'avoisinent, indique des dépôts formés dans des eaux très-peu profondes, agitées par des courants; cette partie de la mer néocomienne était un haut-fond, peuplé d'animaux qui vivaient immobiles ou à peu près, dans les faibles

profondeurs, et qui ne pouvaient s'étendre dans les parties plus profondes dont nous avons parlé en premier lieu.

Nous désignerons le premier de ces deux types ou *facies* de l'étage néocomien inférieur par le nom de *type provençal* ou *facies vaseux pélagique*; il règne dans la Provence, les Hautes-Alpes, la moitié méridionale du département de la Drôme, y compris le bassin de la rivière de ce nom, enfin dans le Trièves et jusqu'auprès du Monestier de Clermont. — Le second type sera le *type jurassien* ou *facies littoral*, s'étendant dans le Jura, la Basse-Savoie, et les chaînes comprises entre Chambéry et Voreppe, là où existent encore, en général, des assises jurassiques supérieures à l'étage *oxfordien* (§ 148).

Les environs de Grenoble, les montagnes de la Chartreuse, celles des bassins de la Gresse et de la Bourne, sont à la jonction de ces deux types différents des dépôts de l'étage néocomien inférieur; aussi on y trouve, en quelque sorte, un enchevêtrement des assises de l'un et de l'autre, et un type mixte plus complet que chacun des deux autres pris isolément. L'étude de ces localités est importante, parce qu'elle permet de déterminer l'ordre de superposition et par conséquent d'ancienneté relative des assises des deux types, enchevêtrées à divers niveaux en ces points du bassin néocomien.

§ 155. — (A.) *Type provençal ou facies vaseux pélagique de l'étage néocomien inférieur.* — Nous décrirons d'abord ce type, comme étant le plus simple, le plus uniforme et le plus général. Le bassin de la Drôme et toute la partie du département située au sud de cette rivière, le bassin du Buech dans les Hautes-Alpes, et même les montagnes du canton de Clelles dans le département de l'Isère, présentent partout de grandes facilités pour l'étude de ce type; les fossiles caractéristiques y sont abondants et souvent très-bien conservés.

Dans tous ces pays, la première assise néocomienne repose toujours sur les calcaires oxfordiens compactes ou *calcaires*

de la Porte de France. C'est une assise plus ou moins puissante de marnes bleues, feuilletées, peu consistantes, souvent entremêlées de couches de calcaires marneux plus solides; nous les appellerons *marnes néocomiennes inférieures*. Les fossiles y sont presque toujours nombreux et même à profusion dans beaucoup de localités: les plus abondants sont des bélemnites et des ammonites d'espèces très-variées et des *Aptychus*; on y trouve aussi quelques types de céphalopodes à coquilles chambrées, diversement déroulées; quelques gastéropodes de petite taille, un nombre moindre encore d'acéphales; enfin, quelques térébratules. En un mot, ce sont des mollusques nageurs, ou vivant dans les eaux profondes, ou des espèces de petite taille, à coquilles légères, que les moindres courants ont pu transporter. Ils sont, en général, bien conservés; les coquilles sont presque toujours moulées en *sulfure de fer*, qui, au contact de l'air, se change en oxide hydraté d'un brun jaunâtre; c'est ordinairement à ce dernier état qu'on recueille les ammonites et les autres coquilles que nous venons d'énumérer.

Les localités où ces marnes sont particulièrement riches en fossiles, sont :

Dans l'Isère: Praderbon, au pied du Mont-Aiguille, entre Chichiliane et Trézane; et généralement toute la ligne de marnes bleues en contact avec le calcaire oxfordien, depuis Gresse jusqu'au col de Menée;

Dans les Hautes-Alpes: Saint-Julien-en-Beauchêne, surtout à l'est du village, au pied de la montagne de Durbonas; Montclus, près Serres; Châteauneuf de Chabre, Barret-le-Haut, etc., au sud-ouest de Laragne, etc.;

Dans la Drôme: Châtillon-en-Diois; divers points des environs de la Motte-Chalancon et de Rémuzat; les Piles, près Nyons, etc.

En général, dans le bassin du Buech et dans l'arrondissement de Nyons, on trouve abondamment les fossiles des *mar-*

nes néocomiennes inférieures sur tous les points où l'on voit bien à découvert le contact du terrain néocomien avec le calcaire jurassique.

Voici la liste des principaux fossiles des marnes néocomiennes inférieures; les plus caractéristiques sont marqués d'un *

**Belemnites latus*, Bl.; **B. conicus*, id.; **B. bipartitus*, Cat.;

Rhynchoteuthis alatus. d'Orb.;

Aptychus Didayi, Coq.;

**Ammonites neocomiensis*, d'Orb.; **A. semisulcatus*, id.; **A. Tethys*, id.; **A. Asticrianus*, id.; *A. Grasianus*, id.; **A. strangulatus*, id.; *A. Juilleti*, id.; *A. verrucosus*, id.: **A. asperrimus*, id.; *A. Josephinus*, id.; *A. Roubaudianus*, id., etc.;

Toxoceras elegans, d'Orb.; *T. bituberculatus*, id.;

Baculites neocomiensis, d'Orb.;

Baculina Rouyana, id.;

Rostellaria irregularis, id.;

Cerithium Rouyanum, id.;

Chemnitzia Rouyana, id.;

Pholadomya Rouyana, id.;

Lucina Rouyana, id.

§ 156. — Au-dessus des *marnes néocomiennes inférieures*, vient une série très-épaisse de calcaires plus ou moins marneux, quelquefois siliceux, compactes, à grain très-fin, qui forment tout le reste de l'étage néocomien inférieur. Il est difficile de les diviser en plusieurs assises bien distinctes. Dans la partie inférieure, ce sont des calcaires marneux, contenant, en général, beaucoup d'ammonites, à l'état de moules calcaires, d'une taille plus grande que les ammonites pyrétiques des marnes inférieures; les espèces qui dominent à ce niveau sont :

* *Ammonites cryptoceras*, d'Orb.; * *A. Astierianus*, id.;

* *A. subfimbriatus*, id.; * *A. Grasianus*, id.; *A. semi-sulca-*

tus, id.; *A. incertus*; id.; *A. Tethys*, id.; *A. difficilis*, id.; etc.
 * *Aptychus Didayi*, Coq.

Ce sont en partie les mêmes espèces que dans les marnes inférieures, avec plusieurs autres qui ne s'y montraient pas.

Viennent ensuite des couches de marnes ou de calcaires marneux, où se trouvent, plus ou moins abondamment, quelques bélemnites différentes de celles des marnes inférieures, * *Belemnites pistilliformis*, Bl.; * *B. dilatatus*, id. Elles sont accompagnées de diverses ammonites de l'assise précédente, et aussi de plusieurs types de fossiles de l'assise suivante.

Ces bélemnites marquent un niveau au-dessus duquel apparaissent en grande abondance des types de fossiles rares ou inconnus dans les assises inférieures : ce sont les genres de céphalopodes diversement enroulés, désignés par les noms de *Crioceras*, *Ancylloceras*, *Scaphites*, *Toxoceras*, *Ptychoceras*, *Hamulina*, etc. Avec ces genres se trouvent des espèces d'ammonites en partie différentes de celles des assises précédentes, et une térébratule très-remarquable, * *Terebratula diphyoïdes*, d'Orb., qui ressemble beaucoup à la *Terebratula diphya*, du calcaire de la Porte-de-France (§ 143). Ces fossiles caractérisent une grande assise de calcaires d'un bleu pâle, généralement moins marneux, plus compactes et en bancs plus épais que les calcaires inférieurs : souvent ils sont en partie siliceux et la silice peut s'y concentrer en rognons assez nombreux.

Ces calcaires à criocères donnent des chaux grasses ou des chaux hydrauliques : on doit citer surtout ceux qui sont exploités aux environs de Montélimar et de Loriol (Serre du Parc, Mirmande, etc.), et de l'autre côté du Rhône, ceux du Teil (Ardèche), qui fournissent des chaux hydrauliques de première qualité. Ces calcaires contiennent environ 17 p. % de silice à l'état de sable extrêmement fin ; cette composition les distingue de la plupart des autres calcaires à chaux hydraulique, par exemple de ceux des terrains jurassiques, qui sont en général des calcaires argileux et non siliceux (§ 139).

La partie supérieure de cette série contient des assises de calcaires compactes en gros bancs, qui donnent de bonnes pierres de taille : telles sont celles de Notre-Dame-de-Montceau, près d'Espeluche, au S.-E. de Montélimar, et beaucoup d'autres exploitées çà et là dans le midi de la Drôme et dans le bassin du Buech, pour les besoins de la construction locale.

Voici la liste des principales espèces de cette assise :

Crioceras Duvalii, Lév.; cette espèce offre un grand nombre de variétés qui établissent des passages au *C. Villersianus*, d'Orb., et au *C. Emirici*, id. — La Charce, etc.;

Toxoceras Honnoratianus, d'Orb. (?) — La Charce ;

Ancyloceras Puzosianus, d'Orb.; *A. pulcherrimus*, id.; *A. Tabarelli*, Ast.; — La Charce, etc.;

Ptychoceras Puzosianus, d'Orb. (?) ; — Ibid.;

Hamulina cincta, d'Orb. (?) ; — Ibid.;

**Scaphites Yvanii*, Puzos ; — Vesc, Félines; assise la plus élevée des calcaires à criocères ;

**Ammonites subfimbriatus*, d'Orb.; *A. lepidus*, id.; *A. difficilis*, id.; *A. ophiurus*, id. (?) ; *A. Honnoratianus*, id.; **A. ligatus*, id.; **A. Rouyanus*, id.; *A. Castellansensis*, id.; etc. — La Charce, Valdrôme, Saint-Julien en Beauchêne, etc.;

**Terebratula diphyoides*, d'Orb.; mêmes localités.

Ces fossiles et ceux des assises précédentes se rencontrent, plus ou moins abondamment, partout où l'étage néocomien inférieur présente les caractères que nous décrivons ici. Les localités les plus connues par la belle conservation de leurs fossiles sont Saint-Julien-en-Beauchêne, Valdrôme, les environs de la Motte-Chalancon et de Rémuzat, comme Establet, la Charce, Rottier, Chalancon, Pomerol, Lens, etc. — On trouve encore de beaux fossiles dans les calcaires *néocomiens* des environs du Buis et de Sédéron, dans ceux de la montagne de la Lance, de la chaîne de Couspau, à l'est de Bourdeaux, dans les environs de Vesc, du Pont-de-Barret, enfin, dans la

vallée de la Drôme, au-dessus et en face d'Aouste. Les parties méridionales du Dauphiné n'ont rien à envier, pour l'abondance des fossiles *néocomiens*, aux localités plus connues des Basses-Alpes, où ont été recueillis presque tous les types des espèces que nous avons citées.

Nous devons mentionner particulièrement un fossile remarquable dont les montagnes de la Drôme sont, jusqu'ici, le principal gisement connu; c'est une grande espèce de térébratule plissée, *Rhynchonella peregrina* d'Orb. On la trouve en abondance, dans une couche spéciale, à Châtillon-en-Diois et à Rottier, près la Motte-Chalancon. Cette couche est formée d'un calcaire très-dur, un peu siliceux, bleuâtre, qui est comme pétri de ces térébratules. A Châtillon, on trouve cette roche en gros blocs éboulés dans le lit du torrent de Quintel; mais les débris qui recouvrent les pentes, sur la rive gauche de ce torrent, empêchent de reconnaître précisément la position de la couche dans la série des assises néocomiennes. A Rottier, on ne la voit aussi qu'en blocs épars sur le penchant d'un coteau formé par les calcaires à *criocères*; cependant, ces blocs ne peuvent pas être loin de leur gisement primitif, et il semble que la couche à térébratules est un banc unique, ou même un amas discontinu, dont on ne voit plus que des lambeaux épars. Sa place paraît être à la base des *calcaires à criocères*, qui forment la dernière assise de l'étage néocomien inférieur. Le *Rhynchonella peregrina* y est accompagné d'une grande rostellaire indéterminée et de grandes coquilles bivalves; j'ai aussi aperçu dans cette roche une crosse d'*Ancylloceras* de grande taille.

§ 157. — La coupe pl. III, fig. 6, indique la disposition des couches néocomiennes de la localité dont nous parlons, entre la Motte-Chalancon et la Charce. Elles reposent, au nord, sur le calcaire *oxfordien* qui forme une chaîne saillante entre le bassin de la Charce et celui d'Establet; au sud, elles

s'enfoncent sous les autres terrains crétacés, dans la crête qui sépare ce même bassin de la Charce de celui de Cornillac.

Voici la légende de cette coupe :

J², terrain *jurassique*, étage *oxfordien* : *e*, calcaire de la *Porte-de-France* ; *d*, calcaires marneux ; *c*, marnes à géodes et à petites ammonites (§ 138). — N¹, étage *néocomien inférieur* : 1, marnes néocomiennes inférieures ; 2, calcaires marneux à ammonites ; 3, id. à *Belemnites pistilliformis* ; *t*, (ligne *pointillée*) couche à *Rhynchonella peregrina* ; 4, calcaires à criocères et ancylocères, très-riches en fossiles. — N², calcaire à orbitolines, représentant un rudiment de l'étage *néocomien supérieur*. — G', marnes *aptiennes* ; *gr.*, grès vert subordonné à la partie supérieure de ces marnes. — C, calcaires chlorités ou siliceux, remplis de silex dans le haut, appartenant au *groupe de la craie*.

Dans la localité à laquelle appartient cette coupe, on trouve au-dessus des *calcaires à criocères et ancylocères*, une assise très-peu épaisse N², formée de calcaires durs, grenus, lourds, plus ou moins magnésiens, roux ou grisâtres. Ces calcaires renferment des *orbitolines*, petits fossiles dont nous reparlerons plus loin et qui caractérisent certaines couches de l'étage *néocomien supérieur*. On les voit bien surtout un peu en amont de notre coupe, sur le chemin de la Motte à la Charce, au point où il s'approche le plus de l'axe de la vallée, un peu avant d'arriver à la Charce. Ces calcaires à orbitolines représentent l'étage *néocomien supérieur* réduit à un état tout-à-fait rudimentaire et n'ayant que quelques mètres d'épaisseur. Sur la rive gauche, ils s'enfoncent sous des marnes argileuses d'un bleu noir, contenant en abondance le *Belemnites semi-canaliculatus*, Bl. ; ce sont les *marnes aptiennes G'*. Ces marnes à leur tour servent de base à une

série très-épaisse de calcaires sableux ou remplis de silex qui appartiennent au groupe de la *craie*, C. Nous aurons à revenir plus loin sur ces divers étages des terrains crétacés.

§ 158. — (B.) *Type jurassien ou facies littoral de l'étage néocomien inférieur.* — Ce type, qui embrasse tout le Jura et la Basse-Savoie, peut être étudié facilement aux environs de Chambéry, sur le revers oriental du Mont-du-Chat, à la cascade de Couz, etc.; dans la cluse de Chaille, route des Echelles au Pont-de-Beauvoisin; dans celle du Crossey, route de Voiron à Saint-Laurent-du-Pont; dans la montagne de Raz entre Voreppe et la Buisse; à l'Echaillon, entre le Petit-Port et la source sulfureuse; dans les roches de Poliénas, etc. Dans ces diverses localités, quand on peut voir sur quoi il repose, on voit que c'est toujours sur le calcaire *corallien* (§ 148). On peut y distinguer les assises suivantes, qui sont aussi les divisions naturelles et générales de l'étage néocomien inférieur dans tout le Jura :

1° Calcaires néocomiens inférieurs; 2° calcaires roux; 3° marnes et calcaires marneux à spatangues (*Spatangus retusus*, Lam. ou *Towaster complanatus*, Ag.); 4° calcaires jaunes (calcaires de Neuchâtel).

1° Les *calcaires néocomiens inférieurs* sont généralement par bancs épais, compactes ou un peu grenus, quelquefois oolithiques, à cassure rugueuse, le plus souvent jaunâtres ou bleuâtres; souvent ces deux teintes sont mêlées et le bleu passe au jaune par l'altération au contact de l'air. Souvent on y trouve des bancs de couleurs plus claires, d'un jaune pâle ou même tout à fait blancs, et d'une structure encore plus compacte que les autres. Souvent aussi cette assise renferme des lits marneux d'un bleu foncé ou jaunâtre. Cette assise, dans

le Jura, va en augmentant de puissance à mesure qu'on avance vers le sud, et elle atteint environ 50 mètres d'épaisseur dans les environs de Belley; elle devient plus épaisse encore dans les localités qui nous occupent ici. Les fossiles y sont généralement très-empâtés et difficiles à extraire; les plus fréquents sont : *Natica bulimoides*, d'Orb., et autres natices indéterminables; *Pterocera pelagi*, d'Orb. (Brongn. sp.); *Pholadomya elongata*, Münst; *Janira atava*, d'Orb.; *Ostrea Couloni*, Desf.; *Terebratula praelonga*, Sow.; *T. tamarindus*, Sow.; *Rhynchonella lata*, d'Orb.; *Holaster Grasianus*, d'Orb. Il faut noter aussi que, dans les bancs les plus compactes, de couleur claire, on trouve souvent des caprotines (*Caprotina ammonia*, d'Orb.; *C. Lonsdalii*, id.), fossiles qui caractérisent ordinairement l'étage néocomien supérieur; nous verrons de même que plusieurs des fossiles des calcaires néocomiens inférieurs passent dans l'étage supérieur, et qu'il existe ainsi, sous le rapport des fossiles, une liaison des plus intimes entre ces deux groupes de couches. Les carrières situées près la source sulfureuse de l'Echaillon, les Buissières, au-dessus des Balmes de Voreppe, et le défilé de Chaille nous ont offert les divers fossiles que nous venons de citer. — Les calcaires néocomiens inférieurs sont quelquefois, en partie, tellement blancs et compactes, qu'on les confond facilement avec les calcaires *coralliens* sous-jacents. L'incertitude peut être accrue encore par la présence de nérinées, de caprotines, que l'on confond avec les nérinées et les *Diceras* de l'étage corallien. Cette incertitude se présente surtout dans les montagnes à l'ouest de Chambéry, le Mont-du-Chat, l'Épine, la cluse de Chaille. Entre Veurey et l'Echaillon, la source sulfureuse sort d'une assise de calcaire marneux bleuâtre, où l'on trouve encore abondamment l'*Ostrea Couloni*, etc.; mais entre ces couches évidemment néocomiennes et les calcaires coralliens J⁸ (§ 149 et pl. II, fig. 4), bien caractérisés à une centaine de pas en aval, il y a une certaine épaisseur de calcaires de

teintes claires, sans fossiles, où il est difficile de fixer précisément la limite des deux terrains.

2° Les *calcaires roux* sont liés intimement aux précédents; ils sont en bancs plus minces, d'une teinte rousse, souvent accompagnés de marnes ou de calcaires marneux, d'un bleu foncé ou d'une teinte ocreuse. Les couches calcaires, surtout vers la partie supérieure de cette assise, sont souvent siliceuses et des silex s'y montrent en rognons ou en bandes aplaties, de couleurs variables, souvent noirs. Dans quelques points du Jura, il existe des minerais de fer, de structure oolithique, à la base de cette assise; mais on n'en rencontre pas de semblables en Savoie ni en Dauphiné. — Fossiles, généralement peu abondants, surtout dans les couches siliceuses: *Ostrea macroptera*, Sow.; *O. Couloni*, Defr.; *Janira atava*, d'Orb.; *Pygurus rostratus*, Ag.; *Terebratulula carteroniana*, d'Orb.; etc.

3° Les marnes et calcaires plus ou moins marneux à spatangues, c'est-à-dire caractérisés par la présence du *Toxaster complanatus*, Ag.; (*Spatangus retusus*, Lam.; *Echinospatagus cordiformis*, Breyn., d'Orb.), sont la partie du terrain néocomien la plus variée et la plus riche en fossiles, dans les pays qui se rattachent au Jura. Ce groupe de couches peut être subdivisé en plusieurs assises, les unes plus marneuses, les autres principalement calcaires, dans lesquelles les diverses espèces de fossiles ne sont pas réparties uniformément; mais ces distinctions que l'on peut faire dans chaque localité n'ont rien de précis ni de constant. Les couches les plus marneuses sont ordinairement d'un bleu foncé ou grisâtres, jaunâtres dans la partie supérieure du groupe, et souvent parsemées de petits grains verts d'un silicate ferrugineux (*glauconie* ou improprement *chlorite*). Les couches calcaires sont presque toujours jaunâtres et *chloritées*, c'est-à-dire remplies de ces petits grains verts. Parfois elles sont imprégnées de silice qui incruste surtout le test des fossiles, et qui s'isole çà et là sous forme de

rognons de silex. — Avec le *Toxaster complanatus*, qui est le fossile éminemment caractéristique et toujours très-abondant de cette assise, on trouve souvent une grande variété d'autres espèces d'oursins, de mollusques bivalves, brachiopodes et acéphales, beaucoup moins de gastéropodes, et généralement très-peu de céphalopodes; le *Belemnites pistilliformis*, Bl.; et quelques espèces d'ammonites (*Ammonites cryptoceras*, d'Orb.; *A. Leopoldinus*, id., etc.), s'y rencontrent parfois, mais toujours en petit nombre et seulement dans certaines couches. Les espèces les plus généralement répandues sont: *Terebratula prælonga*, Sow.; *Rhynchonella depressa*, d'Orb.; *R. lata*, id.; *Ostrea Couloni*, Defr.; *Corbis cordiformis*, d'Orb.; *Trigonia caudata*, Ag.; *Pholadomya elongata*, Münst.; *Panopæa neocomiensis*, Ag.; *Pleurotomaria neocomiensis*, d'Orb., etc.

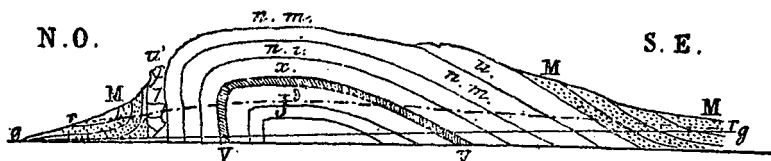


Fig. 20. — Coupe de la cluse de Chaille, route du Pont de Beauvoisin aux Échelles (Savoie), d'après les données fournies par M. l'abbé Vallot. — La ligne pleine gg représente le cours du Guiers; la ligne pointillée rr, le tracé de la route. — J³, calcaire jurassique corallien; V, calcaires grisâtres, à fossiles d'eau douce, accompagnés de marnes verdâtres et de brèches; z, calcaires compactes blancs ou un peu jaunâtres, sans fossiles déterminables; ils peuvent appartenir soit au groupe oolithique supérieur, soit aux calcaires néocomiens inférieurs (page 278, note); — n. i., assises néocomiennes inférieures, comprenant les calcaires néocomiens inférieurs bien caractérisés et les calcaires roux; — n. m., assises moyennes, comprenant les marnes à spatangues et les calcaires jaunes; — u, étage néocomien supérieur (urgonien, d'Orb.), calcaire à caprotines; u', même calcaire en couches verticales brisées, réduites à l'état de brèche grossière dans la partie qui retombe vers le nord-ouest. — M, mollasse marine sableuse, s'appuyant en couches concordante sur le terrain néocomien aux deux issues de la cluse.

4° Les calcaires jaunes sont généralement en bancs assez épais, de structure grenue ou un peu oolithique, souvent remplis de petits débris de fossiles: ces calcaires sont surtout bien

caractérisés à Neuchâtel en Suisse, à Pontarlier et autres points de la partie moyenne du Jura, où ils fournissent une pierre à bâtir d'une couleur jaune toute particulière. A mesure qu'on avance vers l'extrémité sud du Jura, ils tendent à devenir plus compactes, surtout dans leur partie supérieure; et dans la région que nous décrivons ici spécialement, ils consistent en une série, vaguement délimitée, de couches de calcaires jaunâtres, compactes ou un peu grenus, établissant un passage entre les calcaires marneux à spatangues et les calcaires blancs compactes de l'étage néocomien supérieur. Les fossiles y sont rares et sont ou des espèces de l'assise précédente, ou quelques-unes de celles de l'étage supérieur.

§ 159. — (C.) *Type mixte de l'étage néocomien inférieur: type des environs de Grenoble.* — Ce type résulte, en quelque sorte, de la combinaison et de l'enchevêtrement des deux précédents. On peut y distinguer les assises indiquées par le tableau suivant :

Étage néocomien inférieur N ¹	}	1 ^{re} Subdivision. (1) Marnes néocomiennes inférieures, à <i>Belemnites latus</i> , Bl.
		2 ^e Subdivision. { (2) Calcaires néocomiens inférieurs, ou calcaires du Fontanil. (5) Calcaires roux, à <i>Ostrea macroptera</i> , Sow.
		3 ^e Subdivision. { (4) Couche chloritée, à <i>Belemnites pistilliiformis</i> Bl., <i>B. dilatatus</i> , id., ammonites, etc. (5) Calcaires bleus à <i>Criocerat</i> , ammonites, etc.
		4 ^e Subdivision. (6) Marnes et calcaires marneux à spatangues (<i>Towaster complanatus</i> , Ag).

Les assises 4, 4, 5, caractérisées par la prédominance presque exclusive des mollusques nageurs, des céphalopodes, correspondent aux divers horizons que nous avons distingués dans le *facies pélagique* ou *type provençal*. — Les assises

2, 3, 6, sont exactement celles que nous venons de décrire sous les mêmes noms dans le *type jurassien* ; quant aux *calcaires jaunes* de ce dernier, ils se confondent ici complètement avec la base des calcaires de l'étage *néocomien supérieur*.

1° *Marnes néocomiennes inférieures*. — A Saint-Martin-le-Vinoux, près de Grenoble, le terrain néocomien repose sur l'assise des *calcaires marneux à ciment de la Porte de France* (§§ 139, 143) ; il commence lui-même, dans le centre du vallon, par des calcaires marneux et des marnes grises ou bleuâtres, et il est d'autant plus difficile de distinguer la limite entre ces couches et la dernière assise oxfordienne, que les fossiles sont très-rares de part et d'autre. Cependant, j'ai trouvé dans cette première assise du terrain néocomien des bélemnites de forme aplatie, avec un sillon sur le côté (*Belemnites latus*, Bl.), qui sont très-caractéristiques (Clémencière, dernier hameau de Saint-Martin), et de petites ammonites rares et mal conservées, mais cependant reconnaissables (*Ammonites semisulcatus*, d'Orb. ; *A. Tethys*, id. ; *A. neocomiensis*, id. ; ravin de Pique-Pierre, rive droite). — Tels sont les caractères de notre première assise, celle des *marnes néocomiennes inférieures* ou à *Belemnites latus*. Elle occupe le centre du vallon de Saint-Martin (pl. II, fig. 2, N¹, n^o 1), le ravin de Pique-Pierre ; ses couches, inclinant vers l'O., se recouvrent successivement jusqu'au hameau de Narbonne, bâti sur les dernières. Ces dernières couches sont des calcaires marno-sableux, bleuâtres, qui deviennent d'un gris roux par l'altération au contact de l'air, et qui se délitent en grosses boules ou plutôt en ellipsoïdes irréguliers. Ils contiennent des proportions d'argile et de sable fin qui varient beaucoup d'un banc à l'autre : quelquefois les proportions sont telles que, par la cuisson, ils donnent un *ciment* hydraulique : le premier *ciment* fabriqué aux environs de Grenoble a été cuit à Narbonne, par M. Voisin, et il provenait de ces couches de calcaire marneux qui terminent, en cet endroit,

la première assise *néocomienne*. Ces couches descendent, avec une inclinaison régulière d'environ 45°, au bord de la route, entre le pont et la carrière de Pique-Pierre; il serait facile d'en reprendre l'exploitation; mais nous ne pensons pas que ces calcaires argileux offrent assez d'homogénéité dans leur composition pour qu'on puisse compter sur des produits hydrauliques d'une qualité constante. Nous appliquons cette même conclusion à tous les calcaires de la même assise dans les autres points du département de l'Isère (1).

On suit les *marnes néocomiennes inférieures*, avec les mêmes caractères, en allant de Saint-Martin à Sarcenas, de là au Sappey ou au col de Porte, sur presque tout le trajet du Sappey à Saint-Pierre de Chartreuse et jusque vers Saint-Pierre d'Entremont. Sur le chemin du Sappey à la Chartreuse, près des Cottaves, j'ai trouvé, dans ces marnes, plusieurs exemplaires de *Belemnites latus*, Bl.

On les voit bien encore au bourg de Seyssins, au bas duquel leurs couches inférieures s'appuient sur l'extrémité de la colline jurassique de Comboire: au moulin, les couches néocomiennes les plus basses sont des calcaires marneux bleuâtres où j'ai trouvé *Belemnites latus*, *Ammonites semisulcatus* et *A. neocomiensis*.

Le couvent et la prairie de la Grande-Chartreuse, Valombré, Chalais, le Chevallon, Noyarey, Seyssinet, Cossey, etc., sont situés sur ces mêmes marnes. Elles sont aussi très-développées à la base de la bande néocomienne qui s'étend du Petit-Som au Mont-Granier, à Saint-Pancrace, Saint-Hilaire, etc. Par-

(1) Par exemple, à Noyarey, où M. Rivier a fait quelques recherches sur des bancs correspondants à ceux de Narbonne; le ciment paraissait très-bon; mais la composition de la roche a varié très-rapidement dès qu'on a suivi la couche en profondeur, au-dessous de la surface du sol.

tout elles forment des pentes douces, cultivées, gazonnées ou boisées.

Au contraire, ces marnes manquent sur une zone un peu plus éloignée des Alpes, généralement partout où existe encore l'étage *corallien* et où règne le *facies littoral jurassien*; elles manquent encore à peu près complètement dans la gorge du Guiers-Vif, et sur le chemin de la Chartreuse, en aval du pont Saint-Bruno; à Currière, à la Sure (pl. II, fig. 8 et 7); à Saint-Gervais, etc. Alors, le calcaire de la Porte de France est immédiatement recouvert par l'assise dont nous allons parler.

2° *Calcaires neocomiens inférieurs* ou *calcaires du Fontanil*. — Calcaires compactes ou grenus, quelquefois un peu oolithiques, généralement bleuâtres ou jaunâtres; on y trouve cependant souvent des couches plus ou moins développées de calcaires très-compactes d'un jaune pâle ou même presque blancs. La pierre de taille exploitée au Fontanil est un excellent type de la structure et de la couleur habituelle de ces calcaires dans le Dauphiné et même dans la Savoie et le Jura. Ces calcaires sont généralement par gros bancs très-réguliers et fournissent des pierres de construction très-employées, bien qu'un peu gélives. Ils renferment souvent beaucoup de fossiles, bien différents de ceux de l'assise précédente; les mollusques de haute mer, les bélemnites et les ammonites y sont rares, et ce sont les animaux fixes, habitants des rivages ou des eaux peu profondes, qui y dominent. Les fossiles les plus abondants sont des mollusques bivalves et des oursins: *Ostrea Couloni*, d'Orb.; *Janira atava*, id.; *Gervilia anceps*, Desh.; *Pholadomya elongata*, Münst.; *Panopæa neocomiensis*, d'Orb.; *Terebratula Carteroniana*, id.; *T. hippopus*, Rœm.; *T. prælonga*, Sow.; *Rhynchonella lata*, d'Orb.; *R. depressa*, id.; *Dysaster ovulum*, Ag.; *Pygurus rostratus*, id.; *P. Montmollini*, id. *Nucleolites neocomiensis*, id.; *Trematopygus Grasanus*, d'Orb.; *Holcotypus macropygus*, Ag.;

Pyrina pygæa, Des.; *Arbacia globulus*, id.; *Echinus denudatus*, Alb. Gras; *Diadema Repellini*, id.; *D. rotulare*, Ag.; *D. Grasi*, d'Orb., etc. Les mollusques univalves gastéropodes sont peu communs; on peut citer *Pterocera pelagi*, d'Orb. (Brongn. sp.); *P. tricarinata*, d'Orb.; *Natica bulimoides*, id., etc. Enfin, les céphalopodes sont assez rares; un gros nautilus (*Nautilus pseudo-elegans*, d'Orb.); et quelques ammonites (*Ammonites cryptoceras*, d'Orb.; *A. Carteroni*, id.) sont les seuls que l'on rencontre dans ces calcaires.

Ces fossiles et beaucoup d'autres espèces encore ont été trouvés dans les calcaires du Fontanil, grâce à l'exploitation active des carrières qui y sont ouvertes; on les retrouve, partiellement du moins, partout où se montre cette même assise; cependant, ils sont surtout abondants dans les localités un peu éloignées des Alpes centrales, et beaucoup moins dans le voisinage de celles-ci. Ainsi, les fossiles du Fontanil se retrouvent en partie à Noyarey (le Maupas), à la source sulfureuse de l'Echaillon, au pont Saint-Bruno en Chartreuse, dans la gorge de Crossey, etc.

Le développement le plus grand de ces calcaires est sur la ligne du Fontanil à Chambéry; ils forment un *crêt* très-saillant et très-marqué, qui commence aux carrières du Fontanil, s'élève entre le Chevallon et Saint-Martin de Cornillon, et constitue les cimes d'où descend la Roize, celle de la Sure (1923^m), les roches de la Petite-Vache, du pont Saint-Bruno, le sol des bois de l'Orcière, de ceux de Saint-Christophe-entre-deux-Guiers, etc. (pl. II, fig. 4 à 4, N¹, n^o 2; et fig. 5 à 11)

A l'ouest et au sud de cette ligne, les *calcaires du Fontanil* sont de même très-développés partout où les marnes néocomiennes inférieures manquent ou sont peu épaisses (Chaille, Crossey, les Balmes de Voreppe, l'Echaillon, Saint-Gervais, etc.). Dans les chaînes plus rapprochées des Alpes centrales, où ces marnes inférieures prennent un plus grand développement, les calcaires néocomiens inférieurs existent

encore avec une grande épaisseur, mais ils sont généralement plus marneux, d'un grain plus fin et pauvres en fossiles : tels sont les calcaires de la carrière de Pique-Pierre, près de Grenoble, les calcaires semblables que l'on trouve à Quaix, au-dessus du Sappey, de Saint-Pancrace, etc. ; au-dessus de Seyssins, etc.

3° *Calcaires roux*, à *Ostrea macroptera*, Sow. — Ces calcaires sont, en général, en bancs plus minces que les précédents ; ils sont roux, jaunâtres ou d'un gris foncé ; ils renferment souvent beaucoup de *silex* en rognons ou en bandes aplaties, de couleurs variables, souvent noirs. Ils se lient intimement aux précédents, et on pourrait les considérer comme n'en formant que l'assise supérieure. On peut les étudier au-dessus du Fontanil, sur le chemin qui conduit de Saint-Martin de Cornillon aux pâturages de Vararey et d'Urtières, puis sur toute la limite occidentale de ces prairies, dont le sol est formé par les assises supérieures à celle-ci. Certaines couches sont remplies de fossiles, difficiles à extraire, mais bien visibles sur la surface des bancs ; le plus caractéristique est une huître à test plissé, *Ostrea macroptera*, Sow. ; on y trouve encore : *Ostrea Couloni*, Defr. ; *Janira atava*, d'Orb. ; *Terebratula Carteroniana* d'Orb. ; *Pygurus rostratus*, Ag., etc.

Ces mêmes calcaires roux, plus ou moins siliceux, parfois un peu ferrugineux, sont très-constants et faciles à reconnaître sur une foule de points. Près de Grenoble, entre la carrière de Pique-Pierre et les vignes de la Buisserate, ils forment une série de couches dures, une saillie rocheuse très-marquée ; ils contiennent des *silex* et des fossiles dont le test est incrusté de silice : *Ostrea Couloni*, *Janira atava*, *Terebratula Carteroniana*, etc. On les retrouve au-dessus de Seyssins, à la Tour de Claix, à Pralanfrey (canton de Vif), où ils sont encore remplis d'*Ostrea macroptera* ; à Saint-Jean de Noyarey, à Saint-Ours, au-dessus de l'Echaillon, etc... Ils sont très-constants dans tout le massif de la Chartreuse, dans les montagnes du

Royans et du Vercors, et ils ne le sont pas moins, comme nous l'avons vu, dans la Basse-Savoie et le Jura. C'est, pour l'aspect des roches, un très-bon horizon géologique, qui termine nettement la série des calcaires néocomiens inférieurs.

4° *Couche chloritée*, à *Belemnites pistilliformis*, Bl., etc.

— Je désignerai sous ce nom une petite assise peu épaisse, mais bien distincte, en général, dans les environs de Grenoble et plusieurs autres points du département de l'Isère; elle est formée de calcaire un peu marneux, d'un gris clair, à cassure mate, rempli de petits grains verts d'un de ces silicates ferrugineux désignés sous le nom de *glauconie*, ou, improprement, sous celui de *chlorite*. Elle contient beaucoup de fossiles particuliers, parmi lesquels les céphalopodes dominant presque exclusivement : elle est souvent pétrie de bélemnites en forme de fuseau (*Belemnites pistilliformis* Bl., *B. subfusiformis*, d'Orb.), et contient toujours en même temps des ammonites, des nautilus, quelques gastéropodes, peu ou point de mollusques bivalves. Cette couche se voit un peu au-dessus de Narbonne, en montant vers la crête de Néron (pl. II, fig. 2, N¹, n° 4); en dessous de ce hameau, on ne la trouve qu'en débris dans les vignes, jusque sur le bord de la route; mais on peut y recueillir ses fossiles caractéristiques et spécialement *Belemnites pistilliformis*, Bl., *Ammonites cryptoceras*, d'Orb., *A. Leopoldinus*, id., *A. Astierianus*, id.; *Nautilus pseudo-elegans*, id.; *Pleurotomaria neocomiensis*, id. On la retrouve, avec les mêmes espèces, à Saint-Jean de Noyarey. Je crois que son existence est constante dans les massifs de la Chartreuse, de Lans, du Royans; mais elle est souvent masquée par les débris des assises supérieures et par la végétation. La localité où elle se présente avec le plus beau développement et les fossiles les plus nombreux est au-dessus de Saint-Pierre de Cherenne, canton de Pont-en-Royans (pl. III, fig. 1, N¹, n° 4). Outre les espèces ci-dessus citées, on y trouve : *Belemnites dilatatus*, Bl.; *B. polygonalis*, id.; *B. binervius*, d'Orb.;

Ammonites Grasianus, d'Orb. *A. incertus*, id. ; *A. ligatus*, id. ; *A. cassida*, id. ; *A. difficilis*, id. ; *A. radiatus*, Brug ; *A. Castellanensis*, d'Orb. ; *Aptychus Didayi*, Coq. ; *Hemicrinus Astierianus*, d'Orb. ; *Cidaris punctatissima* Ag., etc..... Ce gisement de fossiles est un des plus intéressants du terrain néocomien de nos contrées.

5° *Calcaires bleus à criocères et ammonites*. — Calcaires marneux, ou marno-sableux, d'un bleu ardoisé, devenant d'un brun jaunâtre par le contact de l'air ; souvent un peu siliceux ; se délitant par blocs arrondis. — Fossiles peu abondants : *Ammonites cryptoceras*, d'Orb. ; *A. radiatus*, Brug. ; *A. infundibulum*, d'Orb. ; *Nautilus neocomiensis*, d'Orb. ; et surtout, comme fossile caractéristique de cette assise, *Crioceras Duvalii*, Lév. Ici les céphalopodes à coquilles chambrées dominant encore de beaucoup ; toutefois, on trouve encore quelques gastéropodes et quelques bivalves : *Pleurotomaria neocomiensis*, d'Orb. ; *Trigonia carinata*, Ag. ; etc. — Environs de Grenoble : Chemin de la Buisserate à Narbonne ; Cornillon ; Saint-Jean de Noyarey. — Saint-Pierre de Cherenne, etc.

6° *Marnes à spatangues*. — Marnes et calcaires marneux, gris ou bleuâtres, à cassure terreuse, caractérisés par une grande abondance de cette espèce d'oursin désignée sous les divers noms de *Spatangus retusus*, Lam., *Toxaster complanatus*, Ag., *Echinospatagus cordiformis*, Breyn., d'Orb. Nous conservons le nom de *Toxaster complanatus*, comme étant le plus généralement adopté. Ce fossile est le plus abondant et le plus répandu de tous ceux du terrain néocomien ; il est le seul qu'on soit à peu près sûr de rencontrer partout où l'assise en question est à découvert. Parmi les localités où on le trouve à profusion, on peut citer : l'*Ermitage* de Néron, la cascade de la Chance, à Saint-Egrève ; Allières et Risset, près Claix ; le col de l'Arc ; Petit-Port, près Veurey ; la gorge du Nant, à Cognin ; Saint-Pierre de Cherenne,

Choranche, Echevis (route des Goulets); Saint-Nazaire en Royans, en sortant par la route de Romans, etc.; en général toutes les montagnes néocomiennes situées au nord du 45^e degré de latitude ou appartenant au bassin de la Bourne, jusqu'au fond du Vercors. Au contraire, dans le bassin de la Drôme, le Trièves, le bassin du Buech, etc., nous n'avons jamais rencontré ce fossile.

Plusieurs autres fossiles, diverses espèces d'oursins et de mollusques, se rencontrent habituellement avec le *Toxaster complanatus*, mais beaucoup moins abondamment. On peut citer surtout, dans les localités que nous venons d'énumérer : *Toxaster gibbus* Ag., qui n'est peut être qu'une variété renflée du *T. complanatus*; *Dysaster ovulum*, Ag.; *D. anasteroides*, Leym.; *Ostrea Couloni*, DeFr.; *Gervilia anceps*, Desh.; *Pholadomya elongata*, Münster.; *Panopæa neocomiensis*, d'Orb.; *P. Carteroni*, id.; *Pleurotomaria neocomiensis*, id., etc. On trouve encore assez souvent, dans les marnes à spatangues, quelques nautilus et ammonites de grande taille, *Nautilus neocomiensis*, d'Orb.; *Ammonites Leopoldinus*, d'Orb.; *A. cryptoceras*, id., etc.; c'est-à-dire quelques-unes des espèces de l'assise précédente.

Dans le type du terrain néocomien que nous décrivons ici, le *Toxaster complanatus* paraît exclusivement propre à cette assise de marnes et de calcaires marneux par laquelle se termine l'étage néocomien inférieur; il n'a jamais été rencontré dans les assises inférieures et moyennes de cet étage. Au-dessus des marnes à spatangues, qui forment en général des pentes douces, gazonnées ou boisées, souvent creusées en forme de combes, on trouve immédiatement une masse énorme de calcaires compactes, en rochers abrupts; ce sont les calcaires de l'étage néocomien supérieur, les calcaires à caprotines ou calcaires de Sassenage. Leurs couches inférieures sont, en général, jaunâtres et d'une structure un peu moins compacte que celles qui viennent au-dessus: on pourrait les regarder

comme représentant les *calcaires jaunes de Neuchâtel*; mais il n'y a pas lieu d'en faire une assise à part, soit au point de vue de la structure, soit sous le rapport des fossiles, qui y sont extrêmement rares.

§ 160. — L'étage néocomien inférieur présente, dans les environs de Grenoble, dans les massifs de la Chartreuse, de Lans, du Vercors et du Royans, une puissance d'au moins 500 mètres, et souvent beaucoup plus. Les diverses assises que nous venons de décrire correspondent, comme nous l'avons dit plus haut, les unes (1^{re} et 3^e subdivisions) au *type provençal*, les autres (2^e et 4^e subdivisions) au *type jurassien* du même étage. Les environs de Grenoble sont placés à la limite de contact de ces deux facies différents du terrain néocomien, et ils montrent, pour ainsi dire, l'enchevêtrement de leurs diverses assises. C'est ainsi que l'on voit que les *marnes néocomiennes inférieures* à *Belemnites latus*, *Ammonites neocomiensis*, etc., sont plus anciennes que les *calcaires néocomiens inférieurs* et les *calcaires roux* qui sont les premières assises du terrain néocomien dans le Jura.

En s'éloignant de Grenoble vers la Basse-Savoie et le Jura, les assises 1, 4 et 5 tendent à s'effacer, tandis que les assises 2, 3 et 6 persistent. Au contraire, en allant vers le midi, de Grenoble à la Croix-Haute, et de là dans les cantons limitrophes de la Drôme et des Hautes-Alpes, ces assises 2, 3 et 6 cessent d'être distinctes, tandis que l'assise 1 et les assises 4 et 5, confondues ensemble, se développent énormément et présentent une faune fossile de plus en plus riche, composée presque exclusivement de mollusques céphalopodes, comme nous l'avons vu ci-dessus.

Etage néocomien supérieur.

§ 161. — Dans les environs de Grenoble, dans les massifs

de la Chartreuse, de Lans, du Vercors, du Royans, et aussi dans la Basse-Savoie et le Jura, l'*étage néocomien supérieur* est presque entièrement formé de calcaires compactes, blancs ou un peu jaunâtres, en bancs épais, qui sont exploités pour pierres de taille et souvent susceptibles d'un beau poli: la *Pierre de Sassenage* est un excellent type de leur structure habituelle. Rarement, en Dauphiné, on y trouve des bancs de calcaires grenus, tendres, oolithiques ou à demi-crayeux; au contraire, ces variétés de structure se rencontrent fréquemment dans le département de l'Ain (Pierre de Seyssel) et dans la Provence (Apt, Orgon, Martigues). Ces variations de structure des calcaires *néocomiens supérieurs* sont analogues à celles que nous avons signalées dans les calcaires *coralliens* de l'Échaillon (§ 149).

Les *calcaires néocomiens supérieurs* sont ordinairement caractérisés par un genre de coquilles bivalves, de formes contournées, non symétriques, qui ont été désignées sous différents noms et auxquels nous conserverons ici celui de caprotines (*Caprotina*, d'Orb. *Prod.*). Le plus souvent ces coquilles sont tellement empâtées dans la roche qu'il est impossible de les en détacher; elles se distinguent seulement, à la surface et dans la cassure, par les coupes sinueuses de leur test, qui est épais et de structure fibreuse. Dans les calcaires néocomiens tendres, comme ceux de Seyssel et surtout ceux d'Orgon (Bouches du Rhône), on les extrait facilement en bon état de conservation. Les deux espèces les plus communes sont partout *Caprotina ammonia* d'Orb., et *Caprotina Lonsdalii*, id. D'après l'abondance de ces fossiles, les calcaires de l'*étage néocomien supérieur* sont désignés sous le nom de *calcaires à caprotines*.

Avec les caprotines, ces calcaires contiennent encore un certain nombre d'espèces de mollusques bivaies ou univalves, à coquilles épaisses, plusieurs genres d'oursins, souvent des polypiers; mais jamais on n'y trouve d'ammonites ni autres

céphalopodes à coquilles chambrées et à cloisons persillées; la présence de bélemnites y est excessivement rare et tout à fait exceptionnelle.

Les fossiles sont surtout abondants et variés dans des bancs jaunâtres ou d'un gris bleuâtre, qui alternent, à différents niveaux, avec les grandes assises de calcaires blonds compactes. Les espèces que l'on y rencontre le plus fréquemment sont *Pterocera pelagi*, d'Orb. (commun); *P. Beaumontiana*, d'Orb.; *Natica sublœvigata*, d'Orb.; *Cardium peregrinum*, id.; *Mitylus Fittoni*, id.; *Lima undata*, id.; *L. Orbignyana*, Math.; *Opis Isaræ*, Alb. Gr.; *Janira Deshayesiana*, d'Orb.; *Caprotina Lonsdalii*, id. (commun); *C. trilobata*, id.; *C. varians*, id.; *C. depressa*, id.; *C. Virginicæ*, Alb. Gr.; *Rhynchonella depressa*, d'Orb.; *R. lata*, id.; *Heteraster oblongus*, d'Orb.; *Pygaulus depressus*, Ag. (commun); *P. cylindricus*, id.; *Nucleolites Roberti*, Alb. Gr.; *Diadema carthusianum*, id.; *Cidaris malum*, id., etc.

Ces fossiles peuvent être recueillis assez facilement dans les blocs néocomiens qui forment l'amas des Côtes de Sassenage et que l'on exploite comme pierres de taille. Presque tous ceux qui ont une couleur jaunâtre ou bleuâtre renferment quelques-uns de ces fossiles plus ou moins fortement empâtés; les blocs de calcaire blanc ou d'un blond pâle, plus compacte et plus estimé comme pierre de taille, ne contiennent guère que des caprotines.

Sur divers points, les calcaires néocomiens supérieurs ont un facies *corallien* très-prononcé; ils sont alors pétris de polypiers à l'état de calcaire cristallin, et ils contiennent, en même temps, quelques fossiles particuliers, par exemple, *Nerinea Chamousseti*, d'Orb. (mont Granier, au-dessus de Chapareillan; le Peuil de Claix, près Grenoble; gorge des Grands-Goulets, en Vercors). Le calcaire néocomien rappelle alors complètement, par son aspect, le calcaire *corallien* de la série jurassique (§ 449). Un fait remarquable, c'est que, comme

ce dernier, il renferme, dans ce cas, des bancs de calcaire magnésien et même de *dolomie* grenue, cristalline. J'ai observé des couches de cette nature intercalées dans les *calcaires à caprotines* remplis de polypiers, à l'issue inférieure des Grands-Goulets, en Vercors, au Peuil et à la cascade d'Allières, près Grenoble, etc. Cette relation si fréquente des *dolomies* avec les bancs de polypiers en place, tend à montrer que l'action des êtres organisés n'a pas été étrangère à la production de ces sédiments magnésiens (voir § 149).

L'étage néocomien supérieur comprend une masse énorme de calcaires dont l'épaisseur totale atteint souvent cinq cents mètres dans les massifs de la Chartreuse, de Lans, du Vercors, etc. Leurs bancs épais et très-solides forment de grands escarpements qui donnent aux montagnes de ces pays leur physionomie caractéristique.

§ 162. — **Marnes à orbitolines** (1^{re} zone). — Dans la partie supérieure des *calcaires à caprotines*, ordinairement vers le tiers supérieur de leur épaisseur totale, on trouve généralement intercalée une assise peu épaisse de couches marneuses, grises, bleuâtres ou jaunâtres, contenant des fossiles spéciaux et variés. Les plus constants et les plus abondants sont de petites *orbitolines* de forme conique surbaissée (*Orbitolina conoïdea*, Alb. Gras), dont certaines couches sont comme pétries. Avec ces petits fossiles, on trouve *Heteraster oblongus*, d'Orb. (commun); *H. Couloni*, d'Orb.; *Pygaulus depressus*, Ag.; *P. cylindricus*, id.; *Nucleolites Roberti*, Alb. Gras; *Codiopsis alpina*, id. (rare); *Diadema carthusianum*, id.; *D. Repellini*, id.; *Salenia personata*, Ag., ou plutôt espèce voisine (1); *Caprotina ammonia*, d'Orb. (var.

(1) Voir la description donnée par M. Albin Gras, *Catal. des foss. de l'Isère*; *Bull. de la Soc. de Stat.*, 2^e série, t. II, p. 36.

minor); *C. depressa*, id.; *Terebratula prælonga*, Sow.; *T. Moutoniana*, d'Orb.; *Janira atava*, id.; *Cardium peregrinum*, id.; *Natica prælonga*, id.; *Pterocera pelagi*, id.; etc.

La localité où ces couches marneuses contiennent les fossiles les plus variés est celle de Côte-Peillard, sur l'ancien chemin de Saint-Laurent du Pont à la Chartreuse, au-dessus de l'OEillette. On les retrouve avec des caractères analogues et des fossiles plus ou moins abondants sur un grand nombre de points : en descendant du Haut du Seuil à Saint-Bernard, au-dessus de la Terrasse; aux carrières de Roche-Pleine, sur Saint-Égrève; à Fontaine (clos Michal); aux balmes de Clémentière, entre Sassenage et Noyarey; au-dessous du pas de l'Échelle, entre Saint-Gervais et Rencurel; aux deux tiers de la montée des Rages, entre Rencurel et Villard de Lans; entre Bois-Barbu et Valchevrière, près Villard de Lans, etc. Dans toutes ces localités, les *marnes à orbitolines* sont intercalées à peu près *au tiers supérieur* de l'épaisseur totale des *calcaires à caprotines*.

A Voreppe, cette assise marneuse fossilifère est aussi bien distincte et placée entre deux masses de calcaires à caprotines. La masse supérieure, dont l'épaisseur est incomparablement moindre que celle de la masse inférieure, forme la pente rocheuse sur laquelle monte en lacets la route de la Placette. Cette assise ne contient que des caprotines de petite taille (*C. Lonsdalii*), peu abondantes : les couches, qui plongent à l'est jusque dans le lit de la Roize, sont coupées à l'ouest en abrupt et dominant un petit plateau incliné, boisé et cultivé (clos Massarel). Ce petit plateau est formé par les couches marneuses, reposant sur la masse inférieure des calcaires à caprotines. En allant de l'est à l'ouest, on reconnaît la succession suivante, de haut en bas :

1° Calcaire blanc à petites caprotines, comme nous venons de l'indiquer (fig 24, N^o b);

2° Calcaire jaune compacte, en bancs minces, et calcaires marneux jaunâtres, pétris d'orbitolines (*O. conoïdea*);

3° Couches à coquilles brisées (huîtres, etc.), ou lumachelles grises ou jaunâtres;

4° Marnes grises ou jaunâtres, formant le sol cultivé du petit plateau; *Terebratula tamarindus*, Sow.; *Salenia personata*, Ag. (esp. nouv. voisine du); *Heteraster oblongus*, d'Orb.; serpules, pholadomyes, débris de crustacés, etc. (fig. 21, o);

5° Couches de lumachelles jaunes et couches marneuses grisâtres ou jaunâtres; les inférieures sont remplis de fossiles très-empâtés et mal conservés: *Ostrea macroptera*, Sow.; *Pleurotomaria pailleteana*, d'Orb. (?); *Terebratula prælonga*, id.; etc.;

6° Calcaire blond compacte en gros bancs, exploité comme pierre de taille et contenant beaucoup de caprotines: *Caprotina ammonia*, *C. Lonsdalii*, *Pygaulus cylindricus*, etc. Il forme le bord d'un grand escarpement dominant immédiatement la plaine (fig. 21, N² a).

En sortant de Voreppe par la grande route et prenant l'ancien

N O. Montagne de Raz, 941^m.

S.E.

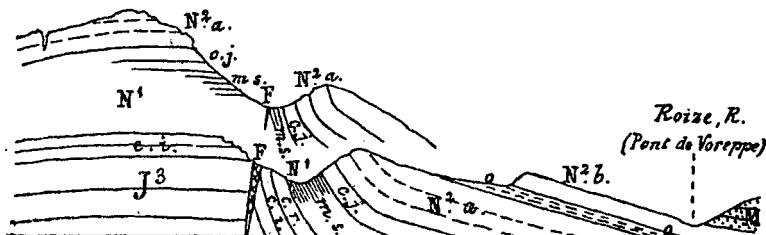


FIG. 21. — Aspect géologique des Balmes de Voreppe et de la montagne de Raz, située sur un plan plus reculé au nord-est; échelle $\frac{1}{25,000}$. — J³, calcaire corallien (§ 149); — N¹ étage néocomien inférieur: e.t., calcaires néocomiens inférieurs; c., calcaires roux; m.s., marnes à spatangues; c.j., calcaires jaunes (§ 158); — N², étage néocomien supérieur: a, calcaires à caprotines, assise inférieure; o, couches à orbitolines, etc., détreillées ci-dessus; b, calcaires à caprotines, assise supérieure; — M, molasse. — F, faille.

chemin de Voiron, on rejoint les couches inférieures de cet escarpement; on voit que les calcaires à caprotines reposent sur des calcaires jaunâtres (*calcaires jaunes de Neuchâtel*, § 158); puis on trouve une *combe* ravinée formée par des marnes grises où abonde le *Toxaster complanatus*, Ag.; puis les autres assises de l'étage néocomien inférieur, comme en face, à la source sulfureuse de l'Échaillon (page 293). Mais ici les calcaires néocomiens inférieurs, bleus et jaunes ou grisâtres, au lieu de reposer sur le calcaire *corallien*, en sont séparés par une fracture ou *faille* à bords très-nets, dirigée du sud-ouest au nord-est, et qui détache la colline que nous venons d'examiner de la masse de la montagne de Raz.

A Veurey, le prolongement des assises néocomiennes de Voreppe présente aussi un assez grand développement de calcaires jaunes, en couches minces, pétris de débris coquilliers et entremêlés, à deux niveaux différents, de lits marneux presque entièrement formées d'*orbitolines*. Ce groupe de couches repose sur la grande assise des calcaires à *Caprotina ammonia*, qui domine le Petit-Port et qui va former la crête de la Dent de Moirans (Pl. II, fig. 4). D'autre part, entre les hameaux du Béril et du Petit-Châtelard, et mieux encore dans le lit de la Varaize, on voit que ces couches jaunâtres à *orbitolines* sont recouvertes par une assise très-peu épaisse de calcaire blanc cristallin, rempli de débris d'oursins. Immédiatement au-dessus, vient la *mollasse*, en partie à l'état de poudingue. La masse supérieure des calcaires à caprotines de Voreppe manque ici, ou n'est représentée que par cette petite assise de calcaire blanc cristallin.

§ 163. — **Marnes à orbitolines** (2^e zone). — Au-dessus des dernières couches de calcaires compactes à caprotines, on voit apparaître, dans quelques localités, une deuxième zone de couches marneuses à orbitolines, caractérisée par plusieurs fossiles qui paraissent lui être spéciaux. L'espèce la plus com-

mune est encore la petite *Orbitolina conoïdea*, Alb. Gras; elle est accompagnée d'une autre plus large, aplatie, *Orbitolina discoïdea*, id., et d'une grande variété de fossiles, surtout de plusieurs espèces d'oursins.

Cette assise supérieure de marnes à orbitolines est surtout bien distincte aux Ravix, près Villard de Lans, et au Rimet, commune de Rencurel; on la retrouve encore à Bois-Barbu, près Villard de Lans, et au Fat, commune de Saint-Pierre de Cherenne; elle paraît, d'ailleurs, ne subsister que dans un petit nombre d'endroits et manque, par exemple, constamment dans tous les environs de Grenoble, le massif de la Chartreuse, etc.

Au Rimet, cette assise consiste en marnes grumeleuses, grisâtres, et calcaires marneux, souvent pétris d'*orbitolines*, dont l'ensemble peut avoir environ quinze mètres d'épaisseur; ces couches (o, pl. III, fig. 4), en partie ravinées et dégradées, revêtent la pente du coteau, immédiatement au-dessus du hameau; elles reposent manifestement, en parfaite concordance, sur des calcaires remplis de caprotines et de polypiers bien conservés. Vers la limite des deux assises, on trouve souvent des orbitolines adhérentes au *Caprotina Lonsdalii*, au *Janira atava*, etc. Les couches plongent d'environ 20° vers l'est; dans le bas du hameau, les marnes à orbitolines sont recouvertes immédiatement par le *gault* (g); et les fossiles de ces diverses assises, entraînés par les eaux, se rencontrent souvent mélangés.

A la ferme des Ravix, située à un kilomètre et demi à l'ouest du Villard de Lans (pl. III, fig. 4), les *marnes à orbitolines*, (o), sont encore plus développées qu'au Rimet; elles forment le sol d'une petite *combe* cultivée, ouverte par la rupture des couches du *gault* (g) et de la *craie* inférieure et moyenne (c¹ et c²). En venant du Villard, on traverse d'abord les assises de la *craie*, coupées par la Bourne, qui tourne au nord en creu-

sant son lit dans la *craie inférieure* sableuse c¹ (voir § 179) ; puis on rencontre, sur l'autre rive, une petite crête formée par le *gault* G (§ 174), au-dessous duquel apparaissent des couches marneuses grises ou bleuâtres, o, entamées par un petit ravin et se prolongeant au nord, sous la ferme. Ces marnes renferment abondamment les deux espèces d'orbitolines (*Orbitolina conoïdea* et *O. discoïdea*) et une petite térébratule plissée, *Rhynchonella Bertheloti*, d'Orb., spéciale à cette localité ; on y trouve en outre, plus ou moins abondamment, une douzaine d'espèces d'oursins et de mollusques qui, presque tous, existent également au Rimet.

La déchirure qui met à nu les *marnes à orbitolines*, à la ferme des Ravix, ne montre pas de couches inférieures à ces marnes. Mais si l'on continue à marcher vers l'ouest, en montant légèrement, jusqu'au hameau des Olivots, on suit le *gault* G, recouvert, à droite, par les sables verts de la *craie inférieure* c¹ ; et l'on voit, à quelques pas du hameau, le *gault* reposer *immédiatement*, comme l'indique notre coupe (pl. III, fig. 1), sur les *calcaires à caprotines* n², qui forment l'encaissement de la Bourne. Ici, les *marnes à orbitolines* n'existent plus ; elles doivent finir en s'amincissant, entre les Ravix et les Olivots ; et dès lors le *gault* repose immédiatement sur les *calcaires à caprotines*. Il en est de même, sur l'autre rive, à Méaudret, et sur tout le chemin qui conduit au pas des Rages, en suivant presque toujours le contact du *gault* et des calcaires néocomiens.

Dans la direction du sud, les couches à orbitolines des Ravix se prolongent un peu et reparaissent, à un kilomètre environ, près du hameau de Bois-Barbu, où elles renferment encore une assez grande variété de fossiles.

La coupe pl. III, fig. 1, montre la position des trois gisements où se rencontre cette assise (o) la plus élevée du terrain néocomien, aux Ravix, au Rimet et au Fat. Partout ailleurs, cette petite assise, si intéressante par ses fossiles, paraît man-

quer ou avoir été emportée par dénudation avant le dépôt du *gault* ; et alors celui-ci repose immédiatement sur les *calcaires à caprotines*.

Les fossiles du Rimet, des Ravix, etc., ont été énumérés et presque tous décrits par Albin Gras dans sa *Description des Oursins fossiles du département de l'Isère*, et son *Catalogue des fossiles de l'Isère* (*Bull. de la Soc. de statist.*, 1^{re} série, t. 4, et 2^e série, t. 2). Voici la liste des espèces rencontrées dans les *marnes à orbitolines supérieures* ; plusieurs paraissent propres à cette assise ; la plupart lui sont communes avec les *marnes à orbitolines de la zone inférieure*. Outre les espèces ci-dessous, il y a encore beaucoup de polypiers et de bryozoaires non déterminés.

FORAMINIFÈRES. — *Orbitolina conoïdea*, Alb. Gras, (*Catal.* 1882).
Orbitolina discoïdea, id. (*ibid.*).

ECHINIDES. — *Cidaris malum*, Alb. Gras. — Le Rimet, le Fat. — se retrouve dans les *marnes à orbitolines inférieures*, à Veurey ; dans les *calcaires à caprotines* à Miribel, près Saint-Laurent du Pont.

Piquants de *Cidaris rysacantha*, Alb. Gr. ; *C. heteracantha*, id. ; *C. stylophora*, id. ; *C. erinaceus*, id. ; *C. unionifera*, id. — Le Rimet, les Ravix, le Fat.

Diadema pseudo-hemicidaris, id. — Les Ravix (très-rare).

D. dubium, id. — Le Rimet (rare).

Cyphosoma Loryi, id. (*Catal.*). — Le Rimet (rare).

Salenia personata, var., id., (ou esp. nouvelle). — Le Rimet, le Fat, les Ravix (assez commun). — Dans la zone à *orbitolines infér.*, à Voreppe (§ 162).

Goniopygus delphinensis, id. — Le Rimet (assez commun). — Dans les *calcaires à caprotines*, à Sassenage.

Arbacia pulchella, id. — Le Rimet (rare).

Echinus rotundus, id. — Le Rimet (assez commun).

E. Theveneti, id. — Le Rimet (rare).

Pygaster truncatus, Ag. (?) ou espèce voisine. — Le Rimet (rare).

Pyrina cylindrica, Alb. Gr. — Le Rimet, les Ravix, le Fat (assez commun).

Toxaster Collegnii, Sism. (*T. micrasteriformis*, Alb. Gr.) — Le Rimet, les Ravix (rare).

Heteraster Couloni, d'Orb. (*Toxaster Bertheloti*, Alb. Gr.) — Le

Rimet, les Ravix. — Dans la zone à orbitolines infér., à Saint-Jean de Couz (Savoie), au Grand-Som (versant est).

Holaster subcylindricus, Alb. Gr. — Les Ravix (très-rare).

H. bisulcatus, var. *major*, id. — Les Ravix (rare; espèce douteuse).

MOLLSQUES. — *Terebratula sella*, Sow. — *T. Moutoniana*, d'Orb. — *T. Carteroniana*, id. — *T. prælonga*, Sow. — *T. tamarindus*, id. — Le Rimet, les Ravix, le Fat.

Rhynchonella Bertheloti, d'Orb.; les Ravix, très-commun. — *R. lata*, d'Orb.; le Rimet. — *R. depressa*, d'Orb.; ibid.

Caprotina ammonia, d'Orb.; var. *minor*. — Le Rimet.

C. Lonsdalii, id. — Le Rimet; commun et bien conservé.

C. depressa, id. — Le Rimet, le Fat.

C. Virginiae, Alb. Gr. — Le Rimet, le Fat.

Janira atava, d'Orb. (var.) — Le Rimet (commun).

Lima undata, d'Orb. — Le Rimet (rare).

Corbis corrugata, d'Orb. — Les Ravix.

Plicatula radiola, d'Orb. — Les Ravix.

Ammonites Martinii, d'Orb. (?) — Le Rimet, les Ravix.

Nautilus plicatus, Sow. — Le Rimet, les Ravix.

Belemnites semi-canaliculatus, Bl. (?) — Les Ravix.

Ces quatre dernières espèces (dont deux n'ont été trouvées qu'en trop mauvais état pour être déterminées sûrement) ne se rencontrent pas habituellement dans le terrain *néocomien*, mais bien dans les marnes *aptiennes* dont nous parlerons ci-dessous. Ainsi, les couches marneuses à orbitolines du Rimet et des Ravix, qui terminent la série des assises *néocomiennes*, contiennent quelques fossiles qui tendent à établir leur liaison avec les marnes *aptiennes*. D'après cela, Albin Gras (*Catal.* 1852) a cru y trouver un équivalent de l'*étage aptien* et il répartit les fossiles du Rimet et des Ravix en deux séries, les uns comme *néocomiens*, les autres comme *aptiens*. Mais les couches qui renferment les quatre espèces incontestablement *aptiennes* ne nous ont pas paru distinctes de celles qui contiennent l'*Orbitolina conoidea* et les diverses espèces d'oursins communes avec la zone à orbitolines inférieure. Nous retrouverons bientôt (§ 167) des exemples analogues de l'association des orbitolines avec quelques fossiles *aptiens* et surtout

avec des bélemnites qui paraissent être aussi le *Belemnites semi-caniculatus*, Bl. En réalité, les marnes du Rimet et des Ravix se lient intimement au terrain néocomien et la grande majorité de leurs fossiles, même dans leurs couches supérieures, appartient à ce terrain. Ces marnes diffèrent complètement des marnes *aptiennes*, que nous rencontrerons bien développées dans les parties méridionales du Dauphiné, mais qui paraissent manquer constamment dans le département de l'Isère.

§ 164. — Les *calcaires à caprotines*, accompagnés des minces assises à *orbitolines* que nous venons de décrire, présentent constamment un grand développement et des caractères uniformes dans les massifs de la Chartreuse, de Lans, du Royans et du Vercors; ils forment toutes les crêtes principales et presque tous ces grands plateaux rocheux, nus ou boisés, qui entrent pour une si forte part dans la superficie de ces pays, des deux derniers surtout.

Ces calcaires sont très-compactes et ne se dégradent que très-lentement par l'action des agents atmosphériques; mais ils sont toujours plus ou moins fendillés et crevassés, de telle sorte que les eaux ne séjournent point à leur surface et s'infiltrent rapidement dans les crevasses, jusqu'à ce qu'elles rencontrent une assise marneuse qui les arrête. Presque toutes les eaux pluviales qui tombent sur les plateaux formés par les calcaires à caprotines passent ainsi à travers toute l'épaisseur de ces calcaires et viennent se rassembler sur la surface des *marnes à spatangues*, partie supérieure de l'étage néocomien inférieur; puis elles ressortent en sources volumineuses et souvent intarissables, dont les positions sont déterminées par les inflexions des couches néocomiennes. En traversant les *calcaires à caprotines*, les eaux pluviales, par l'acide carbonique qu'elles contiennent, dissolvent de petites quantités de calcaire et agrandissent ainsi sans cesse les fissures et les crevasses; en

se rassemblant dans quelque crevasse principale des assises inférieures, elles ont pu, dans beaucoup de cas, y creuser des grottes d'une étendue considérable, d'où sortent constamment, ou par intermittence, des sources d'un volume remarquable. Telles sont, dans les montagnes de la Chartreuse, les sources du Guiers-Vif et du Guiers-Mort, alimentées par les pluies et les neiges de la chaîne du Haut-du-Seuil. Presque toutes les grottes qui ont une certaine célébrité, dans les massifs de la Chartreuse, de Lans, du Vercors et du Royans, sont situées dans les *calcaires à caprotines*. On peut citer, entre autres, le *Trou du Glaz*, sur la montagne du Petit-Som, les *glacières* de Proveysieux, de Corençon; celle de Fondeurle, en Vercors; etc.

Dans les parties basses des grands plateaux du Vercors (Lente, Vassieux, etc.), on voit souvent les crevasses des calcaires néocomiens converger vers des entonnoirs, ou fontis, désignés sous le nom de *scialets*, où les eaux s'englouissent. Pendant les grandes pluies, il arrive quelquefois qu'un *scialet* est insuffisant pour absorber l'eau qui se rassemble dans une partie basse du plateau; il se forme un lac temporaire, dont le niveau s'exhausse jusqu'à la rencontre d'un *scialet* placé plus haut. Ces faits ont été étudiés, dans le Vercors, par MM. Fournet et Duval. (M. Fournet, *Bull. de la Soc. géol.*, 2^e série, t. xi, p. 734). M. Rozet a aussi décrit ces entonnoirs qui ont souvent, dit-il, cent mètres de large et dont la profondeur varie entre dix et cinquante mètres. Tantôt les couches calcaires se relèvent autour du trou, d'autrefois on les voit plonger vers l'intérieur. Plusieurs de ces ouvertures ont un gouffre dans lequel les eaux se précipitent; dans ceux qui n'ont pas de gouffre, il doit exister des fentes au-dessous de la pelouse du fond, car les eaux ne s'accumulent dans aucun. (*Bull. de la Soc. géol.*, 2^e série, t. I.)

Quand les calcaires à caprotines sont très-compactes et stratifiés par bancs très-épais, comme c'est le cas général dans les massifs de la Chartreuse, de Lans et de la majeure partie du

Royans et du Vercors, la surface des plateaux ou des pentes formées par ces calcaires est sillonnée de crevasses à parois corrodées, que la dissolution lente par l'eau chargée d'acide carbonique tend à agrandir incessamment. Dans ces crevasses s'accumule la petite quantité de résidu insoluble que peuvent fournir ces calcaires et qui consiste généralement dans une terre argilo-ferrugineuse, dépourvue de carbonate de chaux. Telle est l'origine du sol forestier qui supporte les plus belles parties des forêts de la Chartreuse, du Vercors, etc., situées principalement sur le calcaire à caprotines. Lorsque ces pentes sont déboisées, les pluies entraînent rapidement cette petite quantité de terre végétale, dont la formation était l'œuvre d'une longue suite de siècles; la surface des calcaires reste nue et crevassée, condamnée dès lors à une stérilité perpétuelle. Aussi cette nudité, ces crevasses multipliées et béantes, si frappantes dans les crêtes néocomiennes qui s'élèvent au-dessus de la végétation forestière (Grand-Som, Haut-du-Seuil, Moucherolle, etc.), se remarquent beaucoup trop fréquemment dans des montagnes bien moins élevées, qui ont été imprudemment déboisées et qui le sont désormais sans remède.

Dans les parties sud du Royans et du Vercors (plateaux du Chaffal, d'Ambel, cols de Vassieux et de Rousset, pacages de Prapeyret, du Veymont, etc.), les calcaires à caprotines deviennent généralement moins compactes et d'une structure un peu plus grenue; alors ils se divisent par des fendillements plus nombreux et moins profonds, et la surface des plateaux, au lieu d'être entrecoupée de crevasses ou jonchée de gros blocs, est composée de fragments anguleux, d'un volume variable, mais généralement assez petits pour qu'on puisse les déplacer avec la main. Ces plateaux sont boisés ou gazonnés dans les parties où la végétation a été respectée (montagne d'Ambel, etc.); ils sont d'une stérilité désolante dans les parties déboisées (plateaux à l'O. du Chaffal, pacages du Veymont, etc.).

§ 165. — **Variations de structure et de développement de l'étage néocomien supérieur.** — La différence que nous signalons ici dans la structure des calcaires néocomiens supérieurs, en passant des parties nord aux parties sud du Royans et du Vercors, est le premier indice des modifications considérables ou de la suppression complète que l'étage néocomien supérieur éprouve un peu plus au midi. Dans la direction du sud-est, cet étage va en se modifiant et en diminuant graduellement de puissance dans les massifs de la Croix-Haute et du Dévoluy. Dans la direction du sud-ouest, il s'arrête à six kilomètres au nord de Crest, au bord du plateau du Chaffal et à l'extrémité sud de la chaîne de Raye.

On ne le retrouve plus, au sud de la vallée de la Drôme, qu'après une interruption de plus de quarante kilomètres, et seulement dans quelques collines voisines du Rhône, entre Montélimar et Pierrelatte. Il reparait subitement dans ces localités avec ses caractères ordinaires et des caprotines très-abondantes ; il forme les roches de Reaucoule, entre Allan et Roussas ; celles de Notre-Dame de Montchamp, de Rac et de Châteauneuf du Rhône. Entre ces dernières et les roches semblables de Viviers (Ardèche), le Rhône est resserré dans une coupure étroite, connue sous le nom de *Robinet de Donzère*. Un peu plus bas, le calcaire à caprotines forme encore le rocher isolé de Pierrelatte ; ce rocher, entouré de toutes parts par les *alluvions* de la vallée du Rhône, est un dernier *témoin* de la continuité qui existe, sans doute, par-dessous ces alluvions, entre les calcaires à caprotines du midi de la Drôme et les calcaires semblables si développés dans toute la Basse-Provence (Avignon, Fontaine de Vaucluse, Apt, Orgon, Martigues, environs de Marseille, etc.) où ils ont une puissance aussi grande que dans les massifs de la Chartreuse et du Vercors.

§ 166. — Revenons à ce dernier massif, pour suivre les

variations de l'étage néocomien supérieur dans la direction du sud-est, vers la Croix-Haute et le Dévoluy.

La grande formation des *calcaires à caprotines*, qui constituent presque entièrement cet étage aux environs de Grenoble, existe encore avec toute sa puissance dans les magnifiques escarpements de la Moucherolle et du Grand-Veymont; elle forme la masse abrupte du Mont-Aiguille, où elle paraît conserver encore, en grande partie, son aspect ordinaire et ses fossiles caractéristiques. Mais, à partir de ce point, sur la commune de Chichiliane, on observe une diminution brusque de puissance et surtout un changement complet dans la nature et la structure de cet étage; par suite aussi, dans la physionomie des crêtes qui en sont formées. A l'est de Chichiliane, l'étage néocomien supérieur se compose principalement de calcaires grenus grisâtres, fortement magnésiens et qui passent même souvent à une véritable *dolomie* caverneuse et cristalline. Cette dernière variété de roche, dont on trouve de grands blocs éboulés dans le vallon de Chichiliane, y est exploitée comme pierre de taille; son analyse m'a donné, sur 100 parties, 54,2 de carbonate de chaux, 37,2 de carbonate de magnésie et 8,6 de résidu argilo-siliceux, insoluble dans les acides.

Les mêmes caractères minéralogiques se retrouvent dans les calcaires néocomiens supérieurs du col de Menée et des vastes plateaux rocheux compris entre Chichiliane et Châtillon en Diois. Tout le vallon de Nonières et de Menée, les gorges d'Archiane, etc., qui y débouchent, sont encaissés dans ces calcaires magnésiens grisâtres, de structure grenue, sans fossiles, qui remplacent les calcaires à caprotines.

Ces mêmes calcaires se prolongent, en diminuant de puissance, par le col de la Croix-Haute et à travers les communes de Lus, de Glandageet de Saint-Julien en Beauchêne. Par suite de leur amincissement graduel et du développement que prennent, dans ces mêmes localités, les étages crétacés qui les recouvrent (marnes *aptiennes* et groupe de la *craie*), les calcaires

néocomiens supérieurs ne sont plus ici, comme dans le Vercors, l'élément principal de la configuration du sol; ils ne forment plus que des plateaux rocheux d'une faible largeur ou des crêtes étroites et déchiquetées, dont les escarpements sont peu élevés et peu continus, et qui ne sont que d'une importance très-secondaire dans le relief du pays: les grandes masses rocheuses appartiennent principalement au groupe de la *craie*.

§ 167. — On peut étudier facilement ces caractères des calcaires néocomiens supérieurs, réduits à une épaisseur de cent mètres au plus, dans plusieurs des crêtes du territoire de Saint-Julien en Beauchêne; ils forment, par exemple, la crête qui règne entre la combe de Durbon (*néocomien inférieur*) et celle de Rioufroid (marnes *aptiennes*), et qui se prolonge, de l'autre côté du Buech, entre la combe de Vaunières et celle du Rose. Les couches sont coupées par le Buech, à un kilomètre en aval de la limite du département des Hautes-Alpes (fig. 22).

Nord.

Sud.

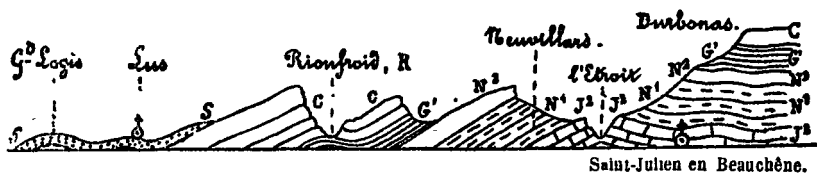


FIG. 22. — Coupe de Lus la Croix-Haute à Saint-Julien en Beauchêne; échelle $\frac{1}{80,000}$ — S, sables et argiles tertiaires; C, groupe de la craie; G' marnes aptiennes; N², néocomien supérieur; N¹ néocomien inférieur; J², calcaire oxfordien de la Porte de France.

En ce point, l'étage néocomien supérieur N² se compose de couches généralement peu épaisses, de caractères très-divers. Les unes sont des calcaires grenus, grisâtres, contenant souvent des rognons et des veines de silex; beaucoup d'entre eux

sont remarquables par leur grande densité: ce caractère et leur aspect rugueux peuvent faire supposer qu'ils sont *magnésiens*, ce que l'analyse confirme; dans quelques-uns, la proportion de magnésie approche de celle d'une vraie *dolomie*. D'autres couches sont des calcaires également grenus ou à demi oolithiques, pétris de débris de fossiles. On y distingue des débris d'encrines, de petits bryozoaires, diverses térébratules, et surtout de petites orbitolines (*Orbitolina conoïdea*), qui sont ici, par leur constance et leur abondance, les véritables fossiles caractéristiques de l'étage néocomien supérieur. Ainsi, les couches dont se compose cet étage, dans la localité qui nous occupe, correspondent surtout aux minces assises à orbitolines que nous avons décrites dans les environs de Grenoble et du Villard-de-Lans (§ § 162 et 163); tandis que les grandes masses des calcaires à caprotines sont remplacées ici par des assises, beaucoup moins puissantes, de calcaires magnésiens sans fossiles.

On trouve aussi, intercalées dans ces calcaires de l'étage néocomien supérieur, quelques couches de marnes, de teintes plus foncées, souvent d'un noir bleuâtre; sur la rive droite du Buech, j'y ai recueilli le *Rhynchonella lata*, d'Orb., qui existe aussi dans les couches calcaires, et des fragments de bélemnites (probablement *B. semicanaliculatus*, Bl.) qui indiquent un passage de cet étage à celui des *marnes aptiennes*, dans lesquelles est creusé le vallon du Rose (voir plus bas § 171).

Si l'on passe de Saint-Julien-en-Beauchêne à la Cluse en Dévoluy, on marche, pendant la majeure partie du trajet, sur l'étage néocomien inférieur, conforme au type que nous avons décrit précédemment (§§ 155 et 156): dans les hauteurs, il supporte des crêtes étroites formées par les calcaires néocomiens supérieurs tels que nous venons de les décrire. En arrivant à la Cluse, on observe, dans la coupure à laquelle ce village doit son nom, une suite très nette des terrains crétacés (fig. 23). L'étage *néocomien inférieur* N¹ y est encore très-puissant et conforme

au type de Saint-Julien; il repose sur un affleurement peu saillant et peu étendu de calcaire *oxfordien* J_2 . L'étage *néocomien supérieur* N^2 n'a pas 50 mètres d'épaisseur; il est formé surtout de calcaires grenus, de teintes diverses, claires ou foncées, les uns magnésiens et sans fossiles, d'autres remplis de débris atténués de divers fossiles: les dernières couches sont bréchiformes, noduleuses et renferment beaucoup d'orbitolines (*O. conoïdea*), avec de petits bryozoaires et le *Belemnites semicanaliculatus*, Bl. Immédiatement au-dessus vient l'assise des marnes *aptiennes* G' , d'un bleu foncé, avec beaucoup de *Belemnites semi-canaliculatus* et quelques ammonites à l'état de moules pyriteux indéterminables; puis une série très-épaisse C de grès, de calcaires sableux, de calcaires remplis de silex, qui appartiennent au groupe de la *craie* et sur lesquels nous reviendrons plus loin.

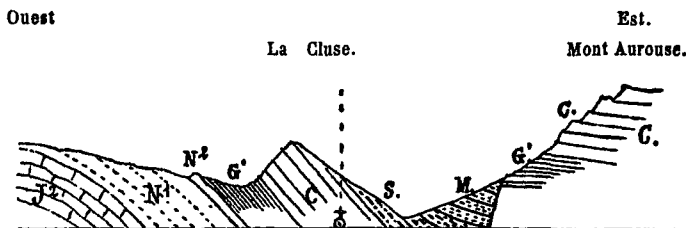


FIG. 23. — Coupe de la gorge de la Béous, à la Cluse en Dévoluy, et de l'escarpement occidental du Mont Aurous; échelle $\frac{1}{60,000}$ — J^2 , calcaire jurassique oxfordien; N^1 , étage néocomien inférieur; N^2 , étage néocomien supérieur; G' , marnes aptiennes, C , calcaires du groupe de la craie; S , sables et argiles d'eau douce; M , mollasse sableuse.

En descendant la Béous, de la Cluse à Montmaur, on retrouve, à l'entrée et à la sortie du *cirque* de Vaulx, deux coupes qui montrent exactement la même série d'étages: le néocomien supérieur y est encore moins épais que dans la localité précédente. Enfin, entre Montmaur et Veynes, on traverse de nouveau la série des étages crétacés, reposant, à

Veynes, sur le *calcaire de la Porte de-France* ; mais l'étage *néocomien supérieur* paraît ici *manquer* entièrement entre l'étage *néocomien inférieur* et celui des marnes *aptiennes*, très-développés l'un et l'autre.

Ainsi, en résumé, en passant du Vercors au Dévoluy, l'étage néocomien supérieur diminue constamment de puissance et finit par disparaître aux environs de Veynes : dans cette phase d'amointrissement progressif, les calcaires à caprotines sont remplacés par des calcaires magnésiens et même de vraies dolomies, sans fossiles, qui s'amincissent de plus en plus ; les couches à orbitolines, correspondant à celles du Rimet et des Ravix, de Voreppe, etc. (§ 162), conservent en partie leurs caractères et leurs fossiles, et l'*Orbitolina conoïdea* devient véritablement le fossile caractéristique de l'étage, dans son état d'extrême amointrissement. Comme aux Ravix (§ 163), ces couches à orbitolines offrent des caractères de *passage* aux *marnes aptiennes* et contiennent le *Belemnites semicanaliculatus*, le fossile le plus abondant de ces marnes. Celles-ci semblent constamment prendre un développement de plus en plus grand, à mesure que l'étage néocomien supérieur se réduit de plus en plus.

§ 168. — En général, dans toute la partie du Dauphiné située au sud du cours de la Drôme et de la route de Valence à Gap par le col de Cabre et Veynes, l'étage *néocomien supérieur* *manque* ou n'est représenté que d'une manière rudimentaire. Le plus souvent les marnes aptiennes (G') reposent immédiatement sur les *calcaires à criocères et ancylocères* (environs de Serres, du Buis, de Nyons, de Saou, etc.) D'autres fois, comme à la Charce (§ 157), on trouve au-dessus de ces derniers une faible épaisseur de calcaires plus ou moins magnésiens ou contenant des orbitolines. Des couches semblables existent à la partie supérieure des calcaires à criocères aux environs de Vesc, de Crupies, entre Dieulefit et la Motte-

Chalancon : on peut surtout les étudier près de l'issue de la cluse étroite par laquelle le Roubion sort des montagnes de Bouvières et débouche à Crupies. Ce sont des calcaires bleuâtres ou jaunâtres, plus ou moins grenus, quelquefois un peu oolithiques et formés en majeure partie de débris de petits fossiles, ce qui leur donne la structure de *lumachelles* : on y remarque des orbitolines (*O. conoïdea*), des débris d'encrines, de piquants d'oursins, de petits polypiers, de petites coquilles brisées indéterminables ; ce sont évidemment des dépôts formés dans des eaux très-peu profondes et agitées par des courants. Les orbitolines et quelques autres fossiles, surtout un oursin (*Pygaulus depressus*, Ag.) trouvés au Châtelard de Vesc, par M. l'abbé Soulier, rapprochent ces couches de lumachelles des couches à orbitolines intercalées dans les calcaires à caprotines (§ 162). Mais ces lumachelles alternent à diverses reprises avec des calcaires compactes à pâte fine, contenant des ammonites, des ancylocères, le *Scaphites Yvani*, etc. ; de sorte qu'on ne peut pas les séparer de l'étage néocomien inférieur pour en former un étage distinct. Cette liaison intime et, d'autre part, la faible épaisseur de ces couches ne permettent guère de les marquer à part sur une carte géologique. Aussi dans ces localités, comme dans toute la partie du Dauphiné désignée ci-dessus, notre carte n'indique que l'étage néocomien inférieur N¹. Il n'y a d'exception que pour ces roches des bords du Rhône (Châteauneuf, Pierrelatte, etc.), dans lesquelles nous avons reconnu ci-dessus tous les caractères des calcaires à caprotines (§ 165).

ÉTAGE APTIEN OU DES MARNES APTIENNES.

§ 169. — Le nom d'*étage aptien* a été proposé par Alc. d'Orbigny pour désigner un ensemble de couches dont les marnes bleues des environs d'Apt (Vaucluse) sont un des types les

mieux caractérisés par l'abondance et la variété de leurs fossiles. Ces marnes d'Apt reposent sur les calcaires blancs de l'étage néocomien supérieur, remplis de caprotines ; elles contiennent une profusion de fossiles, tous différents de ceux de ces calcaires ; les plus abondants sont : *Belemnites semicanaliculatus*, Bl. ; *Ammonites Dufrenoyi*, d'Orb. ; *A. Martini*, id. ; *A. nisus*, id. ; *A. crassicostatus*, id. ; *Toxoceras Cornuelianus*, id. ; *Rostellaria gargasensis*, id. ; *Cerithium gargasense*, id. ; *C. aptiense*, id. ; *Ostrea aquila*, Defr. (*Exogyra sinuata*, Sow.) ; *Plicatula placunea*, Lam. ; *P. radiola*, id. ; *Terebratula sella*, Sow., etc. ; les bélemnites, les ammonites, en un mot, les mollusques céphalopodes prédominent par le nombre des espèces et des individus. Cette faune des marnes d'Apt a une grande analogie avec celle des marnes néocomiennes inférieures des Hautes-Alpes (§ 155) ; elle semble toutefois indiquer un dépôt plus essentiellement littoral et formé dans des eaux moins profondes.

En Dauphiné, l'étage *aptien* se rencontre dans la partie sud du département de la Drôme et la partie ouest de l'arrondissement de Gap : il se développe surtout là où l'étage *néocomien supérieur* tend à s'effacer ou disparaît complètement. C'est dans les environs de Bourdeaux et dans le bassin de Rozans que l'étage *aptien* occupe les plus grandes étendues et présente la plus grande épaisseur : mais il est souvent pauvre en fossiles et paraît même l'être d'autant plus que son développement est plus grand.

Il se compose de *marnes noires* ou d'un bleu très-foncé, schisteuses et friables, alternant souvent avec des couches de *calcaires marneux noirs* et surtout accompagnés de petits lits sableux jaunâtres et de *grès verdâtres*, qui forment des assises en alternance avec les marnes et qui finissent par dominer dans la partie supérieure de l'étage. Ces *grès* d'un vert foncé sont employés comme pierres de taille à Bourdeaux, Rozans, etc. Les teintes tranchées de ce terrain de *marnes*

notres et de *grès verts*, entamé ordinairement par une multitude de ravins, donnent aux localités *aptiennes* une physionomie particulière et des plus caractéristiques.

Le fossile le plus généralement répandu dans les marnes aptiennes de la Drôme et de l'arrondissement de Gap est une bélemnite cylindrique, marquée d'un sillon qui occupe environ la moitié de sa longueur à partir de la base : *Belemnites semicanaliculatus*, Bl. Ce fossile est très-abondant, dans certaines couches, à Vesc, la Charce, Saint-Julien en Beauchêne (vallon du Rosé), la Cluse en Dévoluy, etc. Les ammonites sont plus rares et généralement assez mal conservées, à l'état d'empreintes ou de moules, dans certaines couches de calcaires marneux ou de grès (*Ammonites Dufrenoyi*, d'Orb.; *A. Martini*, id.; *A. fissicostatus*, Phill., etc.; Vesc, Bourdeaux, Glandage). Sur quelques points, les marnes aptiennes contiennent des ammonites moulées en pyrite de fer : M. l'abbé Soulier en a trouvé de très-bien conservées, sur la commune de Teyssières, entre Dieulefit et Nyons (*Ammonites Duvalianus*, d'Orb.); il a rencontré au même endroit des becs de seiches (*Rhynchoteuthis Astierianus*, d'Orb.) et plusieurs autres fossiles; cette faune rappelle certaines localités aptiennes bien connues des Basses-Alpes, Bliieux, Barrême, etc.

A quelques centaines de mètres au N. O. du bourg de Beaufort (canton de Crest nord), on a signalé récemment, dans des grès verdâtres qui appartiennent encore à l'étage *aptien*, un gisement très-intéressant de *poissons fossiles*; la description des espèces n'a pas été publiée (1). J'ai aperçu dans des grès correspondants, au N. O. du village de Vesc, des *écailles de poissons*, qui indiquent la possibilité de retrouver d'autres gisements analogues à celui de Beaufort.

(1) P. de Rouville, *Bull. de la Soc. géol. de France*, 2^e s., t. xii.

On rencontre souvent, dans les marnes *aptiennes*, des boules très-lourdes, dont le volume varie de celui d'une noisette à celui du poing et plus; elles sont composées de *sulfate de baryte* mélangé de carbonate de chaux et de sable verdâtre; la plupart offrent à l'extérieur et dans le centre une cristallisation confuse de *sulfate de baryte*. Ces boules sont très-communes aux environs de Comps, de Vesc, de Rozans, à Saint-Dizier (Drôme), à la Cluse en Dévoluy, etc.

§ 470. — Le plus grand développement de l'étage *aptien* est, comme nous l'avons dit, au sud de la vallée de la Drôme, dans les pays montagneux situés entre Montélimar et Serres. Aux environs de Bourdeaux et de Rozans, la puissance de cet étage est souvent de plus de cinq cents mètres. Il repose sur les calcaires néocomiens à *Crioceras* et *Ancyloceras*, et sert de base aux roches généralement dures et siliceuses du groupe de la *craie*. (Pl. III, fig. 6 et 7). Il se distingue nettement des uns et des autres.

Dans les parties les plus méridionales du département de la Drôme, aux environs du Buis et à la base nord de la chaîne du Ventoux, les marnes noires et les grès verts de l'étage *aptien* ont un développement moindre et sont souvent assez difficiles à séparer de la *craie inférieure*, formée principalement de grès verdâtres et de marnes sableuses d'un aspect analogue.

En dehors de la région des montagnes, on rencontre encore, dans le midi de la Drôme, un petit lambeau de marnes *aptiennes*, qui se montre à découvert à l'ouest de Clansayes, près Saint-Paul-trois-Châteaux, au quartier de la *Leuze*. L'aspect de cet affleurement est un peu différent de celui que nous venons de décrire : les marnes sont bleuâtres, les grès qui les accompagnent sont d'un vert-pâle, les uns et les autres devenant jaunâtres par altération : on y trouve en abondance le *Belemnites semicanaliculatus*, et de grandes huîtres (*Ostrea aquila*, Defr.), qui ont souvent 15 à 20 centimètres de longueur.

Cet affleurement de marnes aptiennes est le dépôt le plus ancien que l'on aperçoive à découvert dans les environs de Saint-Paul; plus que dans aucune autre localité du Dauphiné, les marnes ressemblent ici à celles d'Apt; et l'on peut conjecturer qu'elles ont aussi pour base, dans la profondeur du sol, le *calcaire à caprotines*, prolongement des roches de Roussas et de Pierrelatte (§ 165), qui doit se rattacher dans cette direction aux calcaires semblables de Vaucluse.

§ 171. — Au nord de la Drôme et de la route de Valence à Gap, l'étage *aptien* se rencontre encore dans les massifs de la Croix-Haute et du Dévoluy. Mais il ne s'y montre à découvert que sur de faibles étendues; sa puissance y est extrêmement variable, et souvent il manque entièrement, entre le terrain néocomien et le groupe de la craie, très-développés l'un et l'autre. Entre Lus et Saint-Julien en Beauchène, on trouve les marnes aptiennes dans le vallon du Rose et dans une partie de la combe de Rioufroid (§ 167). Elles sont encore assez développées à la Cluse en Dévoluy, et jusqu'auprès de Veynes, à Châtillon le Désert, etc.; mais la ligne passant par ces localités paraît être à peu près la limite de leur extension vers l'est.

Du côté du nord, ces mêmes marnes paraissent s'arrêter partout en dehors du bourrelet néocomien qui forme la limite du département de l'Isère. Sur la route de Lus à Châtillon, on les rencontre à Glandage, où elles ont une puissance de plusieurs centaines de mètres, comparable à celle qu'elles présentent à Saou et à Bourdeaux (pl. III, fig. 5, G'.) Elles contiennent des assises subordonnées de calcaires noirs et de grès à ciment calcaire. Les fossiles y sont peu nombreux: quelques bélemnites et l'*Ammonites Dufrenoyi*, d'Orb. A l'est, ces marnes s'appuient sur le *calcaire à caprotines* N² et celui-ci, peu développé, repose sur l'étage *néocomien inférieur* N¹; enfin, un peu au-delà du hameau de la Combe, le

terrain néocomien repose sur le calcaire *oxfordien* J² qui forme le plateau de Grimone. A l'ouest, les marnes *aptiennes* G' s'enfoncent sous les grandes masses de calcaires siliceux C, dans lesquels est creusée la gorge du Bez, entre Glandage et Mensac, près Châtillon : ces calcaires appartiennent, comme on le verra plus loin, au *groupe de la craie*.

Le développement et même l'existence des *marnes aptiennes*, dans cette partie des montagnes de la Drôme, sont loin d'être constants. De Glandage, où elles forment le sol d'une *combe* très-marquée, elles se prolongent au sud vers la Vierre, au nord dans la direction de Borne. Mais à une lieue de Glandage, soit à l'ouest, en face de Mensac, soit à l'est, en descendant du col de Grimone à Lus, elles m'ont paru manquer complètement, entre les calcaires néocomiens supérieurs N² et les calcaires siliceux du groupe de la *craie* C, comme je l'indique dans la fig. 5, pl. III. En général, elles paraissent s'atténuer et disparaître, dans ce pays, dès que les calcaires néocomiens supérieurs s'y présentent avec une épaisseur un peu considérable.

§ 172. — L'étage *aptien* existe encore sur quelques points, au nord de la vallée de la Drôme, sur les territoires de Beaufort, du Plan de Baix et du Chaffal. Son épaisseur y est beaucoup moindre qu'elle ne l'est au midi de la vallée, à la base des crêtes de la montagne de Saou (pl. III, fig. 7.) Sur le plateau de Beaufort, à quelques centaines de mètres au nord et au nord-ouest du bourg, on rencontre deux lambeaux *aptiens*, dont chacun n'a guère plus d'un kilomètre carré de surface : ils sont formés de marnes noires schisteuses renfermant des bélemnites (*B. semicanaliculatus*, Bl.); et surmontées de grès bleuâtres ou verdâtres; c'est dans ces grès que se trouve le gisement de *poissons fossiles* (§ 169). Ces couches, sensiblement horizontales, ne constituent que des buttes peu saillantes et reposent immédiatement sur les *calcaires à*

criocères de l'étage néocomien inférieur. Au Plan de Baix, on retrouve la même superposition : les *marnes aptiennes*, reposant sur les calcaires bleuâtres à *criocères*, commencent dans le village même et forment le talus qui le domine au nord ; elles sont recouvertes par un chapeau abrupt de calcaires siliceux du groupe de la *craie* qui constituent la crête de Velans et qui se prolongent vers le nord, par le Chaffal et jusqu'à Léoncel. En allant du Plan de Baix au Chaffal, on suit les marnes aptiennes et on voit se développer, immédiatement au-dessous, les calcaires blancs de l'étage néocomien supérieur, qui manquaient à Beaufort et même au Plan de Baix : ces calcaires forment le sol aride du plateau ondulé qui s'étend du Chaffal à la crête de Raye. Sous le village du Chaffal, la coupe se présente de la manière indiquée pl. III, fig. 2. Les marnes aptiennes G' sont ici réduites à une trentaine de mètres d'épaisseur environ : j'y ai trouvé *Belemnites semicanaliculatus*, Bl. ; *Nautilus plicatus*, Sow., etc.

En avançant vers la Vacherie, cet étage déjà si réduit paraît cesser ou n'être plus représenté que par quelques couches sableuses, contenant des bélemnites en mauvais état de conservation. Le *gault*, peu distinct dans la coupe ci-dessus, devient mieux caractérisé, quoique très-peu épais ; j'y ai trouvé quelques fossiles à l'état de moules phosphatés. (Voir le paragraphe suivant.) Le groupe de la *craie* est représenté par un ensemble de couches sableuses et de calcaires sableux ou siliceux qui occupent le centre du vallôn et vont en diminuant d'épaisseur jusqu'à Léoncel.

Le Chaffal est la station la plus avancée vers le nord où l'étage *aptien* se montre bien caractérisé ; dans le Royans et le Vercors, je ne l'ai rencontré nulle part d'une manière distincte ; s'il y existe, ce ne peut être qu'à un état rudimentaire et avec des caractères minéralogiques peu tranchés. Dans le département de l'Isère, les marnes des Ravix et du Rimet (§ 163) contiennent quelques fossiles *aptiens* ; mais la grande majo-

rité des espèces trouvées dans ces marnes est essentiellement *néocomienne*, et nous croyons, en conséquence, cette assise intimement liée à l'étage néocomien supérieur. L'étage *aptien* proprement dit me paraît manquer, dans la série crétacée du département de l'Isère.

ÉTAGE DU GAULT.

§ 173. — La répartition de cet étage est précisément inverse de celle du précédent : il existe constamment dans les montagnes crétacées du département de l'Isère, et aussi dans celles du Vercors et du Royans ; mais il manque généralement dans toutes les autres localités crétacées de la Drôme et des Hautes-Alpes, où au contraire les marnes *aptiennes* existent.

Du reste, même dans les environs du Villard de Lans et de Rencurel, où il a son plus grand développement, cet étage est toujours très-peu épais : il atteint rarement trente mètres de puissance. Il n'affleure ordinairement que sur des étendues trop étroites pour que j'aie pu les figurer sur une carte géologique à l'échelle de $\frac{1}{250,000}$: sa place est indiquée, en général, par la ligne séparative des teintes N³ (*néocomien supérieur*) et C (groupe de la *craie*). Ce n'est que dans quelques localités particulières que le *gault* se trouve à découvert sur des étendues assez grandes pour se prêter à une indication particulière. (Pâturages de l'Alpette de Barraux, Haut du Seuil, etc.)

Dans le département de l'Isère, dans le Vercors et le Royans, le *gault* vient toujours immédiatement au-dessus de l'étage *néocomien supérieur*. Au Rimet et aux Ravix, il repose sur les couches marneuses à orbitolines qui terminent cet étage ; dans presque toutes les autres localités, il repose immédiatement sur les *calcaires à caprotines*, qui paraissent souvent avoir été dénudés et usés avant d'être recouverts par ce dépôt.

Le *gault*, dans cette partie du Dauphiné, me paraît comprendre deux assises distinctes.

L'assise inférieure, ou des *lumachelles du gault* se compose de calcaires roux, sableux, grenus, généralement pétris de débris de fossiles indéterminables : débris d'entroques, de baguettes d'oursins, de petits bryozoaires, de térébratules et autres coquilles brisées. Ces calcaires ont donc éminemment la structure de *lumachelles* : les débris de fossiles ressortent surtout bien sur leur surface dégradée par les eaux pluviales. Ils sont stratifiés en couches minces, d'un ou deux décimètres d'épaisseur ordinairement. La puissance de cette assise est variable, généralement de cinq à trente mètres.

L'assise supérieure, ou *gault proprement dit*, est un grès assez grossier, formé de grains de sable quartzeux et d'un ciment argilo-calcaire, renfermant des *moules de fossiles* presque toujours *roulés et usés*; le plus souvent même ces moules sont tellement usés qu'ils n'ont plus de forme reconnaissable et ne sont plus que des graviers jaunâtres ou d'un brun verdâtre, toujours très-abondants dans la roche. Ces *moules de fossiles*, quel que soit leur état de conservation ou d'usure, sont toujours d'une composition chimique caractéristique : ils sont essentiellement formés de *phosphate de chaux*. Quand on traite un de ces moules de fossiles (ou un de ces graviers qui ne sont que des moules usés), par l'acide hydrochlorique étendu, il n'y a que peu d'effervescence, et cependant la plus grande partie se dissout : il reste un résidu de sable plus ou moins argileux, d'oxyde de fer, de grains verts ferrugineux; et la dissolution filtrée donne, quand on la neutralise par l'ammoniaque, un précipité très-abondant de *phosphate de chaux*. Le *phosphate de chaux* pur (PhO^5 , 3CaO) forme souvent plus de la moitié du poids de ces moules de fossiles.

Les moules de fossiles, empâtés dans cette assise du *gault*, ne sont pas toujours usés au point d'être méconnaissables et

même ils sont assez bien conservés dans quelques localités. On y reconnaît alors un grand nombre d'espèces de mollusques et d'oursins, qui sont généralement les mêmes que celles qu'on trouve dans le *gault* d'Escragnolles (Var), de la Perte-du-Rhône, près Bellegarde (Ain), et d'autres localités bien connues. Le flanc ouest de la vallée de Rencurel, et de celle du Vercors qui lui fait suite, depuis Remeyre jusqu'à l'entrée des Grands-Goulets présente les localités les plus riches en fossiles du *gault* : nous en possédons une cinquantaine d'espèces au moins, généralement dans un bon état de conservation. Les hameaux du Rimet et des Prés (commune de Rencurel) sont en partie sur cette assise fossilifère du *gault* : partout d'ailleurs cette roche se désagrège facilement et donne un sol argilo-sableux propre à la culture ; en labourant, les habitants recueillent en grand nombre les fossiles du *gault*, tout détachés.

§ 174. — Le *gault proprement dit* est toujours une assise très-mince, souvent réduite à quelques décimètres ou même à une couche d'un à deux décimètres seulement : aussi les moindres accidents suffisent pour en masquer les affleurements, et du reste cette assise paraît manquer totalement dans beaucoup de localités. Les points où nous l'avons rencontrée bien caractérisée, avec des fossiles plus ou moins conservés, toujours à l'état de moules *phosphatés*, sont : La Pointière, sur le flanc ouest de la vallée d'Entremont le Vieux (Savoie) ; Saint-Pierre d'Entremont, nouvelle route, sous le rocher du château ; la Ruchère, un peu au-dessus des dernières maisons, sur le sentier de la Grande-Chartreuse ; St-Egrève, carrières de Roche-Pleine ; Fontaine, clos Michal, sous la dernière carrière de *lauzes* ; les Ravix, commune du Villard de Lans ; la Fauge (même commune), au-dessus des ravins creusés dans la *craie inférieure* ; le flanc ouest de la vallée de Rencurel, Remeyre, les Prés, le Rimet ; à quelques pas au-dessus de l'entrée des Grands-Goulets, sur le bord de la route de Saint-

Martin en Vercors; enfin entre la Vacherie et le Chaffal, à l'endroit où l'étage *aptien* commence à se montrer distinct, entre le gault et les calcaires *néocomiens supérieurs* (§ 172).

Au-dessus de la Ruchère (Isère), la couche fossilifère du *gault* repose immédiatement sur le *calcaire à caprotines* et est recouverte par la *craie*; les *lumachelles du gault* manquent et l'étage est réduit à une épaisseur de deux ou trois décimètres. Mais ce cas est rare : l'existence des *lumachelles du gault* est bien plus constante que celle du *gault proprement dit*, à fossiles *phosphatés*. Ces *lumachelles*, dont l'épaisseur totale est ordinairement de quinze à vingt mètres, et en général de cinq à trente, se distinguent aisément, par leur structure sublamellaire et par leur couleur d'un jaune roux, d'avec les *calcaires à caprotines* sur lesquels elles reposent et les calcaires du groupe de la *craie* qui viennent au-dessus. Exposées aux actions atmosphériques, ces *lumachelles* se désagrègent et donnent un sol sableux, qui se gazonne facilement : les pâturages de l'Alpette et du Haut du Seuil et divers autres parties gazonnées des massifs de la Chartreuse, de Lans et du Vercors sont formées presque entièrement par ces *lumachelles*.

Les fossiles de cette assise sont généralement indéterminables. La seule localité où l'on ait trouvé quelques espèces reconnaissables est la côte du Haut-Méaudret, sur le chemin du Villard-de-Lans à la Balme de Rencurel : *Ammonites Milletianus*, d'Orb.; *Terebratula Dutempleana*, id.; *Rhynchonella sulcata*, id.; *Discoidea subuculus*, Ag. ?; *Diadema Lucæ*, id.

Bien que leur détermination ne soit pas tout à fait certaine, ces fossiles paraissent indiquer que les *lumachelles* se rattachent au *gault* plutôt qu'à tout autre étage crétacé. Les *lumachelles* sont en effet en relation intime avec la petite assise de *gault proprement dit* qui les surmonte : elles contiennent même souvent des grains quartzeux et des fragments

de fossiles roulés, comme ceux qui la composent. A la carrière de Roche-Pleine, sur Saint-Egrève, la liaison est si intime que les fossiles roulés du *gault proprement dit*, à l'état de moules *phosphatés*, ne sont point dans une couche distincte, mais sont incrustés dans la couche la plus élevée des *lumachelles*, à la surface supérieure de cette couche. Immédiatement au-dessus de cette surface commence la série des *lauzes* qui appartiennent au groupe de la *craie*. Les *lumachelles du gault* n'ont ici qu'une puissance de cinq mètres et elles reposent immédiatement, sans transition, sur le calcaire blanc compacte à caprotines, qui paraît avoir été dénudé et usé avant d'être recouvert par ce dépôt.

Je persiste donc à regarder les *lumachelles* comme une dépendance de l'étage du *gault* et non comme un équivalent des *marnes aptiennes*; celles-ci manquent dans le département de l'Isère, le Vercors et le Royans; tandis que les *lumachelles* et le *gault proprement dit* paraissent manquer généralement dans les parties du Dauphiné où se trouvent les *marnes aptiennes*.

Je dois noter toutefois que l'on trouve, sur quelques points du midi de la Drôme, des fossiles caractéristiques du *gault*, dans des couches de grès placées à la base du groupe de la *craie* et au-dessus de l'étage *aptien*, mais ne se distinguant pas nettement de l'un ou de l'autre. M. de Rouville a signalé dans cette position, sur le chemin d'Aouste à Saou par le *Pas de Lauzun*, une assise de grès et de marnes verdâtres (pl. III, fig. 7, G) contenant *Inoceramus sulcatus*, Park., *I. concentricus*, id., et quelques débris d'*Ammonites varicosus*, Sow. (*Bull. de la Soc. géol.*, 2^e s., t. XII.)

A l'ouest de Clansayes, près Saint-Paul-Trois-Châteaux, dans les ravins du quartier de *Gaspardoux*, on trouve abondamment les fossiles du *gault proprement dit*, à l'état de moules très-durs, formés de *phosphate de chaux*. Un moule d'ammonite de cette localité m'a donné 59 p. % de phosphate de

chaux (PhO^5 , 3 CaO); un moule d'*Arca carinata*, Sow., 66 p. %. Ces fossiles, bien que roulés, sont souvent assez bien conservés et connus depuis longtemps dans les collections. Ils se trouvent disséminés irrégulièrement, à l'état de *graviers*, dans des sables incohérents, où ils sont évidemment roulés et remaniés. Je crois que ces sables doivent être regardés comme appartenant à la partie inférieure du groupe de la *craie* et que le *gault* n'existe réellement pas en place dans cette localité; de même que, dans tout le midi du Dauphiné, la *craie inférieure* reposerait ici directement sur les *marnes aptiennes*, que nous avons signalées ci-dessus, un peu plus à l'ouest, au quartier de la *Leuze* (§ 170).

La vallée de Rençurel (le Rimet, les Prés, etc.) et Clansayes sont les localités où l'on peut faire une ample collection des fossiles caractéristiques du *gault*. Nous donnerons ici les listes des espèces recueillies dans ces localités :

*Liste des fossiles du gault de la vallée de Rençurel et des Ravix
près le Villard de Lans (1).*

CÉPHALOPODES. — *Ammonites Delucii*, Brong.; *A. regularis* Brug.; *A. tardefurcatus*, Leym. (comm.); *A. mammillatus*, Schl. (comm.); *A. Lyelli*, Leym.; *A. nodosocostatus*, d'Orb.; *A. Milletianus*, d'Orb. (comm.); *A. Mayorianus*, id. (rare); *A. latidorsatus*, Mich. (comm.); *A. Dupinianus*, d'Orb.; *A. inflatus*, Sow. (rare); *A. Beudanti*, Brong. (comm.); *A. Timotheanus*, Pict. (rare); *A. Raulinianus*, d'Orb. (rare). — *Turrilites costatus*, Lam. (?) — *Scaphites æqualis*, Sow (?) — *Ancycloceras Saussureanus*, d'Orb. (rare). — *Hamites alternotuberculatus*, Leym.; *H. elegans*, d'Orb. (rare).

GASTÉROPODES. — *Natica gaultina*, d'Orb.; *N. truncata*, Pict. — *Trochus conoïdeus*, d'Orb.; *T. Hugianus*, Pict. — *Turbo Pictetianus*,

(1) Alb. Gras, *Catal. des foss. de l'Isère*, 1852 (*Bull. de la Soc. de stat. de l'Isère*, 2^e s., t. II.)

d'Orb.; — *Pleurotomaria Gibsii*, d'Orb.; *P. Rhodani*, Pict. — *Stomatia gaultina*, Pict. — *Rostellaria Parkinsoni*, Mant.

LAMELLIBRANCHES. — *Astarte Dupiniana* d'Orb. — *Cardita rotundata*, Pict. — *Cardium Raulinianum*, d'Orb. — *Arca carinata*, Sow.; *A. obesa*, Pict. — *Inoceramus concentricus*, Park. (très-commun); *I. Salomoni*, d'Orb.; *I. sulcatus*, id. — A l'exception des inocérames, et surtout de *I. concentricus*, qui est très-commun, les mollusques lamellibranches sont généralement rares dans le gault de l'Isère.

BRACHIOPODES. — *Rhynchonella sulcata*, d'Orb.; *Terebratula Dupleana*, d'Orb. (très-comm.); *Terebratulina Martiniana*, d'Orb.; et plusieurs autres térébratules non déterminées.

ECHINIDES. — *Holaster Perezii*, Sism. (*H. bisulcatus*, Alb. Gr.), (commun); *H. lævis*, Ag. (?) — *Hemiaster minimus*, Des. (ass. comm.) — *Nucleolites Michelini*, Alb. Gr. (rare). — *Catopygus carinatus*, Ag. (?) (rare) — *Caratomus trigonopygus*, Ag. (?) (rare) — *Galerites castanea*, Ag. (comm.); *G. nucula*, Alb. Gr., peut-être variété du précédent. — *Discoïdea conica* Des. (très-comm.)

POLYPIERS. — *Aplocyathus conulus*, d'Orb. (rare.)

Fossiles du gault de Clansayes (Drôme) (1).

Cônes de *Belemnites*. — *Nautilus Clementinus*, d'Orb. (?) — *Ammonites mammillatus*, Schl.; *A. Lyelli*, Leym.; — *A. Nodosocostatus*, d'Orb.; *A. Milletianus*, id.; *A. Mayorianus*, id.; *A. latidorsatus*, Mich.; *A. Dupinianus*, d'Orb.; *A. Beudanti*, Brong. — *Hamites punctatus*, d'Orb.; *H. rotundus*, Sow.

Scalaria Clementina, d'Orb.; *S. Dupiniana*, id. — *Avellana lacryma*, id.; *A. inflata*, id. — *Natica gaultina*, id.; *N. Ervyna*, id.; *N. Rauliniana*, id. — *Trochus conoïdeus*, id. — *Solarium moniliferum*, id.; *S. dentatum*, id. — *Turbo Martinianus*, id.; *T. indecisus*, id. — *Pleurotomaria Gibsii*, id.; *P. Paris*, id. — *Rostellaria drumensis*, id. — *Cerithium trimonile*, Mich.

Maetra gaultina, Pict. — *Venus vibrajeana*, d'Orb. — *Thetis minor*, id. — *Opis sabaudiana*, id. — *Cardita Constantii*, id. — *Cyprina regularis*, id. — *Arca carinata*, Sow.; *A. fibrosa*, d'Orb.; *A. Hugardiana*, id. (?) — *Gervilia difficilis*, id. — *Pecten Huberianus*, Pict.

(1) D'Orbigny, *Prodr. de paléontologie*, et notre collection.

— *Spondylus gibbosus*, d'Orb.; *S. Renauxianus*, id. — *Plicatula radiola*, Lam.

Rhynchonella sulcata, d'Orb. — *Terebratula Dutempleana*, id.

Galerites castanea, Ag — *Discoïdea rotula*, Ag; *D. decorata*, Des. (?) — *Salenia*, indét.

Aplocyathus conulus, d'Orb.

GROUPE DE LA CRAIE.

§ 175. — Nous désignerons collectivement sous ce nom tout l'ensemble des couches crétacées supérieures à l'horizon géologique du *gault*. La série de ces assises n'est pas la même dans les diverses parties du Dauphiné; elle présente des variations considérables dans son développement et correspond, d'une manière plus ou moins incomplète, à la série de la *craie chloritée* ou *inférieure*, de la *craie marneuse* ou *moyenne* et de la *craie blanche* ou *supérieure*, dans le bassin de Paris. Mais il serait difficile d'établir dans cet ensemble des divisions précises et générales; les divers étages de la *craie*, dans le Dauphiné, sont souvent très-pauvres en fossiles; ils sont d'ailleurs en stratification concordante, intimement liés entre eux par des passages insensibles, aussi bien que par le rôle qu'ils jouent dans le relief du sol. Aussi, sur notre carte géologique, nous les réunissons sous une teinte unique C; ce ne serait que sur des plans à une échelle beaucoup plus grande qu'il serait possible de les représenter séparément.

Je vais exposer successivement les caractères du groupe de la *craie* dans les diverses parties de la région qui nous occupe.

1^o Massif de la Chartreuse.

§ 176. — Dans les montagnes de la Chartreuse, entre Chambéry et Grenoble, le groupe de la *craie* ne se montre qu'en

lambeaux d'une faible étendue, et son épaisseur y est beaucoup moindre que dans les pays où nous l'étudierons ensuite. C'est aussi dans cette partie du Dauphiné seulement que le terrain de *craie* est formé, en majeure partie, de calcaires tendres, blanchâtres, *crayeux*, qui rappellent l'aspect ordinaire de la *craie* dans le bassin de la Seine. Cette structure fait comprendre qu'il a dû être détruit, par dénudation, sur une grande partie de son étendue et explique pourquoi on ne le retrouve plus que par petits lambeaux, généralement enfermés dans des replis de roches plus dures, qui les ont protégés contre l'érosion.

La localité du massif de la Chartreuse où la *craie* présente le développement le plus remarquable et les caractères les plus tranchés, est la commune d'Entremont-le-Vieux (Savoie); c'est là que les fossiles de la *craie blanche* ont été trouvés et signalés pour la première fois par MM. Chamoussel, Dumont et Pillet, en 1845. Depuis, le terrain de *craie* a été étudié dans cette localité et reconnu sur beaucoup d'autres points des environs de Chambéry et du massif de la Chartreuse, par MM. Pillet, l'abbé Vallet, Alph. Favre, et par moi, dans les années 1850 et 1851. En suivant le développement de ce terrain du côté de Grenoble, je suis parvenu à y rattacher la série des *calcaires à silex* et des *lauzes*, si développée à Saint-Egrève, à Fontaine et dans les montagnes du Villard-de-Lans, et dont la classification était restée jusque-là incertaine.

La *craie* se rencontre à l'ouest du village d'Entremont-le-Vieux, sur le flanc droit de la vallée; elle forme une suite de collines ravinées, blanchâtres, dont la partie la plus élevée s'appelle *la Pointière*; en cet endroit, l'épaisseur de la *craie* s'élève à plus de cent mètres, et l'aspect de ce terrain rappelle celui des coteaux *crayeux* de la Champagne. Les couches inclinent à l'est, vers le fond de la vallée, sous un angle d'environ 30°; à l'ouest, elles s'appuient sur le *gault*, et celui-ci repose sur le terrain *néocomien*, qui forme une arête saillante

entre le vallon d'Entremont et celui de Corbel. — A partir du *gault*, on peut distinguer les assises suivantes :

1° Craie marneuse, dure, jaunâtre ou grise, avec rognons pyriteux et concrétions siliceuses, mais sans véritables silex ;

2° Couches plus tendres, non siliceuses, d'un gris clair, avec empreintes d'inocérames (*Inoceramus problematicus*, d'Orb.) ;

3° Longue série de couches crayeuses, blanchâtres, avec beaucoup de rognons ferrugineux, mais sans silex : empreintes d'inocérames, comme dans les précédentes ; *Hamites*, voisin du *H. armatus*, d'Orb. — Dans la partie supérieure de cette assise on commence à rencontrer beaucoup de plaquettes de structure fibreuse, fragments de *Catillus Cuvieri*. Brong.

4° Couches crayeuses analogues renfermant plusieurs fossiles caractéristiques de la *craie blanche* du bassin de Paris : *Belemnitella mucronata*, d'Orb. ; fragments de *Catillus Cuvieri*, Brong. ; *Ananchytes ovata*, Lam. (type de la craie de Meudon) ; *Micraster* dont tous les caractères discernables sont ceux du *M. Brongniarti* Héb., de la *craie blanche* de Meudon et le distinguent nettement des espèces de la *craie marneuse* du bassin parisien. On trouve encore dans les mêmes couches, avec ces fossiles, des *Hamites* et des *Turritites* indéterminables.

5° Couches plus dures, contenant encore les mêmes fossiles et beaucoup de rognons de silex.

6° Couches tout à fait dures et pétries de silex ; les dernières prennent même une structure bréchiforme, très-variable ; mais cet état peut tenir au brisement qu'elles ont éprouvé par suite de la *faille* dont nous parlerons tout à l'heure. Dans des bancs un peu plus homogènes, alternant avec des lits très-siliceux, on trouve encore *Belemnitella mucronata*, *Janira quadricostata*, d'Orb. et un *Baculites* indéterminable. En général, dans toute cette assise supérieure, le calcaire est compacte, pétri de rognons de silex et dépourvu de fossiles.

Ces trois dernières assises, n^{os} 6, 5, 4, caractérisées par le *Belemnitella mucronata*, représentent nettement l'étage de la *craie supérieure* (*craie blanche* du bassin de Paris); les assises 3, 2 et 1, caractérisées surtout par les inocérames, me paraissent se rapporter à la *craie moyenne* (*craie marneuse* du bassin de Paris). Quant à l'étage de la *craie inférieure* (*craie chloritée* de Brongniart; étage *cénomanién*, d'Orb.), nous ne voyons ici aucun fossile qui en indique l'existence; les caractères avec lesquels nous la trouverons très-développée au Villard-de-Lans et dans le département de la Drôme me portent à admettre qu'elle n'est nullement représentée à Entremont, ni dans les autres localités du massif de la Chartreuse.

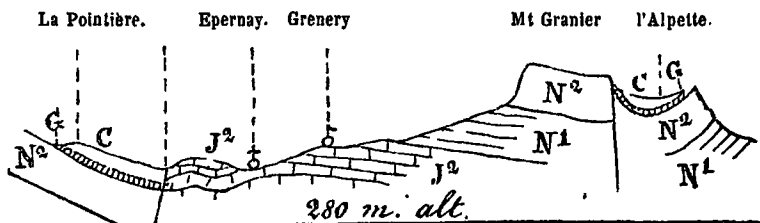


Fig. 24. — Coupe de la vallée d'Entremont-le-Vieux (Savoie), à la hauteur du village d'Epernay, de l'O. 80 N. à l'E. 80 S.; échelle $\frac{1}{80,000}$. — J², étage oxfordien; N¹, néocomien inférieur; N², néocomien supérieur; G, gault; C, craie.

La craie de la Pointière forme une bande de plus d'une lieue de long, commençant au hameau des Déserts et se continuant dans la direction nord-sud. A l'est, dans l'axe de la vallée, ses couches se terminent brusquement contre un abrupt plus ou moins marqué de calcaire *oxfordien* (J²), que l'on suit d'Entremont-le-Vieux à Saint-Pierre-d'Entremont. Ce contact de la *craie* avec le calcaire *oxfordien* est le résultat d'une grande faille: de l'autre côté de cette fracture, on aperçoit, au-

dessus du calcaire *oxfordien*, les deux étages du terrain *néocomien*, qui forment les rochers de Pinay et qui supportent le plateau des pâturages de l'Alpette. Sur ce plateau, à 700 mètres environ au-dessus de la Pointière, on retrouve le *gault* et la *craie*, superposés régulièrement au terrain néocomien; ces deux terrains constituent tout le sol des pâturages de l'Alpette. Les couches supérieures de la *craie* y renferment *Belemnitella mucronata*, *Catillus Cuvieri*, etc.

De la Pointière à Saint-Pierre-d'Entremont, on suit la *craie* jusqu'au hameau de la Frassette. Au-delà elle semble s'étrangler et se perdre momentanément au milieu des bouleversements des calcaires néocomiens; mais on peut encore en voir des lambeaux jusqu'au bord du Guiers-Vif, où on la retrouve, serrée dans un pli étroit du terrain néocomien, sous le château d'Entremont (pl. II, fig. 5). Les couches y sont brisées, comme *laminées* par une pression énergique et prennent, dans les assises inférieures, une teinte grise foncée. Dans les couches supérieures, on peut recueillir encore *Belemnitella mucronata*, *Ananchytes ovata*, etc. En remontant le vallon des Eparres, qui conduit du château d'Entremont au châlet de Bovines, on marche toujours sur la *craie*, serrée dans un pli étroit du terrain néocomien. A Bovines même, elle forme le sol de la prairie et repose sur le *gault* et le terrain *néocomien* que l'on traverse en descendant à la Grande-Chartreuse; elle est recouverte par une masse renversée de *gault* et de calcaire *néocomien* supérieur formant la crête du Grand-Som. On peut suivre la *craie*, dans des pâturages et des ravins blanchâtres, qui s'étendent jusqu'au dessous du sommet (pl. II, fig. 6).

La *craie* se trouve ici sur un des points les plus élevés et les plus bouleversés du massif de la Chartreuse; en général, c'est dans des gisements de ce genre, dans des plis étroits du terrain néocomien, qu'elle a été protégée contre l'érosion et qu'elle a pu se conserver. Au nord du Guiers-Mort, notre

carte indique sa présence, en lambeaux plus ou moins étendus, sur trois alignements :

1° Sur le haut plateau calcaire séparant la vallée du Graisivaudan de celle d'Entremont : à l'Alpette (fig. 24) ; dans la combe de Valfroide ; au pré de Marcieu ; au Haut-du-Seuil ; au col de Bellefont (pl. II, fig. 6) et jusqu'au dessus de la source du Guiers-Mort ;

2° Dans la vallée d'Entremont-le-Vieux (fig. 24) ; sous le château d'Entremont (pl. II, fig. 5) ; dans le vallon des Eparres ; à Bovines et sous la crête du Grand-Som (pl. II, fig. 6) ;

3° Dans le vallon de Corbel (Savoie), où elle est recouverte par la *mollasse* ; dans le centre et le haut du vallon de la Ruchère (pl. II, fig. 5) ; de là, on la suit d'une manière continue, à travers les forêts de la Grande-Chartreuse, en passant par la grange d'Arpizon, la combe des Molières (pl. II, fig. 6 et 9), où elle est recouverte encore par un petit lambeau de *mollasse* caillouteuse ; enfin par les granges de Corde et de l'Essart-Rocher ; près de celle-ci, on recueille assez abondamment le *Belemnitella mucronata* et l'*Ananchytes ovata*.

Au midi du Guiers-Mort, on retrouve le prolongement de la *craie* du Grand-Som dans les hauteurs du Charmant-Som où elle forme le sol de vastes pâturages. Cette montagne présente des replis compliqués du calcaire néocomien supérieur N², dans les concavités desquels la *craie* se rencontre presque constamment (pl. II, fig. 7), soit dans les prairies du sommet, soit en face des Cottaves et à l'ouest du col de Porte.

Dans toutes ces localités, la *craie* offre le même aspect et les mêmes fossiles qu'à Entremont. La désagrégation facile de ce terrain, sa nature un peu marneuse favorisent la venue d'un gazon serré et presque tous les hauts pâturages du massif de la Chartreuse sont ainsi formés par la *craie*. Du reste, dans le plus grand nombre des localités, on ne rencontre plus que les assises de la *craie moyenne* ou *craie à inocérames* ; les fossiles de la *craie supérieure*, *Belemnitella mucronata*, etc. ,

n'ont été signalés jusqu'ici que dans les vallons d'Entremont, de Corbel et de la Ruchère, à l'Alpette, à l'Essart-Rocher et au Charmant-Som. Dans les autres localités, par exemple au Haut-du-Seuil, aux Eparres, à Bovines, etc., on ne rencontre que des empreintes d'inocérames, et quelques autres fossiles de la *craie moyenne*.

Les couches de la *craie moyenne* tendent à prendre une structure de plus en plus compacte: ainsi à l'Essart-Rocher, l'assise immédiatement inférieure aux couches à *Belemnitella mucronata* se compose de calcaires durs, grenus, remplis de petits grains verts, et se débitant en grandes dalles, connues vulgairement sous le nom de *lauzes*. Des *lauzes* semblables se présentent avec un développement plus grand et sont exploitées sur divers points des environs des Echelles; par exemple, à Saint-Jean-de-Couz (Savoie); au Châtelard, sur le plateau de Berlan, etc. De même, les couches de la *craie supérieure*, que nous avons déjà vues, à Entremont-le-Vieux, en partie dures et remplies de silex, tendent à prendre généralement cette structure et à perdre leur aspect crayeux. Cependant la similitude de gisement, les passages graduels, les fossiles que l'on trouve encore quelquefois, dans les couches de la vallée de Couz par exemple, confirment le classement de ces *lauzes* et de ces *calcaires à silex* dans le groupe de la *craie*.

§ 177. — Des montagnes de la Chartreuse, et particulièrement du Charmant-Som, on descend dans la vallée de l'Isère par le vallon de Proveysieux. Ce vallon est sur le prolongement de la même ligne de faille qui, au nord du Guiers-Mort, comprend les vallons de Corbel et de la Ruchère, Arpizon, les Molières, Corde et l'Essart-Rocher. Dans toutes ces localités nous avons signalé la *craie*; au-dessus d'elle, la *mollasse*, à Corbel et aux Molières: il en est de même dans la vallée de Proveysieux. Depuis le col de la Charmette jusqu'à Saint-Egrève, le centre de cette vallée est occupé par la *mollasse*;

sous cette formation apparaissent des couches calcaires qui représentent les prolongements de la *craie* et du *gault*. Elles reposent régulièrement à l'ouest, sur les *calcaires à caprotines* N^o de Ginieux et de la crête de Chalves; elles se redressent à l'est contre la faille, au pied des crêtes abruptes du Charmant-Som, de la Pinéa et du Casque de Néron. Mais, en général, ces couches n'offrent plus l'aspect crayeux des localités que nous avons citées jusqu'ici, et les fossiles y sont extrêmement rares. La partie inférieure se compose de calcaires en lits minces, argileux ou sableux, généralement remplis de points verts : ils sont exploités pour pierres plates ou dalles, désignées communément sous le nom de *lauzes* : ils reposent sur le *gault*, réduit à une épaisseur de cinq à six mètres. La partie supérieure consiste en calcaires blanchâtres ou blonds, durs et compacts, avec grande abondance de rognons de silex, comparables entièrement, du reste, aux couches les plus élevées de la craie d'Entremont. Il paraît évident, d'après cela, que les *lauzes* représentent les assises inférieures d'Entremont, n^{os} 1, 2 et 3, en d'autres termes la *craie moyenne*, et que les *calcaires à silex* correspondent aux assises 4, 5 et 6, ou à la *craie supérieure*. L'aspect seulement du terrain a changé : les roches sont devenues plus généralement compactes, plus dures, et les fossiles ont disparu.

§ 178. — La même série de couches (*gault*, *lauzes* argileuses, sableuses ou grenues à grains verts, enfin calcaires blanchâtres à rognons de *silex*) se représente, de l'autre côté de l'Isère, à Fontaine et sur toute la montagne qui domine Sassenage : elles forment le sol des communes de Pariset et d'Engins, les deux côtés du défilé que remonte la route de Sassenage à Lans. Les Balmes et les carrières de *lauzes* de Fontaine permettent d'étudier en détail cette série de couches, dont l'épaisseur est bien plus considérable que celle de la craie d'Entremont et s'élève au moins à 250 mètres. Sous la der-

nière carrière de *lauzes*, dans le clos Michal, on voit que ces *lauzes* reposent sur une petite assise de *gault*, sableux, à fossiles roulés, phosphatés (§ 174), celui-ci sur une assise de lumachelles d'environ 8 mètres, au-dessous desquelles viennent les bancs massifs des *calcaires à caprotines* N².

Les *lauzes* de Fontaine sont extrêmement pauvres en fossiles : cependant on y trouve quelques moules de hamites, d'ammonites indéterminables, d'inocérames, qui paraissent identiques à ceux d'Entremont, etc. Ces fossiles se rencontrent surtout dans les couches inférieures (*lauzes* grises). Quant aux *calcaires à silex* des Balmes, de Pariset, etc., ils paraissent, en général, complètement dépourvus de fossiles. Un seul exemplaire de *Belemnitella mucronata* a été trouvé à Pariset, par M. B. Jayet, dans un bloc de calcaire blanchâtre un peu plus tendre que l'ensemble du terrain et qui, du reste, bien que détaché, provenait certainement d'une roche en place (1).

Voici quelques détails sur la structure des principales assises que l'on peut distinguer dans ce *groupe de la craie*, aux environs de Grenoble, par exemple aux Balmes de Fontaine, aux Côtes de Sassenage, dans les gorges d'Engins, à Saint-Egrève, etc. Je commencerai par la partie supérieure :

1° *Calcaires à silex*, blanchâtres, quelquefois blonds ou d'un gris clair, remplis de rognons de *silex* blonds, roux ou noirs, qui se détachent assez nettement sur le fond de la roche et sont souvent disposés par lits ; la pâte même du calcaire est pénétrée d'une petite quantité de silice qui lui donne

(1) Faujas de Saint-Fonds a signalé autrefois (*Hist. nat. de la prov. du Dauphiné*, t. I, p. 273), trois *bélemnites* aperçues par lui dans l'intérieur des grottes de Sassenage ; l'entrée et toutes les parties facilement accessibles de ces grottes sont dans les *calcaires à silex* et les *bélemnites* en question étaient probablement encore le *Belemnitella mucronata*.

une dureté extrême. Ces calcaires sont en général nettement stratifiés, en couches peu épaisses; ils ne sont exploités que comme moellons et quelquefois comme pierres à chaux grasse. La présence constante des *silex* les distingue d'avec les calcaires néocomiens supérieurs qui n'en renferment jamais. A Fontaine, les *calcaires à silex* forment toutes les *Balmes*, depuis la maison Badon jusqu'à l'église; la hauteur de ces escarpements, où les couches sont à peu près horizontales, s'élève à une centaine de mètres; l'épaisseur totale des *calcaires à silex* est certainement supérieure à ce chiffre.

2° Calcaires d'une structure plus grenue, dans lesquels les *silex* sont de moins en moins nombreux et finissent par disparaître, tandis que les *grains verts* (*glauconie* ou improprement *chlorite*) s'y montrent et deviennent très-abondants. Ces couches forment un passage insensible aux assises suivantes.

3° *Lauzes* de structure grenue, jaunâtres, sableuses, se débitant en grandes dalles de 0^m,20 à 0^m,25 d'épaisseur; remplies de *grains verts*, de petits graviers siliceux et souvent de débris phosphatés provenant peut-être du *gault*; — exploitées particulièrement pour le pavage de la ville de Grenoble.

4° *Lauzes grises*, généralement d'un gris bleu, d'un grain plus fin, formées d'une pâte calcaire et de sable siliceux fin plus ou moins abondant; se débitant en dalles très-grandes qui ont souvent moins de 0^m,40 d'épaisseur; les couches très-sableuses, qui sont même quelquefois de vrais grès à ciment calcaire, sont exploitées aussi pour pavés. — Dans la partie inférieure de cette assise, on trouve généralement des couches formées de calcaire intimement mélangé de sable siliceux extrêmement fin et ayant l'aspect de calcaires argileux. Lorsque la silice s'y trouve dans la proportion de 15 à 18 %, ces bancs fournissent des *chaux hydrauliques* d'excellente qualité. La principale exploitation de ces couches est aux Côtes de Sassenage, où elles reposent immédiatement sur le

gault et en renferment souvent beaucoup de débris phosphatés. — A Fontaine, les couches correspondantes, situées à la base de la dernière carrière de *lauzes*, sont encore séparées du *gault* proprement dit par quelques couches de grès peu consistants qui sont peut-être une dépendance du *gault* ou un remaniement de débris de cet étage.

Les *calcaires à silex* me paraissent représenter l'étage de la *craie supérieure* (*craie blanche* du bassin de Paris); les *lauzes* me paraissent devoir être rapportées en entier à l'étage de la *craie moyenne* (*craie marneuse* du bassin de Paris). Comme dans le massif de la Chartreuse, l'étage de la *craie inférieure* (*craie chloritée*, Brongniart; *cénomancien*, d'Orbigny) me paraît manquer aux environs de Grenoble. Nous allons le voir apparaître, avec un grand développement, au Villard de Lans, entre le *gault* et une série de *lauzes* et de *calcaires à silex* correspondant exactement aux deux étages de Fontaine.

3° Villard de Lans. — Vercors.

§ 179. — C'est dans les environs du Villard de Lans que le groupe de la *craie* offre le développement le plus complet qu'il ait en Dauphiné. L'étage de la *craie inférieure* y est très-épais, presque entièrement sableux et riche en fossiles.

Le vallon de la Fauge, à une heure à l'est du Villard de Lans, est la localité classique pour l'étude de cet étage. Une coupe perpendiculaire à l'axe de ce vallon, un peu en dessous des chalets, donne la disposition indiquée par la fig. 25.

N², calcaire *néocomien supérieur*, à *caprotines*; G, *gault*, consistant en une assise de lumachelles qui a moins de 20 mètres d'épaisseur; au-dessus des ravins creusés dans l'étage suivant, on trouve la petite couche de *gault* à fossiles phosphatés.

C¹ a, *craie chloritée inférieure*, sableuse, ou *grès vert*,

à grandes turrilites, etc.; les couches inférieures ne paraissent pas renfermer de fossiles; les couches moyennes et supérieures en contiennent beaucoup; elles sont entamées par trois grands ravins, où il est facile de les explorer. Les espèces qu'on y trouve sont des céphalopodes très-variés et des échinides :

Ouest.

Est.

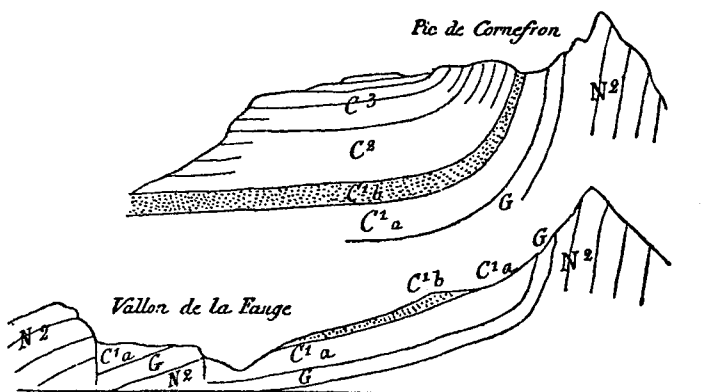


Fig. 25. — Coupe transversale du vallon de la Fauge, près le Villard-de-Lans, et aspect géologique de la montagne qui le ferme au nord.

CÉPHALOPODES : *Turrilites Bergeri*, Brongn. ; *T. Puzosianus*, d'Orb. ; *Hamites armatus*, Sow. ; *H. elegans*, d'Orb. ; *Baculites baculoïdes*, id. ; *Scaphites tenuistriatus*, Alb. Gras ; *Ammonites Mantelli*, Sow. ; *A. catillus*, id. ; *A. inflatus*, id. ; *A. falcatus*, Mant. ; *A. Mayorianus*, d'Orb. ; ammonites diverses peu déterminables, souvent de grande taille, ayant jusqu'à 0^m 50 de diamètre. — ECHINIDES : *Holaster carinatus*, d'Orb. (*H. nasutus*, Ag. ; *H. marginalis*, id., paraissent n'être que des déformations de cette espèce) ; *H. subglobosus*, Ag. ; *Micraster distinctus*, id. ; *Hemiaster*

bufo, Des.; *Discoïdea cylindrica*, Ag., très-abondant et très-bien conservé; *Diadema variolare*, Ag., assez rare; *Cidaris insignis*, Alb. Gr., très-rare.

Le *Discoïdea cylindrica* est le fossile le plus abondant et le plus caractéristique de ce gisement, un des plus remarquables des Alpes.

Au-dessus de cette assise, on en trouve une autre, C¹ b, de sables d'un vert pâle, alternant avec quelques bancs de grès friables presque blancs. Les fossiles y sont beaucoup moins abondants et différents de ceux de l'assise C¹ a; j'y ai recueilli : *Ammonites varians*, Sow., qui y est assez commun et caractéristique; *Turrilites costatus*, Lam.; *Belemnites ultimus*, d'Orb. (?); *Avellana cassis*, id.; *Discoïdea rotula*, Ag.; dents de poissons, etc. Les fossiles de cette assise sont, comme on le voit, ceux de la craie chloritée de Rouen. Je ne les ai trouvés que sur un seul point, au sommet du grand ravin de la Fauge, par lequel est faite la coupe ci-dessus.

Si de ce point on se dirige vers le nord en suivant le flanc du vallon, en-dessous du Col-Vert, on continue de marcher sur les mêmes sables verts C¹ b recouvrant la craie verte C¹ a à turrilites et à *Discoïdea cylindrica*. On arrive ainsi à la base d'une montagne formée de couches horizontales qui ferme au nord le vallon de la Fauge : les sables verts C¹ b en sont la base; ils sont recouverts par des grès d'un vert plus pâle ou blanchâtres. Puis vient la série des assises qui, aux environs de Grenoble, reposent immédiatement sur le *gault* : des *lauzes* grises ou jaunâtres, d'abord sableuses, puis argileuses, ayant parfois un aspect crayeux, d'autres fois grenues et remplies de grains verts; puis des *calcaires à silice*, blancs ou jaunâtres, en bancs généralement minces, rappelant exactement ceux des Balmes de Fontaine. Ces assises sont donc supérieures aux assises sableuses de la Fauge : ces dernières, C¹ a et C¹ b, d'après leurs fossiles, représentent l'étage de la craie inférieure ou craie chloritée; les *lauzes* C² nous paraissent

correspondre à celui de la *craie moyenne*; et les *calcaires à silex* C³ appartiendraient à la *craie supérieure* ou *craie blanche*.

§ 180. — La même série des trois étages de la craie peut être reconnue sur d'autres points des environs du Villard de Lans. Toutefois, l'étage de la *craie chloritée* est, en général, plus sableux encore qu'à la Fauge, et consiste entièrement en des sables verts et des grès friables où les fossiles sont rares et mal conservés. Ces assises sans consistance ont été presque partout moins bien protégées contre l'érosion que dans l'étroit vallon de la Fauge; elles sont presque toujours recouvertes d'une grande épaisseur de terre végétale sableuse, résultant de leur dégradation, et mêlée de débris des assises supérieures. Le sol même de la vallée, à l'entrée nord du Villard de Lans, me paraît être formé de ces sables verts remaniés.

En sortant de la vallée de Lans, la Bourne coupe d'abord les couches fortement inclinées de la *craie supérieure* et de la *craie moyenne*, c'est-à-dire des *calcaires à silex*, blancs ou jaunâtres, puis des *lauzes* et des calcaires marneux, généralement compactes ou un peu crayeux; des couches plus sableuses viennent ensuite et passent à des grès à ciment calcaire, gris ou blanchâtres. L'assise supérieure des *calcaires à silex* est formée de couches minces, très-régulières, contenant de grandes huîtres, dont le test a une épaisseur de plus de deux centimètres. Dans la partie moyenne des *lauzes*, on trouve quelques inocérames, comme à Fontaine et dans la Chartreuse.

Après avoir coupé cette série de couches, la Bourne tourne brusquement au nord et l'on voit qu'elle a creusé son lit dans un étage sableux, placé entre les précédents et le *gault* des Ravix, que l'on voit en face, sur la rive gauche. Des lambeaux de cet étage sableux subsistent des deux côtés de la rivière, depuis ce point jusqu'au Bas-Méaudret, et plus loin

encore sur la rive gauche du ruisseau de Méandre : ce sont des sables verts, faiblement agglutinés, passant, dans le haut, à des grès d'un vert pâle, quelquefois rosés, enfin blanchâtres. On y trouve une assez grande variété de fossiles, généralement identiques à ceux de la Fauge, mais mal conservés. De même qu'à la Fauge, on y voit quelques espèces qui passent du *gault* dans la *craie chloritée* (*Ammonites inflatus*, *A. mayorianus*, etc.). Comme l'indique notre coupe (pl. III, fig. 4), ces sables C¹ reposent sur le *gault* G, près des Ravix et au-dessus des Olivots; ils sont recouverts par l'étage des *lauzes* C², comme celui-ci par les *calcaires à silex* C³. — Les sables verts des bords de la Bourne sont donc bien les équivalents des grès verts et sables verts du vallon de la Fauge et représentent, comme eux, l'étage de la *craie inférieure*.

L'étage des *lauzes* (*craie moyenne*) et celui des *calcaires à silex* (*craie supérieure*) sont très-développés dans tout le canton du Villard de Lans : partout ils sont faciles à reconnaître par leurs caractères minéralogiques, mais toujours très-pauvres en fossiles. L'assise supérieure des *calcaires à silex*, formée de couches minces, très-régulières, avec grandes huîtres, se voit surtout bien dans les environs de Méandre. Sur le chemin de ce village à Lans, on rencontre, en quittant la vallée, immédiatement au-dessous du terrain de *mollasse*, une première assise de calcaire qui repose sur la série des *calcaires à silex* et qui paraît constituer la couche la plus élevée du terrain de *craie* dans ce canton : c'est un calcaire blanc, pétri d'*orbitolites*. On y trouve aussi une huître qui paraît être l'*Ostrea vesicularis*, Lam. La même couche à *orbitolites* se voit sur le chemin d'Autrans à Lans, au point où il quitte la vallée pour entrer dans les roches calcaires (1).

(1) Ces *orbitolites* sont voisines, mais cependant différentes, de l'*Orbitoides media*, d'Orb.; elles se rapprochent, d'après M. d'Archiac,

§ 181. — La série des assises de la *craie* est à peu près aussi complète dans la vallée du Vercors que dans le bassin du Villard de Lans : toutefois, l'étage supérieur, celui des *calcaires à silex*, y est beaucoup moins développé, et l'étage moyen, celui des *lauzes*, y devient en grande partie sableux ; il se lie et se confond ainsi en partie avec l'étage inférieur, qui présente une grande épaisseur de *sables* et de *grès* peu consistants, blanchâtres ou jaunâtres. A la base de cette série, viennent des *sables verts* ou des *grès verts* analogues à ceux du Villard de Lans et reposant sur le gault. Celui-ci, à l'état de *lumachelles* sableuses, est assez développé et forme, par exemple, le petit plateau sur lequel est bâtie la Chapelle. Dans la vallée de Saint-Agnan, depuis ce village jusqu'au hameau de Rousset, on retrouve la *craie chloritée inférieure* à *Discoidea cylindrica* et grandes turrilites, avec les mêmes caractères qu'à la Fauge ; et l'on peut constater de même la superposition des étages de la *craie*, depuis cette assise inférieure jusqu'aux *calcaires blancs à silex* de l'étage supérieur, sur lesquels est le hameau de la Bretière.

Le développement moindre des *calcaires à silex* et des *lauzes*, la prédominance des *sables* de l'étage inférieur, impriment au bassin du Vercors une physionomie différente de celle du canton du Villard de Lans : ces *sables*, diversement colorés, sont souvent ravinés sur de grandes hauteurs, ou façonnés en collines arrondies, comme on le voit surtout entre Tourtres et la Chapelle, entre la Chapelle et l'entrée des Grands Goulets, etc.

d'une espèce de la craie supérieure de Maestricht, ce qui pourrait porter à penser que la couche qui les renferme est encore supérieure au niveau géologique du *Belemnitella mucronata* ou à la *craie blanche* proprement dite.

§ 482. Le tableau suivant résume la constitution du groupe de la *craie* dans les diverses stations où nous venons de l'étudier.

	ENTREMONT, CHARTREUSE.	ENVIRONS DE GRENOBLE.	VILLARD DE LANS, VERCORS.
CRAIE UPÉRIEURE.	Calcaires compactes durs, remplis de <i>silex</i> , et calcaires crayeux à <i>Belemnitella mucronata</i> , <i>Ananchytes ovata</i> , etc.	Calcaires à <i>silex</i> , compactes, blanchâtres, sans fossiles.	Calcaires à orbitolites. Calcaires à grandes huîtres. <i>Calcaires à silex</i> , compactes, blanchâtres, sans fossiles.
CRAIE MOYENNE.	Calcaires marneux, crayeux ou compactes, avec <i>Hamites</i> , <i>Inoceramus problematicus</i> , <i>Micraster brevis</i> (?), etc.	<i>Lauzes</i> de structure grenue. avec <i>grains verts</i> et quelques <i>silex</i> ; <i>lauzes</i> sableuses ou argileuses, avec <i>inocérames</i> ; grès à ciment calcaire (pavés); pierre à chaux hydraulique des Côtes de Sassenage.	
CRAIE INFÉRIEURE.	Manque.	Manque.	Sables et grès blanchâtres ou diversement colorés. Sables verts à <i>Ammonites varians</i> (la Fauge). Grès vert à grandes turritiles, <i>Discoidea cylindrica</i> , etc.; la Fauge, Saint-Agnan. — Sables verts équivalents des bords de la Bourne.
GAULT.	Petite couche sableuse à fossiles <i>phosphatés</i> , plus ou moins roulés: les Ravix, le Rimet, etc. Assise de calcaires <i>lumachelles</i> , à débris d'encrines et d'oursins; couche fossilifère du Haut-Méaudret.		

Ce tableau met en évidence des variations considérables dans le développement et les caractères des trois étages de la *craie*; l'étage inférieur, le plus puissant dans le Vercors et même au Villard de Lans, paraît manquer dans les stations

plus septentrionales ; l'étage moyen et l'étage supérieur, en grande partie formés de calcaires *crayeux*, à Entremont et dans les montagnes de la Chartreuse, ne présentent plus, ailleurs, que des roches dures et compactes, presque toujours sans fossiles. Si on essaie de suivre ces deux étages sur d'autres points, on reconnaît encore d'autres variations.

Ainsi, dans la vallée de Rencurel, entre le Rimet et le Pas-de-l'Echelle, la *craie moyenne* et la *craie supérieure* sont représentées par un groupe de calcaires durs, grenus, en couches minces, généralement d'un blanc pur, dont la partie inférieure est sans silex et la partie supérieure remplie de ces rognons. Ce groupe de couches repose sur le *gault*. L'épaisseur de l'ensemble va en diminuant rapidement à mesure qu'on approche du Pas-de-l'Echelle ; là, on peut voir toute la série crétacée, supérieure au terrain néocomien, réduite à une épaisseur de 10 à 15 mètres au plus : 1° un banc de lumachelles reposant sur le calcaire à caprotines et représentant le *gault* ; 2° quelques lits minces de calcaire dur, avec des huîtres (*Ostrea columba* ?) ; 3° des couches remplies de *silex*, sur lesquelles repose immédiatement la *mollasse* coquillière.

Quelques lambeaux d'un ensemble encore plus mince de couches analogues (*lauzes* et *calcaires à silex*), se rencontrent entre Montaud et Veurey, sur le prolongement de la même vallée ; et de l'autre côté de l'Isère, toujours dans la même direction, à Malossane, près Voreppe, et à Saint-Julien-de-Raz, sur le bord de la route de la Placette. — Enfin, au nord de Saint-Laurent-du-Pont, nous retrouvons encore, au Châtelard, commune de Saint-Christophe, un petit affleurement de *lauzes*, qui se rattache, au bord du Guiers-Vif, aux *lauzes* beaucoup plus développées de la vallée de Couz (Savoie).

Ainsi, sur toute la ligne allant des Echelles à Rencurel, on rencontre encore des lambeaux du terrain de *craie* ; mais ils sont remarquables par leur très-faible puissance, comparativement à celle que ce même terrain présente, un peu plus à

l'est, sur la ligne d'Entremont au Villard de Lans et à la Chapelle en Vercors.

Plus loin vers le sud-ouest, le terrain de craie est aussi représenté par une épaisseur peu considérable de *lauzes* et de calcaires sableux, depuis Léoncel jusqu'au dessus du Plan-de-Baix; il repose sur les derniers vestiges de *gault* (§ 172), à la Vacherie, et sur les marnes *aptiennes* entre le Chaffal et le Plan de Baix.

4° *Massif de la Croix-Haute et du Dévoluy.*

§ 183. — Le val de Lus la Croix-Haute est circonscrit de tous côtés par une enceinte uniforme de roches calcaires, dont les couches plongent de toutes parts vers le centre de ce bassin. On peut facilement les étudier dans la gorge étroite où la grande route s'engage, en aval de Lus, jusqu'à la limite des Hautes-Alpes: elles forment un groupe très-puissant de roches dures, nettement stratifiées, en bancs minces (C, fig. 22, § 167) qui repose sur les marnes aptiennes (G'), dans la combe du Rose et au fond du vallon de Rioufroid. Les assises inférieures sont surtout des calcaires très-sableux ou des grès à ciment calcaire; puis viennent des calcaires moins sableux ou un peu argileux, grenus ou compactes, souvent remplis de grains verts; enfin des calcaires siliceux, avec des veines et des rognons de silex qui sont de plus en plus abondants à mesure qu'on remonte la série des couches. Je n'ai trouvé dans tout ce groupe aucune fossile déterminable; mais par sa position et par les caractères minéralogiques de ses diverses assises, cette série paraît correspondre parfaitement aux *lauzes* et aux *calcaires à silex* de Fontaine et du Villard de Lans, c'est-à-dire à la *craie moyenne* et à la *craie supérieure*. Comme au Villard de Lans, on trouve de grandes huîtres, à test très-épais, dans les couches tout à fait supérieures, qui

forment les parois du bassin de Lus et sur lesquelles s'appuient les sables et argiles tertiaires (S) dont nous parlerons plus loin.

Ce groupe de roches dures, rappelle donc complètement la composition du groupe de la *craie* aux environs de Grenoble, mais avec une puissance plus grande et une dureté plus uniforme : en raison de cette dureté et de l'énorme épaisseur de leur ensemble qui est au moins de cinq cents mètres, ce système de couches forme tous les grands rochers du pays ; et les crêtes constituées par les calcaires néocomiens supérieurs ne leur sont nullement comparables.

Dans la moitié nord du contour du bassin de Lus, à la Croix-Haute et sur la route du col de Grimone, le groupe de la *craie* paraît reposer immédiatement sur le calcaire *néocomien* supérieur ; les marnes *aptiennes* et le *gault* paraissent manquer complètement. — A Glandage, on retrouve, comme nous l'avons vu, les *marnes aptiennes* et elles s'enfoncent à l'ouest, sous une masse énorme de couches dures, représentant encore le *groupe de la craie*, entièrement semblables à celles des gorges du Buech et de Rioufroid, dans la coupe précédente. Ces roches de la *craie* supportent les plateaux de Creyers et de Boulc, entre lesquels la route s'enfonce dans les étroites gorges du Bez ; ce défilé présente exactement, mais avec une grandeur plus sauvage, l'aspect des gorges d'Engins, creusées dans des couches correspondantes (§ 171 ; pl. III, fig. 5).

§ 184. — Aux environs de Veynes, le *groupe de la craie* montre encore à peu près les mêmes caractères. Veynes est sur l'étage *oxfordien* ; en sortant par la route de Gap, on aperçoit bientôt, sur la gauche, les marnes et calcaires bleuâtres de l'étage *néocomien inférieur*, puis les marnes *aptiennes*, noires et ravinées, à Châteauvieux, enfin une grande masse rocheuse qui répond au groupe de la *craie* et qui domine l'auberge de la Madeleine. En quittant ici la route pour prendre

le chemin de la Cluse en Dévoluy, on peut étudier la structure de ce groupe. Les assises inférieures sont principalement des grès et des calcaires très-sableux, souvent chlorités, avec des fossiles peu déterminables (*Ostrea columba* ?). Les assises supérieures sont pétries de silex, de teintes diverses, généralement grisâtres et non plus blanches comme les calcaires à silex des localités ci-dessus. Au-dessus de ces assises siliceuses, sans fossiles, on retrouve des couches plus tendres, sableuses; une des dernières est remplie d'*Ostrea vesicularis*, Lam. Immédiatement au-dessus, viennent des conglomérats, des argiles et des calcaires de teintes diverses, appartenant à une formation tertiaire d'eau douce (S).

En poursuivant ce chemin, on traverse de nouveau, à deux reprises, la série des terrains crétacés, aux deux issues du cirque de Vaux, puis on retrouve, à la Cluse, une section encore plus nette de ces divers terrains, dans la coupure transversale ou *cluse* à laquelle ce village doit son nom. La fig. 23, p. 323, indique la disposition des terrains dans cette coupe.

A l'est de la Cluse s'élèvent, comme l'indique cette figure, les escarpements gigantesques qui terminent, de ce côté, la masse du mont Arouse. Cette grande montagne est entièrement formée de couches à peu près horizontales, très-nettes, d'une épaisseur à peu près uniforme d'environ 0^m, 2 : ce sont des calcaires très-durs, d'un gris foncé, imprégnés de silice et renfermant de nombreux lits de rognons de silex ou des bandes aplaties de même nature. Au sommet le plus élevé (Pic de Bure, 2715 m.), cette série se termine par une assise de calcaire moins dur, un peu chlorité, dont certaines couches sont remplies de petits bryozoaires et contiennent en abondance l'*Ostrea vesicularis*, Lam.

Du côté de la Cluse, le mont Arouse est terminé par une faille (fig. 23), et du côté de Saint-Etienne les calcaires à silex s'enfoncent comme nous le verrons, sous des calcaires à *nummulites* plus récents. Mais en descendant du Pic de Bure à la

Roche-des-Arnauds ou à Veynes, on reconnaît que ce grand étage de *calcaires à silex* repose sur le terrain *néocomien*. D'après cette superposition, d'après ses caractères minéralogiques et ses fossiles, le grand étage des *calcaires à silex* de l'Aurouse ne peut encore être rapporté qu'au *groupe de la craie*; je le regarde comme représentant surtout l'étage de la *craie moyenne* et peut-être aussi la base de la *craie supérieure*.

Toutes les grandes crêtes qui forment l'enceinte du Dévoluy et dont l'altitude est, en général, de plus de 2000 mètres, sont constituées par ces mêmes *calcaires à silex*. A l'extrémité N. N. O. du plateau, le Mont-Obiou s'élève à 2793 mètres, comme l'Aurouse au S. S. E., à 2745 : l'Obiou est encore formé par ces *calcaires à silex*, en couches à peu près horizontales, reposant, du côté de Mens, sur le terrain néocomien, celui-ci sur le terrain jurassique du Mont-Châtel (§ 144).

A la limite orientale du Dévoluy, dans les hautes crêtes qui regardent Corps et Saint-Bonnet, les terrains crétacés inférieurs paraissent manquer complètement et les *calcaires à silex* C, reposent directement, *en stratification discordante*, sur les *calcaires oxfordiens* J². Ce fait remarquable se voit bien au col du Noyer, chemin de Saint-Etienne-en-Dévoluy à Saint-Bonnet: la fig. 26 montre cette superposition telle qu'on la voit sur la droite, au col même.

Est.

Ouest.

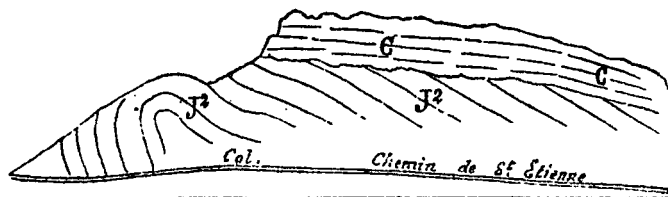


FIG. 26. — Aspect géologique du côté méridional de la cluse, au col du Noyer, en Dévoluy
— J², calcaire oxfordien; C, craie à silex.

De même, en descendant du Dévoluy à Corps par la gorge de la Souloize, on traverse l'épaisseur des *calcaires à silex C*, en couches faiblement inclinées ; puis, bien avant d'arriver à la Posterle, par la rive gauche, ou au Monestier-d'Ambel, par la rive droite, on rencontre immédiatement les calcaires jurassiques J², en couches fortement redressées.

C'est la seule partie du Dauphiné où le dépôt de la *craie* se soit étendu au-delà des limites de celui du terrain *néocomien* et repose sur des couches *jurassiques* déjà bouleversées. Partout ailleurs, il y a parallélisme de stratification entre les terrains crétacés et les calcaires jurassiques sur lesquels ils s'appuient (§ 153).

5° Partie méridionale du département de la Drôme.

§ 185. — Le type le plus complet du *groupe de la craie*, dans la partie du Dauphiné située au sud du cours de la Drôme, se trouve dans les environs de Dieulefit. Cette ville est placée au centre d'un bassin elliptique assez vaste, limité par une enceinte continue de crêtes calcaires, dont les couches plongent uniformément vers l'intérieur du bassin et présentent une coupe abrupte vers l'extérieur. Les assises inférieures peuvent être étudiées à la base de ces escarpements extérieurs ; elles sont particulièrement bien distinctes et riches en fossiles du côté de Vesc. Les assises supérieures forment les flancs et le fond du bassin, au centre duquel, entre Dieulefit et le Poët-Laval, elles sont recouvertes par un dépôt tertiaire d'eau douce (S).

Sur le pourtour extérieur du massif de Dieulefit, l'ensemble de ces assises repose constamment sur les marnes *aptiennes* : ces marnes sont surtout très-développées du côté nord, à Châteauneuf-de-Mazenc, Eyzahut, Comps et Vesc. Immédiatement au-dessus de ces marnes, on peut reconnaître facilement, au S. O. de Vesc, la série d'assises suivante :

1° *Craie inférieure* marneuse, grisâtre, assez tendre, avec fossiles abondants : *Turrilites costatus*, Lam.; *Ammonites varians*, Sow.; *A. rothomagensis*, Lam.; *A. Mantelli*, Sow.; *Hamites* indét.; *Inoceramus*, plusieurs espèces; *Holaster subglobosus*, Ag.; *H. suborbicularis*, id.; ce dernier oursin est de grande taille, atteignant jusqu'à 0m. 40 de diamètre.

2° *Grès verts*, à ciment calcaire, peu consistants, devenant rougeâtres par altération à la surface; cette assise forme une zone continue, très-reconnaissable de loin à sa structure et aux couleurs vives de ses roches.

3° Calcaires durs, marneux ou sableux, en bancs minces, analogues aux *lauzes* de Grenoble; quelques empreintes d'inocérames (*I. problematicus*, d'Orb.). Ces roches, plus solides que les assises inférieures et aussi que celles qui les recouvrent, forment généralement les crêtes des montagnes qui circonscrivent le bassin de Dieulefit; ainsi, les crêtes des montagnes du Poët et de Dieu-Grâce, le sommet de Mialandre, etc. Les assises suivantes se voient donc sur les versants intérieurs des mêmes crêtes, au Poët-Laval, à Dieulefit, entre Vesc et Montjoux, etc.

4° Calcaires crayeux blanchâtres, souvent un peu sableux, avec rognons de silex blonds ou noirs, plus ou moins abondants; assise puissante dont certaines couches sont exploitées comme pierre de taille tendre, à Montjoux, sur le flanc de Dieu-Grâce, etc. Cette assise contient des fossiles remarquables qui abondent surtout dans les couches inférieures : *Ananchytes gibba*, Lam. (généralement de petite taille); *Micraster brevis*, Ag.; *M. cor-testudinarium*, id.; *Galerites vulgaris*, Lam.; *Terebratula carnea*, Sow.; *Rhynchonella Cuvieri*, d'Orb.? *Spondylus spinosus*, Desh.; *Inoceramus* indét.; *Pleurotomaria* indét. Quand les couches contiennent peu de rognons de silex, ces fossiles sont peu ou point siliceux; mais quand les rognons de silex sont abondants, les moules d'oursins sont souvent siliceux ou au moins leur test est sili-

cifié. Les localités où les fossiles de cette assise se rencontrent plus particulièrement sont celles du versant sud de la chaîne du Poët, sur les communes du Poët-Laval, de Dieulefit et de Vesc, jusqu'à la Penne, au S. de ce dernier village.

5° Grès jaunâtres ou verdâtres, à ciment calcaire, peu solides; sables très-peu cohérents, jaunâtres ou blancs. Cette assise se lie à la précédente par des alternances de grès et de calcaires sableux blanchâtres: les sables dominent dans la partie supérieure. Ces couches paraissent très-pauvres en fossiles; près de Dieulefit, sur la route de Bourdeaux, on y a trouvé des traces d'empreintes végétales (fucoïdes?) et des huîtres (*Ostrea columba*, Deffr. ?).

Cette assise sableuse forme presque tout l'intérieur du bassin de Dieulefit, depuis le Poët-Laval jusqu'au Serre du Ture, col conduisant à Montjoux. A Dieulefit, on a creusé dans ces sables de grandes caves pour l'emmagasinage des poteries. Entre Dieulefit et le Poët-Laval, cette assise de sables est en partie recouverte par la suivante.

6° Grès à ciment calcaire, d'un vert d'herbe, devenant jaunâtre par altération: ce grès ressemble beaucoup à la roche contenant les fossiles bien connus d'Uchaux (Vaucluse), et on y trouve les mêmes espèces; les plus abondantes sont: *Acteonella lævis*, d'Orb.; *Arca Matheroniana*, id.; *Arco-pagia numismalis*, id.; *Trigonia scabra*, Lam.; *Janira quadricostata*, d'Orb. (*Pal. fr.*); *Ostrea columba*, var. jeune, à crochet strié; *Trochosmilia compressa*, Edw. et Haime. J'ai trouvé aussi dans ces couches l'*Ananchytes gibba*, Lam. Citons encore quelques espèces d'*Ammonites* qui paraissent nouvelles et un fossile très-remarquable *Ceratites Robini*, Thioll. sp., spécial à ces localités, où il a été découvert par M. l'abbé Robin, curé de Dieulefit. Toutes ces espèces appartiennent aux couches les plus élevées de l'assise en question: en dessous, vient une couche où l'on rencontre surtout l'*Ostrea columba* de petite taille; et une autre couche remar-

quable par l'abondance de bryozoaires dont elle est remplie et qui paraissent d'ailleurs être tous de la même espèce. On peut facilement étudier ces couches sur le plateau des Rouvières, au nord de Dieulefit, où elles s'étendent horizontalement au-dessus des sables de l'assise précédente; ou bien entre Dieulefit et le Poët-Laval, à la base de la montagne du Poët, où elles sont assez inclinées et plongent au sud sous les terrains tertiaires d'eau douce (S) de la colline de la Plate.

La fig. 27 représente la disposition de ces diverses assises du groupe de la *craie*, dans la coupe transversale de la montagne du Poët, à égale distance de Dieulefit et du Poët-Laval.

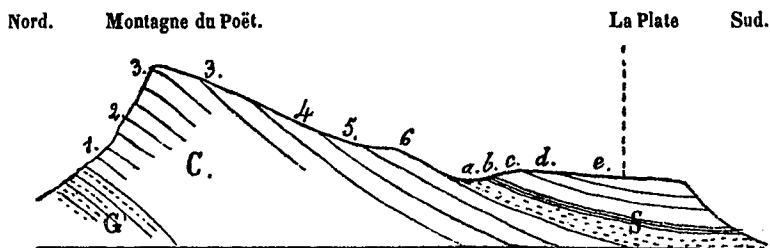


FIG. 27. — Coupe de la montagne du Poët et de la colline de la Plate, près Dieulefit; profil pris du village du Poët-Laval. — S, terrain tertiaire d'eau douce; C, craie; G', marnes aptiennes (versant nord de la crête).

Les numéros 1, 2, 3, 4, 5, 6, désignant les diverses assises de la *craie*, correspondent aux six numéros d'ordre de la description précédente.

La fig. 28 montre la superposition de la *craie inférieure* (C, n° 1) aux marnes *aptiennes* (G'), au col entre Comps et Vesc, la localité la plus riche en fossiles de la *craie inférieure*.

Le grès vert de Dieulefit (n° 6), caractérisé par ses nombreux fossiles, qui sont les mêmes que ceux des grès d'Uchaux et autres environs de Bollène (Vaucluse), est l'assise la plus

élevée de la série de la *craie* que l'on rencontre dans le bassin de Dieulefit ; et il en est de même dans tout le midi du département, comme on va le voir par les détails qui suivent. Ce grès vert (n° 6) et les sables (n° 5) qui viennent au-dessous

S.-O.

N.-E.

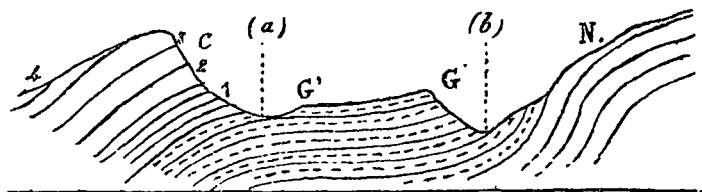


Fig. 28. — Coupe transversale du bassin de Vese, au N.-O. de l'église; a, col conduisant de Vese à Comps; b, fond du valton descendant vers Crupies. -- N, terrain néocomien, G', marnes aptiennes; C, craie.

sont incontestablement supérieurs aux calcaires crayeux, blanchâtres à *Ananchytes gibba*, Lam., *Micraster brevis*, Ag., *Galerites vulgaris*, Lam., etc. Il faut donc se garder de confondre ces calcaires blancs à silex, crayeux ou compactes, du midi de la Drôme, avec les calcaires à silex des massifs de la Chartreuse et du Villard de Lans. Ceux-ci, comme on l'a vu, appartiennent à la *craie supérieure* (*craie blanche* du bassin de Paris); ceux de Dieulefit ne contiennent que des fossiles de la *craie moyenne* (*craie marneuse* du bassin de Paris) et sont recouverts par des assises de sables et de grès vert (n°s 5 et 6), qui appartiennent encore certainement à ce même étage. L'étage de la *craie supérieure* manque complètement dans ces localités.

§ 486. — Pour confirmer ces conclusions, suivons le terrain de *craie* sur d'autres points du midi de la Drôme. Si de Dieulefit on se rend à Nyons, par Montjoux, on voit que les couches

de sables (n° 5) qui forment la base de la colline des Rouvières occupent tout le fond de la vallée de Dieulefit et qu'elles se relèvent au midi, sur le flanc de la montagne de Dieu-Grâce, comme au nord, sur celui du Poët (pl. III, fig. 7). Ces sables s'étendent jusqu'au Serre du Ture, col conduisant à Montjoux. Au-dessous, on voit apparaître les calcaires crayeux, plus ou moins sableux, avec silex noirs (n° 4), que l'on exploite comme pierre de taille, en face de Montjoux : j'y ai trouvé le *Micraster brevis* et l'*Ananchytes gibba*. Le Lez est encaissé dans une gorge étroite creusée dans ces calcaires (n° 4) et dans les *lauzes* dures (n° 3); ces deux assises forment, sur la rive droite, tout l'escarpement de Dieu-Grâce; elles s'étendent vers l'O. en s'abaissant et forment le plateau d'Aleyrac. A Béconne, on atteint la *craie inférieure*, qui devient de ce côté sableuse et verdâtre, comme celle du Villard de Lans : j'y ai trouvé *Holaster suborbicularis* Ag. Puis on arrive aux marnes aptiennes (G'), en partie recouvertes, sur la rive gauche, par des nappes caillouteuses d'alluvions anciennes (A'). Enfin, à la Roche Saint-Secret, on a les calcaires *néocomiens* (N¹) avec *Crioceras Duvalii*, *Ammonites subfimbriatus*, etc.

Des coupes semblables peuvent être suivies avec le plus grand détail dans la gorge de l'Aygues, entre Nyons et les Piles (fig. 29) et dans celle de l'Ouvèze, entre Mollans et le

S.-O.

N.-E.

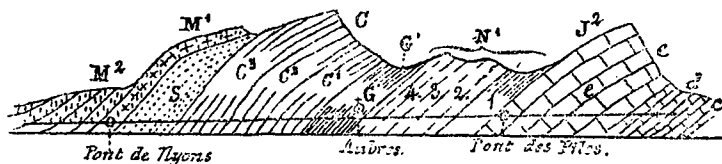


FIG. 29. — Coupe de la gorge de l'Aygues, au-dessus de Nyons; échelle $\frac{1}{80000}$. — J², étage oxfordien, subdivisions c, d, e (§ 139); N¹, néocomien inférieur, subdivisions 1, 2, 3, 4 (§ 157); G', marnes aptiennes; C¹, craie chloritée sableuse; G², craie moyenne (*lauzes*) à inocérames; C³, craie moyenne à silex, n° 4 de Dieulefit; S, sables bigarrés tertiaires; M¹, mollasse inférieure; M², mollasse supérieure.

Buis. Dans cette dernière, en face du point où l'Ouvèze reçoit le ruisseau de Plaisians, on aperçoit, au bord de la route, une couche de craie sableuse, grisâtre, pétrie de *Galerites vulgaris* Ag. Cette couche appartient à la partie moyenne du terrain de *craie*; elle repose presque immédiatement sur une assise de *craie chloritée* sableuse, avec *Holaster suborbicularis*, Ag. Un peu plus loin, à Eygaliers et près du hameau de Bluye (commune de Plaisians), j'ai trouvé *Holaster subglobosus*, Ag. et *Ammonites Mantelli*, Sow. La *craie chloritée* qui renferme ces fossiles sert de base à une assise de marnes contenant une couche d'argile noire bitumineuse, d'environ deux mètres, où l'on a tenté, sans succès, d'exploiter des indices de *lignite*.

Toutes les grandes crêtes de cette partie méridionale du département, la crête de Bluye, le Mont-Ventoux, etc., sont formées par une longue série de calcaires plus ou moins sableux, plus ou moins remplis de rognons de silex, qui rappellent entièrement ceux de la crête du Poët. Ces assises dures ont pour base la *craie chloritée* bien caractérisée, généralement sableuse et verdâtre. Aux environs de Nyons et dans toutes les montagnes des Baronnies, il est assez difficile de reconnaître la limite entre cet étage et l'étage *aptien* qui lui sert de base; car celui-ci présente, comme nous l'avons vu, des couches sableuses verdâtres, entremêlées à ses marnes d'un bleu noir, et il est du reste beaucoup moins épais qu'aux environs de Bourdeaux, de Vesc, etc. Aussi les marnes *aptiennes* et la *craie chloritée* sont, en général, réunies en un même talus ou une même *combe*, entre les assises du terrain *néocomien* qui les supporte et celles de la *craie moyenne*, qui les couronnent de crêtes aigues ou de chapeaux abrupts.

§ 187. — Dans une autre direction, au nord du massif de Dieulefit, les crêtes si remarquables qui circonscrivent de toutes parts le bassin de la forêt de Saou (pl. III, fig. 7) sont

formées d'une épaisse série de grès et de calcaires sableux ou remplis de silex, qui correspondent aux assises n^{os} 2, 3 et 4 de la coupe du Poët. Au pourtour extérieur, on voit ces roches reposer sur la *craie inférieure* chloritée; au Pas de Lauzun, par lequel on descend sur Aouste, celle-ci présente des grès verts avec *Holaster subglobosus*, Ag., et des couches marneuses à *Ammonites varians*, comme celles de Vesc (n^o 1). Au-dessous, on rencontre une couche sableuse de *gault*, G, (§ 174), et les marnes *aptiennes*, G', constituant tous les grands talus à ravins noirs qui servent de base aux assises précédentes, soit du côté de Saou et de Bourdeaux, soit en regard de la vallée de la Drôme. — Dans l'intérieur du bassin, vers lequel les assises dures des crêtes (n^{os} 3 et 4), plongent de toutes parts, on trouve des couches sableuses supérieures contenant quelques fossiles, entre autres *Janira quadricostata*, d'Orb. (*Pal. fr.*). Ces couches doivent correspondre aux assises n^{os} 5 et 6 de Dieulefit; elles sont en grande partie cachées par les éboulements et les bois, et paraissent du reste recouvertes immédiatement par une formation tertiaire lacustre (S), analogue à celle de Dieulefit.

§ 188. — Le long de la vallée du Rhône, au sud de Montélimar, le groupe de la *craie* est surtout représenté par un grand développement de sables et de grès verdâtres ou jaunâtres, souvent ferrugineux (Allan, Roussas, Valaurie, Saint-Paul-trois-Châteaux, etc.). Ces assises sableuses correspondent à la *craie inférieure* ou *craie chloritée*. Au S. E. de Montélimar, elles reposent sur les marnes *aptiennes* de la vallée du Jabron, ou semblent s'appuyer immédiatement sur les calcaires à caprotines (N²) de Reaucoule, de Rac, etc. (§ 165).

Les environs de Saint-Paul-trois-Châteaux sont des localités classiques pour l'étude de ces assises sableuses correspondant à la *craie inférieure*, et d'autres assises, sableuses aussi, représentant la *craie moyenne*. L'étage des marnes *aptien-*

nes se montre, comme nous l'avons dit (§ 470), au quartier de la *Leuze*, à l'O. de Clansayes. Au-dessus, viennent des grès jaunâtres ou chlorités formant la base de la colline de Venterol : une partie de ces grès pourrait peut-être représenter le *gault*. Le reste de la colline est formé d'une grande masse de sables et de grès ferrugineux, contenant des fossiles du *gault*, remaniés et roulés, dans les ravins de Gaspardoux. Nous regardons ces sables comme faisant déjà partie de la *craie inférieure*. En avançant vers le village de Clansayes, on voit que ces sables ferrugineux sont recouverts par d'autres assises de craie chloritée sableuse, où l'on trouve beaucoup de fossiles, particulièrement *Ammonites Mantelli*, Sow.; *Ancylloceras* indét.; *Spondylus striatus*, Goldf.; *Ostrea carinata*, Lam.; *Holaster suborbicularis*, Ag., *Hemiaster bufo*, id.; *Micraster distinctus*, id.; *Catopygus carinatus*, id.; etc. En laissant Clansayes à gauche et continuant à monter dans la direction du S. E., on traverse une série de couches sableuses plus dures, sans fossiles, en partie recouvertes par une bande de *mollasse*, qui forme la bordure du plateau. Bientôt on arrive sur le plateau de Pansier, formé de grès blanchâtres à ciment calcaire, qui contiennent beaucoup de graviers quartzeux et des rognons de silex : ces grès renferment abondamment des galérites (*Galerites vulgaris*, Ag.; *G. subrotunda*, id.; *G. albo-galerus*, id.), avec plusieurs autres genres d'échinides et des térébratules peu déterminables. Cette craie sableuse à galérites correspond à celle de la vallée de l'Ouvèze (§ 486) et à l'assise n° 3 de la série de Dieulefit (§ 485); elle appartient donc à la *craie moyenne* : c'est la couche crétacée la plus élevée que l'on rencontre sur ce plateau.

Au midi de Saint-Paul-trois-Châteaux, les assises sableuses de la *craie inférieure* s'étendent dans la direction de Bollène et s'enfoncent sous une série de couches de calcaires sableux et de grès qui se recouvrent successivement, en plongeant généralement vers le S. E., entre Bollène et Uchaux. Ces

couches représentent l'étage de la *craie moyenne*, terminé par les grès qui contiennent le célèbre gisement de fossiles d'Uchaux, et qui correspondent exactement au grès vert (n° 6) de l'assise crétacée la plus élevée de Dieulefit (§ 185). Nous ne connaissons dans ces localités, non plus que dans tout le département de Vaucluse et la Provence, aucune assise que l'on puisse assimiler positivement à la *craie blanche*.

RÉSUMÉ GÉNÉRAL DE LA DISTRIBUTION DES TERRAINS CRÉTACÉS.

§ 189. — Les détails que nous venons de donner sur les divers étages des terrains crétacés montrent qu'ils sont loin d'être répartis uniformément dans toute la région des chaînes secondaires du Dauphiné. Chacun de ces étages manque ou n'a qu'un développement incomplet, sur des portions plus ou moins considérables de cette région ; chacun d'eux présente de grandes variations d'épaisseur, d'aspect et de composition minéralogique, souvent aussi des variations correspondantes dans ses fossiles caractéristiques. La série crétacée n'est complète nulle part : c'est ainsi que, dans le massif de la Chartreuse, nous ne trouvons ni l'étage *aptien*, ni la *craie inférieure* ; tandis que, dans la plus grande partie du midi de la Drôme, nous ne rencontrons ni l'étage *néocomien supérieur*, ni le *gault*, ni la *craie supérieure*. Ces faits tendent à montrer que, dans le cours de la période crétacée, les eaux de la mer ont, à plusieurs reprises, envahi ou abandonné les diverses parties de notre région ; et que, à chaque époque en particulier, elles offraient, d'un point à l'autre, des variations considérables dans leur profondeur et les autres circonstances qui peuvent influencer sur la nature et l'épaisseur des dépôts, et sur la distribution des animaux marins.

Les premiers dépôts *néocomiens*, les marnes à *Belemnites latus*, etc., ont été formés par une mer qui, venant du midi, arrivait jusque dans le massif de la Chartreuse; un peu plus tard, elle envahit la Savoie occidentale, le Jura méridional, et dépose les *calcaires néocomiens inférieurs* (calcaires du Fontanil, étage *valanginien* des géologues suisses). La plus grande extension de la mer *néocomienne* a lieu pendant l'époque des *Belemnites pistilliformis* et *dilatatus*, du *Crioceras Duvalii* et des nombreuses ammonites qui les accompagnent; cette faune de céphalopodes continue probablement à vivre dans la haute mer, tandis que, dans les parages littoraux et peu profonds, se développe la faune des marnes à *Toxaster complanatus*, caractérisant la dernière partie de l'étage *néocomien inférieur* et la seule qui se soit étendue jusque dans la Haute-Saône. — Alors les dépôts néocomiens paraissent être mis à sec sur quelques parties de leur étendue, par exemple sur une large bande s'étendant de Crest à Montbrun, par Dieulefit et Nyons, et s'élargissant du côté de Serres et de Laragne; ces îles échappent aux dépôts de l'étage néocomien supérieur, qui consistent soit en calcaires purs, avec *caprotines*, soit en calcaires magnésiens et en calcaires marneux avec *orbitolines*, très-inégalement développés.

A l'époque suivante, les dépôts *néocomiens* sont à sec sur toute l'étendue qui dépend aujourd'hui du bassin hydrographique de l'Isère (Chartreuse, Lans, Royans, Vercors); tandis que, dans le midi de la Drôme, dans le bassin du Buech, etc., ils sont submergés et recouverts par le dépôt des *marnes aptiennes*. — Puis une nouvelle oscillation du sol détermine une distribution précisément inverse des terres et des mers, et le dépôt du *gault* se fait exclusivement dans les parties qui ont échappé à celui des marnes *aptiennes*.

La *craie inférieure* recouvre indifféremment les marnes *aptiennes* ou le *gault*, et s'étend du littoral de la Méditerranée jusqu'aux environs de Grenoble, mais laisse à nu le massif de

la Chartreuse et probablement toute la Savoie. Le domaine de la mer s'accroît progressivement jusqu'à la fin du dépôt de la *craie moyenne* ; il envahit, dans le Dévoluy, des plages *néocomiennes* et même des collines de calcaires *jurassiques* bouleversés, qui étaient depuis longtemps à sec (§ 184) ; il s'étend sur le massif de la Chartreuse et la Savoie occidentale. Mais cette extension maxima de la *mer crayeuse* coïncide probablement avec une diminution générale de profondeur et est suivie de l'émersion de la plus grande partie de son lit : la *craie supérieure*, à *Belemnitella mucronata*, ne paraît s'être déposée que dans un bras de mer très-resserré, couvrant l'emplacement du massif d'Entremont et de la Chartreuse, et s'étendant très-probablement, au sud, par le Villard de Lans et St-Agnan en Vercors, jusqu'à Lus-la-Croix-Haute et peut-être sur une partie du Dévoluy. D'autre part, ce même bras de mer paraît s'être prolongé à travers la Savoie, par les Bauges et les environs d'Annecy : mais l'extension du dépôt dans cette direction n'est signalée que par quelques lambeaux épars, bien plus restreints encore que ceux de la *craie blanche* de la Chartreuse (1).

§ 190. — Les faits que nous essayons de résumer dans le paragraphe précédent nous paraissent indiquer que le fond de la mer, dans notre région, pendant la période crétacée, n'était pas parfaitement horizontal et présentait des ondulations très-sensibles ; qu'il a subi, à diverses reprises, dans ses diverses parties, des *soulèvements* ou des *affaissements*, des *émersions* ou des *submersions* réitérées. Cependant, toutes les assises crétacées sont superposées en couches sensiblement parallèles : elles ne présentent nulle part aucune différence appréciable d'inclinaison. Ainsi tous ces mouvements du fond de la mer se sont faits sans dislocations ni redressements sensibles des

(1) G. de Mortillet, *Géologie de la Savoie*, chap. 14.

couches : ils n'ont produit aucune chaîne de montagnes, mais seulement des ondulations d'une pente insensible à l'œil sur une faible étendue : ces mouvements se sont faits, probablement, d'une manière lente, tranquille, comme nous l'avons supposé déjà pour ceux qui ont eu lieu pendant la période jurassique et celui qui a amené l'invasion de la mer néocomienne (§§ 150 et 153).

La configuration montagneuse des divers massifs de la région des chaînes secondaires résulte de phénomènes postérieurs au dépôt des dernières couches crétacées que l'on rencontre dans chacun de ces massifs : nous verrons bientôt qu'on peut établir, pour la plupart d'entre eux, que le redressement des couches n'a eu lieu qu'à des époques géologiques bien moins anciennes encore.

MATIÈRES EXPLOITABLES DES TERRAINS CRÉTACÉS.

§ 191. — Les terrains *crétacés* du Dauphiné ne renferment qu'un petit nombre de matières exploitables : ils fournissent surtout des *pierres de construction* et quelques *chaux hydrauliques* de très-bonne qualité.

Les carrières du Fontanil, près Grenoble, sont ouvertes dans les *calcaires néocomiens inférieurs*, dont nous avons indiqué les caractères (§ 159) : les bancs sont très-réguliers, de 0 m. 30 à un mètre d'épaisseur, et séparés par de petits lits marneux ; cette disposition et une inclinaison régulière d'environ 20° facilitent beaucoup l'exploitation. Le calcaire est d'une structure grenue, à demi oolithique ; il est coloré en bleu par du sulfure de fer et devient jaunâtre, par places, par la transformation de ce sulfure en peroxyde hydraté. Ces pierres sont d'une taille facile, en générale très-saines et peuvent être extraites de très-grandes dimensions ; malheureusement elles sont toujours un peu argileuses et plus ou moins gélives.

Dans la même assise sont ouvertes les carrières de Pique-pierre, près Grenoble, et de la source sulfureuse de l'Echaillon (§ 158), exploitées seulement pour moëllons et enrochements.

Les *calcaires à caprotins*, de l'étage *néocomien supérieur*, fournissent la belle pierre de taille dite de *Sassenage*. La plupart des pierres taillées aux Côtes de Sassenage, surtout celles d'un grain fin et d'un

beau blanc, susceptibles de poli, ne proviennent pas de roches en place, mais d'un énorme amas de blocs néocomiens de toutes dimensions, qui couvre une partie du plateau des Côtes et sur l'origine duquel nous reviendrons plus tard. Les carrières ouvertes dans la roche en place sont d'une exploitation coûteuse et ne donnent pas, jusqu'ici, d'aussi belles pierres : ces carrières sont situées entre Sassenage et Noyarey, entre Sassenage et Fontaine; à Rochepleine, sur Saint-Egrève; à Voreppe, à Veurey, à Saint-Quentin, à Saint-Gervais, etc. Dans beaucoup d'autres localités, on exploite les blocs de calcaire néocomien supérieur, tombés des crêtes. — A Chichiliane, on a taillé, pour les travaux d'art de la route de la Croix-Haute, les *dolomies* du même étage (§ 166).

Les *calcaires à criocères*, de l'étage *néocomien inférieur*, sont exploités, dans la Drôme, comme pierres de taille et surtout comme pierre à chaux hydraulique. Les principales carrières de pierres de construction sont à N.-D. du Monceau, au S.-E. de Montélimart, et aux environs de Marsanne et de Loriol; il en existe de plus importantes, dans les mêmes calcaires, à Cruas (Ardèche). — Les couches à *chaux hydraulique* appartiennent à la partie inférieure de la même assise; elles sont exploitées sur une échelle immense, au Teil (Ardèche) et aux environs de Loriol et de Montélimart (voir p. 288).

Nous avons signalé (p. 297) le gisement des couches à *ciment* de Narbonne, dans les *marnes néocomiennes inférieures*.

Les *marnes néocomiennes inférieures* et les *marnes aptiennes* sont exploitées pour tuileries, sur quelques points de la Drôme et de l'arrondissement de Gap.

Les *grès verts* de l'étage *aptien* sont exploités comme pierres de taille à Bourdeaux, à Rozans etc. (§ 169).

Enfin les divers étages de la *craie* fournissent encore des matériaux de construction; c'est surtout dans la *craie moyenne* que l'on exploite les pierres plates appelées vulgairement *lauzes*, employées pour dalles et même quelquefois comme couvertures grossières : les principales carrières de *lauzes* sont celles de Fontaine, d'où l'on tire les *pavés* de Grenoble; d'autres existent à Saint-Egrève, à Saint-Jean-de-Couz (Savoie), etc. — Dans la partie supérieure de la *craie moyenne*, la *craie à galérites* est exploitée comme pierre de taille, à Dieulefit (§ 185); elle est assez tendre, blanche, mais contient malheureusement beaucoup de rognons de silex.

A la partie inférieure des *lauzes* de la *craie moyenne*, on trouve les couches à *chaux hydraulique* (§ 178) exploitées aux Côtes de Sassenage, à Fontaine, à Seyssinet et à Saint-Egrève; elles se retrouvent entre le Villard-de-Lans et les Ravix et sur beaucoup d'autres points dans l'Isère et dans la Drôme.

Des indices de *lignite* ont été signalés dans diverses assises marneuses ou sableuses de la série créacée : mais ce ne sont que de très-petits rognons, accidentels et sans suite. — A Plaisians, tout près des granges de Bluye, à mi-côte de la montagne de ce nom, on trouve une couche d'argile noire bitumineuse, d'environ 2 mètres, où l'on a fait sans succès des recherches de charbon. Cette argile, recouverte immédiatement par un banc de poudingue rougeâtre, est placée précisément à la limite de la *craie inférieure* sableuse, (voir p. 367) et de la *craie moyenne* représentée par des calcaires siliceux qui forment la crête de Bluye. Cette position correspond à celle des argiles contenant les *lignites* exploités à Montdragon (Vaucluse) et aux environs du Pont-Saint-Esprit : mais l'assise est ici tout-à-fait rudimentaire et ne renferme pas de charbon exploitable.

Les *minerais de fer* (peroxyde hydraté) exploités autrefois dans le Royans etc., remplissent les fentes des calcaires néocomiens ; mais ils sont d'une formation plus récente, sur laquelle nous reviendrons plus loin (§ 203).

TERRAINS TERTIAIRES.

§ 192. — Les dépôts *tertiaires* que l'on rencontre dans la région qui nous occupe reposent toujours sur un des étages *créacés* : le plus ordinairement sur la *craie supérieure* ou la *craie moyenne* ou sur le *calcaire à caprotines* (étage *néocomien supérieur*) ; rarement sur la *craie inférieure*, le *gault* ou les marnes *aptiennes* ; très-rarement sur l'étage *néocomien inférieur*. D'ailleurs, ils sont séparés des terrains créacés par une discontinuité bien marquée ; la majeure partie de ces dépôts tertiaires appartient au groupe de la *mollasse marine*, c'est-à-dire aux terrains *tertiaires moyens* (*miocènes* Lyell) ; les autres, d'une étendue beaucoup moindre, paraissent encore assez éloignés de correspondre aux termes inférieurs des séries tertiaires classiques, celle du bassin de Paris, par exemple. Dans l'état actuel de nos connaissances, il paraît

difficile d'établir, d'une manière bien satisfaisante, des synchronismes de formation entre les terrains tertiaires du bassin du Rhône et ceux du bassin parisien ; nous décrirons ici ceux de notre région subalpine du Dauphiné sans nous préoccuper de cette comparaison.

Terrain nummulitique du Dévoluy.

§ 193. — Le dépôt le plus ancien qui ait recouvert les terrains crétacés du Dauphiné se rencontre dans le Dévoluy, sur les communes de Saint-Didier et de Saint-Etienne. Il consiste en grès et en calcaires caractérisés par la présence de petites nummulites (*Nummulites striata*, type et var. *c*, d'Archiac, *monogr. des numm.*, p. 135).

Ces couches à Nummulites reposent sur les calcaires à silex, qui forment toutes les crêtes du Dévoluy et qui paraissent, comme on l'a vu, se rapporter à la craie moyenne (§ 184). La superposition peut être étudiée facilement sur la rive gauche de la Souloize, en aval de Saint-Didier, à l'entrée de la gorge de la Baume. La fig. 30 représente la

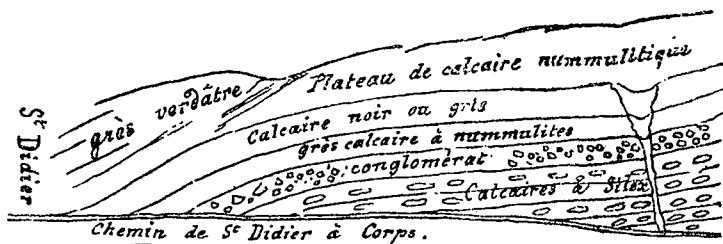


FIG. 30. — Aspect géologique des escarpements de la rive gauche de la Souloize, à Saint-Didier en Dévoluy.

coupe naturelle des escarpements. On voit d'abord, immédiatement sur les calcaires à silex, un conglomérat grossier, formé surtout de

silex entiers ou brisés, unis par un ciment calcaire un peu siliceux. Ce conglomérat devient bientôt moins grossier et l'on commence à apercevoir des *nummulites* dans des couches qui sont encore remplies de fragments de silex. A ce conglomérat succèdent un grès à ciment calcaire, puis un calcaire sableux, remplis de nummulites; puis vient une série de couches calcaires d'un gris foncé, de plus en plus compactes, où les nummulites sont moins abondantes, mais se retrouvent encore çà et là. On suit ces couches supérieures des calcaires à nummulites sur les plateaux inclinés qui couronnent les escarpements, des deux côtés de la Souloize : sur la rive gauche, ces couches s'étendent assez loin sur les pentes de l'Obiou; sur la rive droite, elles s'élèvent jusqu'à l'arête culminante de la crête qui sépare Saint-Didier du Monestier d'Ambel. Il n'y a aucune différence d'inclinaison appréciable entre les calcaires *nummulitiques* et les calcaires à silex de la *craie*.

Les dernières couches des calcaires à nummulites plongent, à Saint-Didier, sous un étage très-épais de grès, généralement verdâtres, entremêlés d'assises argileuses de diverses teintes. En montant sur la rive droite, on reconnaît qu'il existe une liaison intime entre les calcaires à nummulites et les grès qui les recouvrent. Les couches supérieures des calcaires sont noires, compactes, d'un grain fin; elles renferment quelques bivalves non déterminables, surtout des *peignes*. Sur elles reposent les premières couches de grès et l'on peut observer, sur toute la pente, le contact de ces deux ordres de couches, qui sont parfaitement parallèles et concordantes. D'abord vient un grès quartzeux assez grossier, peu épais; puis une assise de grès micacé, schisteux, à grains fins. Ces grès sont remplis d'empreintes végétales peu distinctes (*fucoides?*) et contiennent des traces de *lignite* : il y a quelques empreintes semblables et des veinules de *lignite* dans la dernière couche des calcaires. La liaison paraît donc intime entre ces deux groupes de couches. — Le grès schisteux micacé est recouvert par des grès plus durs, gris ou verdâtres; ceux-ci le sont par une petite assise de marnes bigarrées, vertes ou violacées, puis par une nouvelle série de grès analogues aux premiers. Le tout incline vers le sud et forme, en face de Saint-Didier, une colline élevée, sur laquelle est une chapelle. Plus loin, dans la même direction, on aperçoit une deuxième assise de marnes lie de vin, bien plus puissante que la première, couronnée par une autre masse de grès à ciment calcaire qui ressemble aux variétés les plus ordinaires de la *mollasse* du Bas-Dauphiné.

Ces dernières assises de grès, et d'autres analogues, qui viennent au-dessus, alternant avec des marnes verdâtres ou lie de vin, forment un étage de plusieurs centaines de mètres d'épaisseur, qui remplit tout le bassin occidental du Dévoluy, comprenant les hameaux de Saint-Didier, de Gras-Villar, d'Agnères, des Garcins, jusqu'à la Cluse.

Au contraire le bassin oriental, celui de Saint-Etienne, présente un grand développement des calcaires à nummulites et des assises inférieures de grès et de marnes qui les surmontent et leur sont intimement unies. En effet, en allant de Saint-Didier à Saint-Etienne, on voit reparaitre bientôt les calcaires à nummulites dans le chaînon central du Dévoluy, qui sépare le bassin de Saint-Etienne d'avec celui d'Agnères. Les *nummulites* abondent sous le vieux château de Malemort et à quelques pas en aval du pont sur la Souloize. Les calcaires à silex de la *craie* apparaissent au-dessous, dans les gorges étroites où est encaissée cette rivière. Les calcaires à nummulites continuent jusqu'à Saint-Etienne et forment les parois du bassin occupé par les divers hameaux de cette commune. Au sud-est de l'Enclus, ils s'élèvent avec une forte inclinaison vers le col de Rabou ; certaines couches de leur assise supérieure sont encore remplies de *nummulites* et on y trouve aussi une espèce de *peigne* très-abondante. Ces mêmes peignes sont encore plus communs dans une couche de calcaires marneux reposant sur ces calcaires durs ; j'y ai trouvé aussi plusieurs autres bivalves et un *nautilus*, mal conservés. La couche qui les renferme établit un passage entre les calcaires à nummulites et une assise puissante de marnes feuilletées, noires, bitumineuses, renfermant beaucoup de *pyrites* : il sort de ces marnes une *source sulfureuse* dont les *pyrites* expliquent l'origine. Ces marnes noires, que nous n'avons pas trouvées à Saint-Didier, ont ici une grande épaisseur ; à leur partie supérieure elles deviennent sableuses et renferment quelques parties charbonneuses ; on y a fait, au lieu dit la *Charbonnière*, des recherches qui n'ont eu aucun résultat. Elles forment la partie du bassin située sur la rive droite de la Souloize. Dans le lit de cette rivière et sur la rive gauche, on retrouve le *grès à empreintes végétales* que nous avons vu à Saint-Didier. Il renferme de nombreuses petites veines d'un *lignite* gras, brillant, qui brûle facilement avec une belle flamme : malheureusement ces indices n'ont aucune suite, et les recherches infructueuses qui ont été faites à diverses reprises pour trouver une couche exploitable donnent la certitude à peu près absolue de l'insuccès qui suivrait de nouvelles tentatives.

Au-dessus de ce *grès à empreintes végétales* et à *lignite*, on voit des *grès micacés schisteux* ; puis des *grès plus durs*, absolument comme à Saint-Didier ; mais les assises supérieures de *grès* et de *marnes* de cette dernière localité, celles qui se prolongent du côté d'Agnères, n'existent pas dans la vallée de Saint-Etienne.

On rentre dans ces assises supérieures en allant de Saint-Etienne à Agnères, dès que l'on quitte les gorges de la Souloize : elles s'étendent en couches horizontales et forment un plateau d'où descendent, du côté d'Agnères, des ravins qui montrent à nu les couches très-variées

de grès et de marnes de diverses teintes, alternant ensemble. — D'Agnères à la Cluse, on marche toujours sur ce même terrain, et en descendant sur ce dernier village, on le voit s'appuyer à l'ouest sur les calcaires à silex de la *craie* (§ 167 et fig. 23). Les calcaires à nummulites et les couches qui les accompagnent à Saint-Étienne manquent complètement ici; ils sont remplacés par un étage peu épais (S) composé de conglomérats siliceux grossiers, de marnes noduleuses et de couches sableuses verdâtres ou rougeâtres. Ce groupe de couches a tout l'aspect d'un dépôt d'eau douce; on y a trouvé quelques indices de *lignite*. On le suit vers le midi en allant au hameau des Rabious, en dessous duquel il contient aussi des indices de *lignite*. Si de là on se dirige vers Montmaur, on voit que ces dépôts d'eau douce (S) et les grès analogues à la *mollasse* (M) qui les recouvrent, s'enfoncent sous une grande épaisseur d'un *poudingue* à cailloux parfaitement arrondis, ayant tous les caractères que nous décrirons plus loin dans les *poudingues de la mollasse*, aux environs de Grenoble. Ce *poudingue*, qui n'est qu'une *mollasse caillouteuse*, prend complètement la place de la mollasse sableuse d'Agnères: derrière le village de Montmaur, on voit très-nettement la *craie* (C) recouverte par une formation lacustre (S) composée d'*argiles et sables bigarrés*, celle-ci recouverte à son tour par les *poudingues* (M), le tout en couches fortement inclinées vers l'est. Les poudingues ne sont pas assez grossiers pour que leur stratification ne reste parfaitement distincte: leurs couches forment un pli concave très-prononcé; à l'O. elles s'appuient, sans différence sensible d'inclinaison, sur le groupe des argiles et sables bigarrés (S); à l'E. elles reposent immédiatement sur les calcaires à silex de la *craie*. Cette superposition indifférente montre l'indépendance entre la formation lacustre S et les poudingues M, qui me paraissent devoir être rapportés à la *mollasse marine*, comme ceux de Proveysieux etc., que nous décrirons plus loin (§ 218).

La formation lacustre S s'étend encore au S.-O. de Montmaur, sur la rive droite de la Béous, sur le chemin de la Cluse à Veynes (§ 184). On la retrouve au sud du Buech, à Châtillon-le-Désert, où l'on a signalé, dans ce terrain, une petite couche de *lignite*.

§ 194. — Des faits que nous venons d'exposer nous croyons pouvoir déduire que les terrains tertiaires du Dévoluy appartiennent à trois formations distinctes :

1° Un terrain *nummulitique* (E), composé de *calcaires à nummulites* (*Nummulites striata*, d'Orb.) et de *grès à empreintes végétales*, intimement liés à ces calcaires. Cette

composition est celle que nous retrouverons sur une plus grande échelle, dans le terrain *nummulitique* du Champsaur (chap. V). Le terrain *nummulitique* du Dévoluy occupe la vallée de Saint-Etienne et s'étend jusqu'à Saint-Didier; il repose sur les calcaires à silex de la *craie* (*craie moyenne* et peut-être, en partie, *craie supérieure*);

2° Une formation d'eau douce (S), consistant en *sables quartzeux* et *argiles bigarrées*, avec marnes lacustres et traces de *lignite*; elle repose aussi directement sur la *craie*, mais dans des points où le terrain *nummulitique* n'existe pas : la Cluse, les Rabious, Montmaur, etc. ;

3° Un étage très-puissant de grès tendres à ciment calcaire, alternant avec des marnes de teintes diverses et passant, dans la direction de Montmaur, à des *poudingues* qui offrent tous les caractères de ceux de la *mollasse marine*.

Ce dernier étage, que nous rapportons au groupe de la *mollasse* (M), s'étend indifféremment sur l'un et l'autre des deux précédents ou même repose directement sur les calcaires de la *craie*. Il appartient donc à une période géologique distincte et plus récente. Cependant il est difficile de le séparer nettement d'avec les grès *nummulitiques* : il semble en former la continuation immédiate. Ne serait-il pas naturel d'admettre que la formation d'eau douce (S) est *contemporaine* de la formation marine *nummulitique* (E), du moins de celle des *grès à fucoides*, et que la formation marine de la *mollasse* (M) a continué cette dernière, sans interruption marquée, mais en s'étendant au-delà de ses limites vers l'ouest, de manière à recouvrir aussi la formation d'eau douce? Cette opinion me semble résumer assez bien les rapports mutuels de position de ces trois formations, dans le Dévoluy, seule partie du Dauphiné où nous les trouvons réunies : ailleurs, dans le Champsaur, etc., le terrain *nummulitique* (E) n'est accompagné d'aucun terrain tertiaire plus récent; et dans la région des chaînes secondaires, le groupe de la *mollasse* (M)

et celui des *sables et argiles d'eau douce* (S) sont souvent rapprochés dans les mêmes localités, souvent aussi isolés l'un de l'autre, comme on va le voir dans ce qui suit.

Groupe des sables bigarrés et argiles plastiques, de formation lacustre.

§ 195. — Nous désignerons provisoirement sous ce titre et par le signe S des dépôts très-remarquables par leurs caractères minéralogiques. Ils se rencontrent sur un assez grand nombre de points des chaînes secondaires du Dauphiné, mais isolés les uns des autres, souvent réduits à une faible épaisseur et n'occupant, en général, que des surfaces très-restreintes. Cependant leurs caractères sont assez tranchés et assez constants pour établir, d'une manière presque certaine, l'identité de formation de ces divers lambeaux.

Cette formation a été distinguée et décrite avec beaucoup de soin par M. Sc. Gras, sous le nom de *premier terrain d'eau douce*, dans sa *Statistique minéralogique de la Drôme* (1835); nous emprunterons à cet ouvrage une grande partie des détails suivants.

La partie inférieure de ces dépôts consiste en *sables* ou grès peu cohérents, purement siliceux, blancs ou colorés de teintes vives, en rouge, en jaune, en vert, par de petites quantités d'oxyde ou de silicates de fer. Viennent ensuite, en général, des *argiles plastiques* non calcarifères, blanches, verdâtres ou violacées; quelquefois aussi des argiles noires, bitumineuses, avec traces de *lignite*. Enfin, dans certaines localités, on trouve des *marnes* alternant avec un *calcaire* blanchâtre ou violacé, compacte, siliceux : ce calcaire est souvent pétri de rognons de *silex* et de grains de sable quartzeux au point de passer à une brèche meulière; il renferme ordinairement quelques coquilles d'eau douce.

De ces trois assises, *sables*, *argiles* et *calcaires d'eau douce* on ne trouve souvent que la première. Ces sables reposent sur diverses assises du terrain de *craie*, ou sur le calcaire *néocomien supérieur*, dans les localités où le groupe de la *craie* n'existe pas. Ils se moulent sur les inégalités des calcaires et pénètrent dans leurs moindres fissures ; souvent ils ont coulé dans des fentes, des poches ou des cavernes, de manière qu'au premier abord on pourrait les croire intercalés dans les couches crétacées. Au contact des sables et des calcaires on trouve quelquefois des brèches composées de fragments calcaires enveloppés de sables quartzeux, consolidées par un ciment de calcaire siliceux.

Pour donner une idée des caractères de ce terrain, nous allons examiner les principales localités où il se rencontre.

§ 196. — **Bassin de Lus la Croix-Haute.** — Ce bassin est une vallée elliptique, d'environ six kilomètres de long sur deux de largeur moyenne ; ses parois sont formées, comme on l'a vu (§ 183) par les couches de la *craie* (C) qui plongent de toutes parts vers l'intérieur. Tout le fond est occupé par le terrain tertiaire d'eau douce (S, fig. 22, p. 324 et pl. III, fig. 5). On peut en étudier la coupe, en remontant le torrent de Merdarie, qui descend au Grand-Logis, du flanc oriental de la vallée.

Sur les couches du calcaire à huîtres (§ 183), inclinées de 60° environ, repose immédiatement une assise de sables fins, blancs ou peu colorés, dont l'inclinaison augmente en approchant du flanc de la montagne et atteint jusqu'à 50 degrés. Ces sables peuvent être suivis sur tout le contour oriental du bassin, où ils s'élèvent souvent à plus de trente mètres au-dessus du fond, en se redressant ainsi sur les couches supérieures des terrains crétacés. Sur quelques points, on voit, à leur base, une brèche formée de silex brisés et remaniés. Ces sables, entièrement quartzeux et souvent très-purs, ont été exploités autrefois pour la verrerie de Tréminis.

Au-dessus des sables, on trouve une argile plastique, rouge, violacée ou bleuâtre ; elle est propre à la fabrication des poteries communes ; certaines parties sont réfractaires et ont été employées à faire des creusets de verrerie. Enfin, au-dessus de l'argile vient un calcaire gris ou blond, siliceux, en gros bancs, qui alternent avec des couches

minces, marneuses, roussâtres; les marnes deviennent prédominantes à la partie supérieure. Dans le calcaire, M. Elie de Beaumont et M. Sc. Gras ont trouvé des coquilles d'eau douce (planorbe, lymnée?)

Les couches de ce terrain ne se relèvent pas seulement en approchant des flancs de la vallée; à son centre même, dans la coupe que nous décrivons (pl. III, fig. 5), elles éprouvent une inflexion très-prononcée et forment une petite voûte dont l'axe est dirigé à peu près du N.-N.-O. au S.-S.-E., comme celui du bassin pris dans son ensemble.

Le calcaire d'eau douce et les marnes supérieures occupent la plus grande partie du fond de la vallée; au sud de Lus, le calcaire devient très-siliceux et passe à une brèche à ciment siliceux empâtant des silex et des galets du calcaire siliceux de la *craie*. Cette brèche est exploitée pour meules de moulin.

Le bassin de Lus présente, comme on le voit, un développement très-complet de la formation d'eau douce des *sables et argiles plastiques*. Les analogies de caractères minéralogiques et de superposition à la *craie* conduisent naturellement à assimiler à cette formation d'eau douce du bassin de Lus les *sables bigarrés et argiles*, accompagnés de brèches siliceuses, que nous avons signalées ci-dessus à la Cluse, à Montmaur, etc (§ 193).

§ 197. — **Dieulefit.** -- Le bassin de Dieulefit, constitué comme celui de Lus, renferme une formation d'eau douce analogue; mais elle n'occupe qu'une petite partie du fond et constitue seulement la colline de la Plate, entre Dieulefit et le Poet-Laval. Cette formation comprend en particulier les *argiles à poteries* qui alimentent une industrie importante.

La fig. 27 (page 364) montre la coupe de la colline de la Plate. Voici le détail des couches du terrain tertiaire (S) :

a. — Grande masse de *sables jaunâtres* ou blancs, ces deux teintes alternant par zones ou couches peu régulières; plus de 20 mètres d'épaisseur. Ils reposent directement sur le grès vert à fossiles d'Uchaux (C, n° 6, § 185). Ces sables ont une grande analogie d'aspect avec les couches sableuses n° 5 du terrain de *craie* et résultent probablement, en grande partie, de leur remaniement par les eaux.

b. — *Argile charbonneuse*, contenant beaucoup de *pyrites* et des indices de *lignite*; puissance variable, environ 6 à 8 mètres.

c. — Alternance de *sables* et d'*argiles plastiques*: d'abord 10 mètres de sables purs, blancs ou jaunâtres; puis 2 m. d'une argile plastique d'un vert pâle et 3 m. d'une argile plastique violacée; ces deux couches sont exploitées et leur mélange forme la base des po-

teries ; — enfin une dizaine de mètres de sables marneux, jaunâtres, entrecoupés de veines d'argile d'un beau vert ; quelques parties de ces terres vertes ont été exploitées comme matière colorante et vendues sous le nom de *vert de Véron* ; ces sables et ces argiles sont aussi mêlés irrégulièrement de conglomérats grossiers, formés de fragments de silex, de grès, etc., réunis par un ciment siliceux.

d. — Marnes et calcaires blanchâtres, 10 à 15 mètres.

e. — Calcaires siliceux, contenant des plaques de silex blond translucide ; ces silex renferment des coquilles d'eau douce à l'état de moules siliceux, d'une belle conservation : planorbes, lymnées, physes, paludines ; deux de ces espèces paraissent se rapporter au *Planorbis pseudo-rotundatus*, Math. et au *Lymnœa aquensis*, id., du terrain lacustre de la Provence. Sur quelques points la roche devient bréchiforme en englobant une grande quantité de débris de la *craie* et même de roches qui paraissent étrangères aux montagnes voisines ; elles passent ainsi à des brèches meulières analogues à celles de Lus.

§ 198. — **Saou.** — Au centre du bassin de la forêt de Saou (§ 187), on trouve un petit lambeau de formation lacustre dont le gisement et les caractères sont absolument les mêmes que ceux du précédent, mais dont le développement est bien moindre. La stratification en est très-bouleversée et les couches se relèvent presque verticalement, sur le flanc nord du vallon, comme les calcaires de la *craie* qui les supportent. L'assise *b* de Dieulefit est représentée ici par une argile schisteuse, noire, contenant de petites couches de *lignite*. Ce combustible a été l'objet de recherches actives à la fin du siècle dernier et ces recherches ont été reprises récemment. La couche d'argile charbonneuse paraît assez régulière et on y a trouvé, à diverses hauteurs, de petites couches ou du moins des amas de *lignite* ; ce lignite est quelquefois pur et de bonne qualité, mais le plus souvent ce n'est qu'une argile imprégnée de charbon et de bitume, dans la proportion de 30 ou 40 p. 0/0. Je ne pense pas que ce gîte soit exploitable ; sa très-faible étendue, le peu d'abondance du combustible et la difficulté d'établir des travaux dans un terrain de sables incohérents me paraissent des raisons plus que suffisantes pour prévoir l'issue désavantageuse de toute tentative nouvelle.

§ 199. — **Nyons.** — La même formation d'eau douce (S, fig. 29, p. 366), est très-développée à Nyons, des deux côtés de l'Aygues, et la série de ses assises est encore à peu près la même qu'à Dieulefit et à Saou. On y remarque aussi, entre les sables inférieurs et les argiles plastiques, une argile schisteuse noire, pyriteuse de 3 à 4 mètres

d'épaisseur, où l'on trouve quelques veinules de lignite; c'est aussi sans aucun succès qu'on y a fait, à diverses reprises, des recherches de ce combustible; je ne pense pas qu'il y ait aucune chance sérieuse d'en rencontrer une couche exploitable.

Ce terrain d'eau douce repose, à l'est, sur les assises supérieures du terrain de craie, C; il est recouvert par la *mollasse marine* dont les assises inférieures (M¹), dures et remplies de coquilles fossiles supportent le pont de Nyons et forment, de part et d'autre, le rocher de Saint-Jaume et la colline du Devez.

§ 200. — **Saint-Paul-Trois-Châteaux.** — Des sables bigarrés de teintes vives, rouges et blancs ou jaunâtres, se rencontrent sur un grand nombre de points, aux environs de Saint-Paul-Trois-Châteaux. Les grains de quartz y sont souvent mêlés de beaucoup de paillettes de mica argentin. Ces sables reposent ordinairement sur la *craie inférieure sableuse* et sont recouverts par la *mollasse marine* coquillière, M (§ 188), ou par la *mollasse d'eau douce*, M'. Nous reviendrons plus loin sur leurs rapports avec ces deux ordres de couches plus récentes. — Un peu plus au midi, à Bollène, ces sables bigarrés alternent avec des argiles plastiques très-pures, qui sont exploitées pour la fabrication de briques réfractaires et pour la composition des engobes, dans les poteries. Des sables et argiles analogues se rencontrent aussi sur la rive droite du Rhône, au Teil, etc.

§ 201. — **Royans.** — Des sables bigarrés, blancs, rouges ou jaunâtres, se montrent en lambeaux plus ou moins étendus, sur les flancs des montagnes du Royans, surtout aux environs de Saint-Nazaire, d'Oriol et du Pont-en-Royans. Ils reposent sur les calcaires compactes de l'étage *néocomien supérieur* et pénètrent dans toutes les fissures de ces calcaires qui sont, en général, très-fendillés et très-bouleversés dans ces localités. Le dépôt de ces sables plus ou moins ferrugineux paraît être souvent en rapport avec des gîtes irréguliers d'*oxyde de fer* sur lesquels nous reviendrons plus loin.

Le plus grand développement de ces sables bigarrés est aux environs de Saint-Nazaire; on les aperçoit, appliqués ça et là sur les calcaires néocomiens, jusqu'à des hauteurs de plus de cent mètres au-dessus de la vallée. Sur les bords de la Bourne et de l'Isère, où ces dépôts sont restés en couches horizontales, on trouve, dans les parties supérieures des sables, de petites assises de marnes et de calcaires d'eau douce. Ce fait s'observe bien surtout sur la rive droite de l'Isère, au bac de Rochebrune, en face du confluent de la Bourne. Les sables rouges et blancs y forment un escarpement d'une vingtaine de mètres

dehaut; dans leur partie supérieure se trouve intercalée une couche très-nette de calcaire siliceux compacte, d'un blanc jaunâtre, où M. Elie de Beaumont a signalé l'existence de coquilles d'eau douce. Cette formation repose sur une surface irrégulière de calcaire néocomien dont on voit poindre des saillies au milieu des sables. Sur la rive gauche de l'Isère, un peu en amont du bac de Rochebrune, on voit la *mollasse marine* recouvrir ces mêmes sables et les calcaires d'eau douce qui y sont intercalés.

Au Pont-en-Royans, des masses considérables de sables blancs très-purs sont intercalées de même entre la mollasse et les calcaires néocomiens et s'élèvent à de grandes hauteurs sur les flancs de la montagne. Ces sables, tantôt blancs, tantôt rougeâtres, se retrouvent dans la même situation aux environs d'Oriol.

En suivant la base de la première chaîne calcaire, depuis Saint-Nazaire jusqu'auprès de Chabeuil, on aperçoit aussi de distance en distance des lambeaux de sables appliqués sur les roches calcaires et fortement redressés avec elles, souvent à des hauteurs de 50 et même de 80 mètres au-dessus des collines de *mollasse* (près d'Hostun). Le dernier lambeau bien caractérisé se trouve entre Barbières et Saint-Vincent, où il forme un monticule assez étendu; on y a signalé quelques indices de *lignite*.

Villard-de-Lans. — Au sud du Villard-de-Lans, près du hameau de la Balmette, on rencontre des *sables bigarrés* auxquels sont associés, à leur partie supérieure, des *argiles* de diverses teintes; on a trouvé, dans ces argiles, quelques parties charbonneuses, quelques fragments de *bois fossile* et des veinules de *lignite compacte* qui ont donné lieu à des recherches, mais sans aucun succès. Ces dépôts s'appuient sur les calcaires à silex de la *craye* (§ 180), et ne subsistent que sur une très-faible étendue.

§ 202. — **Voreppe.** — A Malossane, sur la rive droite de la Roize, un peu au-dessus de Voreppe, on exploite des sables purs, blancs, ou colorés par un peu d'oxyde de fer: ils sont employés pour les verreries et pour la fabrication de briques réfractaires. Ces sables remplissent des cavités irrégulières, des poches, des puits, des cavernes, dans les calcaires néocomiens supérieurs et dans quelques couches minces, qui recouvrent ces calcaires dans le bas et qui paraissent être des rudiments du *gault* et de la *craye* (§ 182). Les parois de ces cavités sont usées, corrodées, et souvent recouvertes d'un enduit ferrugineux peu épais. On trouve dans les sables beaucoup de rognons de silex caverneux ou géodiques, bien différents des silex de la *craye*,

et analogues à ceux qui renferment des coquilles d'eau douce, à Dieulefit (§ 197). Ces silex sont tantôt disposés en lits peu réguliers et peu continus, tantôt épars dans les sables. Ce dépôt est évidemment remanié : les silex sont souvent brisés en fragments anguleux ; à la partie supérieure, les sables, mêlés avec des graviers étrangers, sont stratifiés et agglomérés en bancs de grès assez solides, dans lesquels on trouve des dents de squales et autres débris marins ; enfin, ils sont recouverts par une brèche à fragments de silex et de calcaire néocomien agglutinés par un ciment calcaréo-sableux et ressemblant à un béton grossier. On trouve dans cette brèche des baguettes d'oursins, des fragments d'huîtres à test épais (*Ostrea longirostris*, Lam. ?), le *Pecten latirostratus*, Lam., etc., tous plus ou moins roulés ; ces fossiles caractérisent les couches inférieures de la *mollasse marine*, qui occupe la plus grande partie de la vallée de la Roize. On peut admettre que les eaux marines, en revenant sur ce point, à l'époque de la *mollasse*, ont délayé et remanié la formation d'eau douce plus ancienne, sauf la partie inférieure de ce dépôt, c'est à dire les sables enfouis dans les cavités du calcaire néocomien ; et que c'est par suite de ce remaniement qu'on trouve, à la partie supérieure, les sables et les silex brisés, mêlés de débris d'autres terrains et de fossiles marins propres à l'âge de la *mollasse*.

Des *sables quartzeux* purs, analogues à ceux de Voreppe, se rencontrent encore sur divers points des montagnes crétacées du département de l'Isère : dans les bois de Montaud, où leur gisement est semblable à celui de Voreppe ; sur le chemin de Proveysieux au col de la Charmette ; à la grange d'Arpizon, forêt de la Grande-Chartreuse, etc. ; dans ces deux dernières localités, ils reposent sur la craie supérieure (*craie blanche*). Un peu plus au nord, deux gisements importants de *sables quartzeux*, mêlés d'*argile réfractaire*, existent aux environs des Echelles (Savoie), l'un à Saint-Christophe, près de la *Grotte*, l'autre à Saint-Jean-de-Couz : ils reposent sur une assise de *lauzes* ou dalles exploitées (§ 176) qui contient des fossiles de la craie supérieure. Ces mélanges naturels de sable et d'argile alimentent une fabrication de briques réfractaires d'excellente qualité.

D'autres dépôts isolés de *sables quartzeux*, de même caractère, se montrent dans toute la partie occidentale de la Savoie. Dans le massif des Bauges, ces sables sont intercalés dans un *terrain nummulitique*, analogue à celui du Dévoluy (1), ce qui confirme la contemporanéité

(1) G. de Mortillet, *Minér. et géol. de la Savoie*, chap. 16 et 19. — *Bull. de la Soc. géol.*, 2^e s. t. XVII, p. 121.

que nous avons supposée ci-dessus entre cette formation lacustre et la formation marine des grès *nummulitiques* (§ 194).

§ 203. — **Dépôts sidérolitiques.** — Dans les parties occidentales de la Suisse, les *sables quartzeux* sont associés à des argiles diversement colorées, contenant souvent des *minerais de fer en grains* que l'on exploite surtout dans le Jura bernois. Ces minerais de fer ont fait désigner la formation qui les contient sous le nom de *terrain sidérolitique*. Dans plusieurs localités on a trouvé, dans les argiles *sidérolitiques*, des ossements de *Palæotherium* et d'*Anoplotherium*, qui appartiennent à la faune des gypses de Montmartre. D'après les belles observations de M. Greppin dans le Jura bernois, on peut regarder comme établi ce synchronisme de la formation *sidérolitique* avec l'étage du gypse parisien (1).

Dans le Dauphiné, nous ne connaissons pas de *minerais de fer* qui soient, à proprement parler, contenus dans la formation qui nous occupe. Toutefois, il en existe quelques gisements qui ont certaines analogies avec ceux des minerais *sidérolitiques* de la Suisse.

Ainsi, à Voissant, près du Pont-de-Beauvoisin, on a exploité pendant quelque temps un hydroxyde de fer en grains ronds, du volume du gros plomb de chasse, agglutinés entre eux; ce minerais remplit des cavités irrégulières dans une brèche formée de calcaire néocomien supérieur, brisé en blocs anguleux, sur le flanc occidental de la chaîne de Chaille (p. 295).

A Saint-Nazaire en Royans, les calcaires néocomiens sur lesquels reposent les *sables bigarrés* sont fendillés et traversés par une multitude de crevasses, remplies par de l'*oxyde de fer rouge*, un peu argileux, ne contenant qu'une faible proportion d'eau. En suivant, à partir de ce point, le pied de la pre-

(1) Hébert, *Bull. de la Soc. géol.*, 2^e s. t. XII, p. 760.

mière chaîne calcaire, jusqu'à Barcelone, on retrouve, en beaucoup d'endroits, des gisements analogues de minerais ferrugineux; le plus ordinairement c'est du peroxyde de fer hydraté, compacte, plus ou moins siliceux. On a exploité récemment encore ces minerais à Barbières et à la tour de Barcelone; des traces d'anciennes exploitations existent aussi au-dessus d'Hostun. Sur l'autre revers de la chaîne, des minerais de fer ont été exploités autrefois à Rochechinard et sur la montagne de Musan, au S.-O. d'Oriol; d'autres gîtes analogues ont été signalés de l'autre côté de la vallée de Saint-Jean, sur les montagnes du Val-Sainte-Marie, de St-Laurent et d'Echevis (1).

Tous ces gîtes de minerais de fer sont dans des conditions semblables, dans les fentes du calcaire *néocomien supérieur*. Le calcaire a été imprégné d'oxyde de fer, et souvent aussi de silice, qui a formé des incrustations de silex, des jaspes, des hydrosilicates d'alumine de composition variée. Quant aux minerais eux-mêmes, ils sont très-divers, tantôt massifs ou à l'état d'hématite, tantôt cloisonnés ou pulvérulents. Souvent on trouve, dans les mêmes circonstances, du *peroxyde de manganèse* cristallin, métalloïde, à Rochechinard par exemple. Ce minerai imprègne çà et là le calcaire néocomien et le colore en noir sur une certaine étendue, comme ailleurs l'oxyde de fer le colore en rouge (2).

Les minerais de fer du Royans étaient exploités au siècle dernier par les Chartreux du Val-Sainte-Marie : aujourd'hui, dans les conditions actuelles de la production du fer, leur exploitation n'est possible que dans des circonstances exceptionnelles et dans les localités d'où le transport jusqu'au Rhône est très-peu coûteux. — Des gîtes analogues, encore bien

(1) Sc. Gras, *Stat. minér. de la Drôme*, p. 104.

(2) Fournet, *Bull. de la Soc. géol.*, 2^e s., t. XI, p. 736.

moins riches, ont été aussi exploités anciennement par les Chartreux, à Lus-la-Croix-Haute et même sur quelques points du massif de la Grande-Chartreuse (Haut-du-Seuil, Charmant-Som, etc.). Du reste, ces minerais n'étaient presque jamais fondus seuls, mais mélangés avec le minerai spathique d'Allevard.

§ 204. — L'origine de ces gîtes irréguliers d'*oxyde de fer* remplissant toutes les fissures et imprégnant intimement la masse même des calcaires crétacés, s'explique, avec beaucoup de probabilité, par des sources ferrugineuses qui auraient jailli à travers les dislocations de ces calcaires. La *silice*, à divers états, qui accompagne presque toujours ces minerais et qui imprègne aussi les calcaires, doit avoir la même origine; elle était tenue en dissolution, avec le fer, dans ces eaux minérales, thermales et acides. Les géologues suisses ont appliqué depuis longtemps cette hypothèse à l'explication de l'origine des minerais *sidérolitiques* et ils attribuent généralement aux mêmes eaux l'origine des argiles réfractaires et des sables purement quartzeux, qui accompagnent ces minerais. Ces dépôts de sables si purs, isolés au milieu de montagnes toutes calcaires, semblent ne pouvoir être expliqués que par une précipitation directe de la *silice* de ces eaux thermales en grains de *quartz* amorphe, comme cette même silice, en se précipitant dans d'autres conditions, a formé les concrétions et nodules de *silex*, qui sont souvent, par exemple à Voreppe, mêlés avec les sables. Cependant je crois que les sables en question peuvent provenir, en partie du moins, de débris d'autres terrains, charriés par les eaux courantes : ainsi, ceux de Saint-Paul-Trois-Châteaux, qui contiennent beaucoup de *mica*, doivent probablement ce mica et la plupart de leurs grains de quartz à des débris des roches granitiques de la rive droite du Rhône. Les sables de Dieulefit, qui ressemblent tant aux assises sableuses de la craie moyenne, sont probablement

formés de débris de ces assises. Mais l'hypothèse de l'émission d'eaux minérales acides servirait toujours à expliquer les caractères si remarquables de gisement et de composition chimique que présentent ces dépôts : les calcaires crétacés sous-jacents traversés par de nombreuses crevasses, dont les parois ont été évidemment corrodées et incrustées de dépôts ferrugineux ou siliceux ; les concrétions siliceuses, les silex de structure diverse, disséminés dans les sables ou formant des amas de pierre meulière ; les amas irréguliers d'oxyde de fer, dans les fentes des calcaires sous-jacents et la coloration partielle des sables par diverses combinaisons ferrugineuses ; enfin, l'absence complète du carbonate de chaux, l'absence de fossiles, dans ces dépôts de sables et d'argiles.

MOLLASSE D'EAU DOUCE.

§ 205. — Les dépôts que nous classons sous cette dénomination correspondent à ceux qui ont été généralement désignés sous ce nom, dans les parties occidentales de la Savoie et de la Suisse. Ils constituent une formation d'eau douce très-développée, qui a été distinguée de la précédente par M. Sc. Gras, dans sa *Statistique minéralogique de la Drôme* (1835).

Ces dépôts se rencontrent dans la partie occidentale du département de la Drôme, depuis Chabeuil jusqu'à Saint-Paul-Trois-Châteaux, surtout aux environs de Crest et entre Montélimar et Grignan. On en retrouve quelques traces sur un petit nombre de points du département de l'Isère ; mais ils reparaissent avec un développement assez important aux environs de Chambéry, de Seyssel, etc., d'où ils se rattachent aux dépôts analogues du bassin helvétique.

La *mollasse d'eau douce* se distingue de la formation que nous venons de décrire, par des caractères minéralogiques

faciles à saisir. Elle ne renferme, dans le Dauphiné du moins, ni sables purement quartzeux, ni argiles réfractaires; l'élément calcaire domine dans toute l'épaisseur de la formation. Elle comprend surtout des assises de marnes plus ou moins calcaires, blanches ou bigarrées de teintes vives, vertes ou rouges; et des calcaires blanchâtres, marneux ou siliceux, ou à peu près purs, contenant souvent des moules de coquilles d'eau douce. On trouve fréquemment, à la base de cette formation, des conglomérats de cailloux calcaires provenant des terrains crétacés sous-jacents, reliés par une pâte de calcaire argileux ou siliceux, parfois ferrugineux. Ces brèches sont quelquefois très-solides et exploitées comme marbres (brèche de Vimines, près Chambéry). Dans les assises supérieures, on remarque souvent des couches de marnes noires, bitumineuses ou charbonneuses, contenant de petites couches de *lignite*, généralement inexploitable. Dans quelques localités, à un niveau inférieur à celui du *lignite*, les marnes de la *mollasse d'eau douce* renferment des amas assez importants de *gypse*, par exemple ceux qu'on exploite, dans le midi de la Drôme, à Réauville et à Montbrun.

Mais c'est surtout par sa distribution et son gisement que la *mollasse d'eau douce* se distingue nettement du groupe des *sables bigarrés et argiles plastiques*. Celui-ci, comme on l'a vu, se rencontre seul dans des replis très-reculés de l'intérieur des massifs crétacés, comme à Lus, à Dieulefit, à Saou, au Villard de Lans, où il n'a été recouvert par aucun dépôt tertiaire plus récent. Au contraire, la *mollasse d'eau douce* appartient essentiellement au même bassin que la *mollasse* proprement dite, la *mollasse marine*: celle-ci la recouvre immédiatement, en stratification concordante. La *mollasse d'eau douce* repose indifféremment sur les divers étages des terrains crétacés, et quelquefois sur les *sables bigarrés*, sans offrir aucune liaison avec eux. Enfin sur quelques points, entre Crest et Chabeuil, on voit des couches de grès tendre et

de poudingue, à *fossiles marins*, intercalées à la partie inférieure de cette formation lacustre.

Pour mettre en évidence les caractères que nous venons de résumer, nous allons suivre cette formation dans les principales localités où elle se rencontre.

§ 206. — **Entre Chabeuil et Crest.** — La *mollasse d'eau douce* forme une zone étroite, au pied de la chaîne néocomienne de Raye : ses couches, fortement redressées, s'appuient à l'est sur le calcaire *néocomien supérieur* ; elles s'enfoncent à l'ouest sous les assises de la *mollasse marine* sableuse. Cette bande de *mollasse d'eau douce* commence au S.-E. de Chabeuil, un peu au nord de la tour de Barcelone : elle traverse les communes de Barcelone, de la Baume-Cornillane, d'Ourche, de la Rochette et de Vaunaveys, et vient couper la vallée de la Drôme, à l'extrémité est de la ville de Crest.

Cette formation comprend des assises variées, dont l'épaisseur totale est d'environ 150 mètres. On remarque à sa base un conglomérat très-grossier, formé presque entièrement de blocs et de débris de toute grosseur du calcaire néocomien supérieur sous-jacent. Au-dessus de ce conglomérat, on aperçoit, en divers points, des couches de grès tendres et de poudingues, à *fossiles marins*, recouvertes par la série des marnes blanches ou bigarrées et des calcaires lacustres qui constituent la masse principale du terrain.

La succession de ces assises est très-nette dans les ravins qui les entament transversalement, entre Barcelone et la Baume-Cornillane. La coupe de l'un de ces ravins est représentée pl. III, fig. 4 ; elle présente beaucoup d'intérêt et nous la décrirons avec détail.

N², calcaire *néocomien supérieur*, avec *caprotines* et polypiers très-abondants : ses couches sont fortement redressées vers l'est, très-brisées, souvent peu distinctes. Il forme un *crêt* peu élevé, mais continu et d'un aspect constant, dépendant de la première chaîne néocomienne, dont l'autre *crêt*, composé du même calcaire, comprend la longue ligne des escarpements de Raye et de Penet. On peut suivre ce crêt vers le sud, jusqu'au delà du village de la Rochette qui y est adossé ; vers le nord, par la tour de Barcelone, Peyrus, Barbières, Beauregard et Hostun, jusqu'à l'Isère, au bac de St-Nazaire en Royans. Sur toute cette étendue, le calcaire à *caprotines* N² est remarquable par son état de dislocation extrême ; il est souvent tellement brisé que la stratification disparaît et qu'il ne présente plus qu'une *brèche* grossière, à fragments anguleux. Il est entamé par de nombreuses coupures qui donnent issue aux eaux d'un *cirque* creusé

dans l'étage *néocomien inférieur* (Combovin, etc.). Les formes bizarres et singulièrement découpées que montre cette file de rochers, les nombreuses grottes dont elle est percée, ne résultent pas seulement de l'état bouleversé des couches : elles proviennent encore de ce que la structure de la roche est très-inégalement solide. Le *calcaire à caprolines* a ici, en effet, un *facies* éminemment *corallien* : il renferme une grande quantité de polypiers pierreux, entiers ou brisés, entassés confusément et reliés entre eux par une pâte calcaire, quelquefois pisolitique, qui paraît n'être autre chose que le résultat de la trituration de ces mêmes polypiers par le choc des vagues. Çà et là, au lieu d'être consolidée en une pâte consistante, cette poussière de polypiers est restée à l'état de sable calcaire incohérent, d'un blanc éblouissant, entassée pêle-mêle avec les polypiers eux-mêmes; ces parties de la roche sont friables, et l'on comprend que les eaux ont dû les enlever sur un grand nombre de points. Ces calcaires pulvérulents se remarquent surtout au N.-E. de la tour de Barcelone, et sur le chemin de Combovin à Chabeuil. — Une autre particularité de ce crêt, qui a contribué encore à lui donner sa physionomie singulière, c'est que les fentes du calcaire sont remplies, dans plusieurs endroits, de dépôts d'*oxyde de fer*, anhydre ou hydraté, accompagnés de silice concrétionnée, de jaspes, etc.; ces produits, comme nous l'avons vu, sont évidemment dus à des sources thermales, acides, ferrugineuses et chargées de silice, qui ont jailli à travers ces fissures du calcaire, ont corrodé leurs parois et les ont incrustées de ces dépôts (§ 204).

k, conglomérat grossier, formé principalement de blocs et de débris de toute grosseur du calcaire précédent N², simplement émoussés ou à peine arrondis. Les interstices sont remplis d'une marne grumeleuse ou sableuse, d'un blanc verdâtre; ce ciment marneux est quelquefois consolidé par des infiltrations siliceuses et contient des rognons de silex corné blond (la Baume-Cornillane). Ce conglomérat est évidemment le résultat d'un entassement et d'un remaniement sur place des débris du calcaire néocomien N²; ces débris sont souvent si peu usés qu'on a de la peine à distinguer le conglomérat *k* qui en est formé d'avec le calcaire fendillé N² sous-jacent, dont il semble prendre la place sur beaucoup de points, entre la tour de Barcelone et le village de la Rochette. Mais les concrétions siliceuses, la marne verdâtre répandue entre les cailloux, le passage insensible du conglomérat grossier à d'autres parties du même dépôt, qui ne renferment plus que de petits cailloux empâtés dans une marne semblable, montrent évidemment que ce n'est autre chose que la base du dépôt tertiaire.

i, assise plus ou moins épaisse d'un grès tendre, à ciment calcaire, jaunâtre, alternant avec des marnes sableuses, bleuâtres, et passant à

des *poudingues* dont les cailloux sont peu volumineux, bien arrondis, calcaires ou siliceux. Cette assise atteint, sur certains points, une trentaine de mètres d'épaisseur; on y trouve des débris de coquilles marines (peignes, huîtres), des dents de squales et beaucoup de petits bryozoaires; c'est donc, bien évidemment, un *dépôt marin*. Malheureusement je n'ai pu y découvrir aucune espèce déterminable; cependant ces débris de fossiles paraissent appartenir aux genres que l'on rencontre le plus habituellement dans la *mollasse marine*. Ils paraissent confirmer le rapprochement que l'on est porté à faire, à première vue, d'après l'analogie parfaite des caractères minéralogiques, entre ces couches et la *mollasse marine* M, dont elles sont séparées par les assises suivantes.

l, série de marnes et de calcaires lacustres, composant tout le reste de la formation :

1° Marnes argileuses ou sableuses d'un gris foncé, renfermant quelquefois des indices de *gypse*;

2° Marnes blanchâtres ou verdâtres et calcaires marneux;

3° Marnes blanches, bariolées de rouge vif et de vert, et alternant avec des lits de calcaire marneux blanchâtre;

4° Marnes d'un rouge ocreux, formant une assise puissante et continue, très-caractérisée;

5° Calcaires blanchâtres, d'abord un peu marneux, devenant bientôt compactes, un peu siliceux, en gros bancs;

6° Calcaires grisâtres plus durs, siliceux, prenant quelquefois une structure celluleuse.

Ces deux dernières assises contiennent des coquilles d'eau douce (*paludines*, *lymnées*, *planorbes*), qui sont abondantes sur quelques points, par exemple à la Baume-Cornuillane. Près d'Ourche, on voit une petite assise de marnes charbonneuses, contenant des traces de *lignite*, intercalée entre les numéros 5 et 6; ces calcaires compactes, stratifiés en gros bancs, forment une ligne rocheuse très-distincte et souvent saillante entre les assises de marnes sous-jacentes et les premières couches de la *mollasse* sableuse superposée.

M, *mollasse marine*, sableuse, à grains fins ou grossiers, plus ou moins coquillière (huîtres, etc.); ses couches, plongent à l'O. comme les précédentes et se succèdent sur une grande épaisseur. En les coupant obliquement dans la direction de Montmeyran, on arrive à une colline isolée, près de la grange *Raillon* (carte de Cassini). La base de cette colline (pl. III, fig. 2) est encore formée de *mollasse* sableuse; au-dessus vient une couche assez épaisse d'argile bleue, où se trouve intercalé un banc de *lignite* compacte de 0^m,35 d'épaisseur; le sommet est formé de sables jaunâtres, un peu argileux, contenant

des concrétions blanches de calcaire marneux (1). Cette assise d'*argile bleue* avec *lignite* représente celle que nous retrouverons plus tard, beaucoup plus développée, dans le nord du département de la Drôme et dans les arrondissements de Vienne et de la Tour-du-Pin; c'est un autre dépôt d'eau douce, intercalé dans la partie supérieure de la *mollasse marine*, comme la formation lacustre dont nous venons d'exposer les caractères paraît intercalée à la base du même groupe.

Les localités de Barcelone et de la Baume-Cornillane sont les seuls points dans lesquels j'ai pu constater nettement, conformément aux indications de M. Sc. Gras, l'existence de bancs marins à la partie inférieure de la *mollasse d'eau douce*. Ces bancs intercalés me paraissent s'étendre depuis un point situé entre Ourche et la Baume, jusqu'au pied nord de la colline qui supporte la tour de Barcelone; mais dans cet intervalle, ils ont une épaisseur très-variable et ne sont pas toujours aussi bien caractérisés, ni aussi bien à découvert que dans la coupe ci-dessus. A Barcelone, les couches sont redressées verticalement au pied de la colline de la tour: le terrain d'eau douce, fortement comprimé, est resserré entre le calcaire néocomien de la colline et une assise de mollasse grossière, caillouteuse, dont les bancs inférieurs sont d'un *poudingue* très-consistant et forment une arête saillante très-marquée; les couches suivantes, en descendant vers le village, sont coquillières et passent à la *mollasse sableuse* qui occupe tout l'intervalle de Barcelone à Chabeuil. Au nord de Barcelone, la *mollasse d'eau douce* disparaît sous la *mollasse marine* et paraît cesser en s'amincissant brusquement. A partir de ce point, on ne trouve plus que la *mollasse marine* immédiatement appliquée sur le flanc du *crêt néocomien* N² (Châteaudouble, Peyrus, etc.), ou séparée de lui par des dépôts lacustres d'un autre caractère, dont nous avons parlé précédemment (§ 201).

‡ 207. — **Entre Crest et Montélimar.** — La zone étroite formée par la *mollasse d'eau douce* se prolonge, comme nous l'avons dit, en ligne droite, dans une direction S. 8° O. et vient passer à l'extrémité est de la ville de Crest; elle est recouverte immédiatement par les couches de *mollasse* à gros grains, remplie de coquilles marines, sur lesquelles est bâtie la tour de Crest. Au sud de la Drôme, la zone de *mollasse d'eau douce* continue encore, par Divajeu, jusqu'à la Répara, et ses couches fortement redressées s'appuient, au bord d'une faille, contre le terrain néocomien ou les marnes aptiennes;

(1) Sc. Gras, *Stat. minér. de la Drôme*, pag. 167.

du côté de l'ouest, elles sont recouvertes par la *mollasse marine* coquillière de Lambres et d'Autichamp. Entre la Répara et Auriple, la bande de *mollasse d'eau douce* change d'allure et de direction; ses couches, beaucoup moins inclinées, s'appuient sur la *craie chloritée* sableuse et s'étendent en plateau vers l'ouest, en passant au nord de Roynac, jusqu'après de Roche-sur-Grane. Le calcaire d'eau douce, qui forme l'assise supérieure, s'enfoncé doucement au nord, sous la *mollasse marine* coquillière.

Près d'Auriple, sur la route de Crest, on rencontre un lambeau de mollasse remplie de *peignes*, d'*huîtres*, etc., qui paraît isolé, en contact avec le dépôt d'eau douce : d'après M. Sc. Gras (*Stat. minér. de la Drôme*, p. 142), il plongerait sous celui-ci et correspondrait aux couches marines intercalées à la base de la *mollasse d'eau douce* de la Baume-Cornillane; je dois dire qu'il m'a paru, au contraire, superposé régulièrement à cette formation.

En suivant le calcaire d'eau douce, d'Auriple à Roche-sur-Grane, on trouve, sur le plateau, au-dessus de ce dernier village, une butte isolée de *mollasse marine* coquillière, appelée *Fort-les-Coquilles* (carte de Cassini). Ce monticule, qui domine à la fois le bassin de la Drôme et celui de Montélimar, tire son nom d'une prodigieuse quantité de peignes (*Pecten scabriusculus*, Math.) et d'autres coquilles qui couvrent le sol. M. Gras, qui le décrit en ces termes, regarde encore ce lambeau coquillier comme inférieur à la formation lacustre; mais il m'a paru reposer purement et simplement sur le calcaire lacustre, presque horizontal, qui forme le plateau.

Ce n'est donc pas d'après ces deux dernières localités, mais seulement d'après les coupes, décrites ci-dessus, de Barcelone et de la Baume-Cornillane, que je crois pouvoir affirmer l'intercalation de dépôts tertiaires *marins* à la partie inférieure de la *mollasse d'eau douce* du département de la Drôme, sans pouvoir d'ailleurs fixer par des fossiles déterminables l'âge de ces dépôts marins.

§ 208. — **Entre Montélimar et Saint-Paul-Trois-Châteaux.** — La *mollasse d'eau douce* se retrouve au S.-E. de Montélimar et forme un plateau assez étendu, comprenant les communes de Montjoyer, d'Aiguebelle, de Réauville et de Salles : les couches, très-peu inclinées, plongent uniformément vers le S.-E. et s'enfoncent, au bord de la Berre, sous la *mollasse marine* sableuse de Taulignan, de Grignan et de Chantemerle. Cette formation lacustre présente une série d'assises qui ressemble beaucoup à celle que nous venons de décrire : des calcaires compactes, à coquilles d'eau douce, dans le haut, et un grand développement de marnes rouges ou bario-

lées, dans la partie inférieure. Elle atteint une puissance plus grande encore, qui paraît s'élever à près de 200 mètres.

Dans les ravins qui entament la partie supérieure de ce terrain, entre les villages de Montjoyer, de Salles et de Réauville, on voit affleurer sur plusieurs points une couche de charbon, généralement très-impur, mais qui devient çà et là un *lignite* de bonne qualité. Des travaux ont été entrepris récemment pour l'exploitation de ce combustible au gîte du Fraysse, où l'on a atteint une couche de *lignite* de 0^m,75 d'épaisseur, par un puits de 20 mètres de profondeur : le puits a été poussé à 44 mètres plus bas sans rencontrer d'autre couche de combustible et en restant toujours dans les calcaires d'eau douce. Le lignite était assez pur et peu sulfureux ; il était recouvert immédiatement par un lit marneux pétri de *lymnées* et d'*hélices* : le défaut de consistance de ce toit et de l'ensemble du terrain est une grave difficulté pour l'exploitation.

A un niveau inférieur à celui du *lignite*, on trouve, dans la même formation d'eau douce, des amas de *gypse*, mêlé ordinairement de quelques centièmes de carbonate de chaux et ressemblant, sous ce rapport, ainsi que par sa structure, aux gypses de Paris et d'Aix. Ce gypse est exploité sur la commune de Réauville, sur le flanc nord de la vallée de la Berre. La coupe du terrain, à la carrière principale, présente de haut en bas : 1° calcaires marneux blanchâtres ; 2° marnes verdâtres, 4 mètres ; 3° banc de silex ou pierre meulière, 0^m 30 ; 4° petite couche d'argile, 0^m 20 ; 5° gypse, 4 mètres ; 6° grande épaisseur de marnes rougeâtres.

Les marnes rouges, très-développées, forment l'assise inférieure de la *mollasse d'eau douce*, sur la rive droite de la Berre ; elles reposent, du côté de Valaurie, sur des grès et sables verdâtres ou jaunâtres dépendant de la craie inférieure, comme ceux de Clansayes (§ 187).

Sur la rive gauche, à Chantemerle et plus bas, à la Grange-Rouge, on aperçoit une zone continue de *sables bigarrés*, qui reposent sur les mêmes grès verts ; ces sables sont bien distincts de la *mollasse d'eau douce*. Au bas du village de Chantemerle, on les voit recouverts immédiatement par la *mollasse marine* coquillière qui s'étend de là jusqu'à Clansayes. A la Grange-Rouge, ces mêmes *sables bigarrés* sont recouverts par des bancs de marnes et de calcaires lacustres, qui correspondent évidemment à ceux du plateau de Réauville, c'est-à-dire à l'assise supérieure de la *mollasse d'eau douce*. M. Gras a indiqué sur ce point une indépendance d'allures très marquée entre les deux formations d'eau douce, immédiatement superposées l'une à l'autre. « Un « escarpement d'une vingtaine de mètres, en forme de fer à cheval, « montre à la fois deux coupes, l'une perpendiculaire, l'autre paral- « lèle à la direction des couches, et, dans les deux sens, leur discor-

« dance de stratification est très-sensible : on voit, d'un côté, la
 « masse sablonneuse, divisée en strates confus qui inclinent au nord,
 « s'enfoncer sous les marnes calcaires dont les couches très-distinctes
 « plongent au sud ; d'un autre côté, la ligne de contact des deux ter-
 « rains paraît sinueuse et irrégulière ; on remarque que la surface des
 « sables était déjà entamée et inégale, lorsqu'ils ont été recouverts
 « par les marnes et qu'il n'existe entre ces roches aucun passage ni
 « alternance quelconque. » (*Statist. minéral. de la Drôme*, p. 149.)

De ce point, le calcaire lacustre se prolonge en un plateau à peu près horizontal jusqu'à la Garde-Adhémar. En traversant ce plateau du nord au sud, on descend sur *la Leuze*, à l'O. de Clansayes. A cette descente on retrouve les marnes rouges formant la base de la mollasse d'eau douce, comme à Valaurie, et elles reposent ici sur des marnes sableuses de l'étage *aptien* (§ 170). A l'est, le calcaire d'eau douce du plateau plonge, avec une faible inclinaison, sous la *mollasse marine*. Dans les ravins au nord de Clansayes, on voit reparaître les *sables bigarrés*, reposant sur les grès verts de la *craie inférieure* et recouverts immédiatement par la *mollasse marine* : à Clansayes même, les sables bigarrés n'existent plus et les bancs coquilliers de la *mollasse marine* s'appuient immédiatement sur la *craie inférieure* ; plus à l'est, sur le coteau de Pansier, ils reposent sur la *craie moyenne* à *Galerites vulgaris* (§ 188).

Un lambeau de *mollasse d'eau douce*, composé surtout de marnes blanches et de calcaires lacustres, se montre encore au nord de Donzère et forme le sommet de la colline entre ce bourg et le village de Rac ; il repose immédiatement sur le *calcaire à caprotines* (§ 165). On trouve, dans ce dépôt, de nombreux moules de *lymnées*, d'*hélices*, etc. et de petits bancs de *lignite* non exploitables.

§ 209. — En résumé, l'étude des étages si variés qui constituent les collines entre Montélimar et Bollène, et particulièrement les environs de Saint-Paul-trois-Châteaux, montre d'une manière très-nette l'indépendance des diverses formations. Le plus ancien des dépôts tertiaires, celui des *sables bigarrés*, au lieu de reposer, comme à Dieulefit ou à Nyons, sur les assises les plus élevées de la *craie moyenne*, repose ici sur diverses assises de la *craie inférieure* : le terrain de craie était donc déjà dénudé et raviné profondément avant le dépôt de ces *sables bigarrés*. — La *mollasse d'eau douce*

s'étend plus indifféremment encore sur les divers étages : sur le *néocomien supérieur* à Rac et au sud d'Allan ; sur l'*aptien*, à la Leuze ; sur la *craie inférieure (grès vert)*, à Allan, Valaurie, etc. ; sur la *craie moyenne* du côté d'Aleyrac ; enfin quelquefois on la voit reposer sur les *sables bigarrés*, comme à la Grange-Rouge, mais l'indépendance entre ces deux formations lacustres paraît encore manifeste dans ce cas. L'assise inférieure de la *mollasse d'eau douce*, celle des *marnes rouges*, manque souvent et paraît ne s'être formée que dans les dépressions du bassin ; l'assise supérieure, celle des *calcaires lacustres* est bien plus étendue et finit de toutes parts en s'aminçant en biseau. — Les couches inférieures de la *mollasse marine*, caractérisées généralement par une grande abondance de fossiles, et surtout par diverses espèces d'oursins, s'étendent aussi indifféremment, sur les divers étages crétacés et sur les *sables bigarrés* ; au contraire, elles laissent à découvert, sur de grandes surfaces, les calcaires supérieurs de la *mollasse d'eau douce*.

§ 210. — **Vallée de Montbrun.** — La *mollasse d'eau douce* se montre au milieu des montagnes, dans le petit bassin de Montbrun, où elle est accompagnée de *mollasse marine*. La vallée, close de toutes parts, qui renferme les deux villages de Montbrun et de Reilhannette doit son existence à des dislocations très-complicées et particulièrement à une grande faille dirigée E. 15° N., qui la limite au nord ; du côté du sud, les couches de la *craie moyenne*, prolongement de celles qui forment la crête du mont Ventoux, plongent sous la vallée ; elles supportent la *mollasse d'eau douce* et celle-ci la *mollasse marine*. Toutes ces assises sont fortement redressées ; le bourg de Montbrun est sur des couches de *mollasse marine* presque verticales, assez dures, qui forment une petite crête sur tout le flanc nord du vallon ; la *mollasse d'eau douce*, plus tendre, en constitue surtout le fond. Les couches supérieures de la *mollasse d'eau douce* sont des calcaires marneux blanchâtres, dans lesquels on remarque une couche noire, bitumineuse, accompagnée d'une argile charbonneuse et d'indices de *lignite*, au quartier du *Jas*, sur Reilhannette. Les assises inférieures de cette même formation lacustre affleurent dans le centre du vallon :

elles consistent en marnes verdâtres dans lesquelles on remarque une belle couche de *gypse* blanc, compacte ou fibreux; au-dessous, on aperçoit encore des argiles bigarrées, brunes ou verdâtres, alternant avec d'autres calcaires d'eau douce. Ces assises lacustres, très-inclinées, plongeant au nord, s'appuient sur les calcaires de la *craie moyenne* qui forment le flanc méridional. Deux sources minérales très-abondantes sortent, au centre du vallon, des marnes qui renferment l'amas de *gypse* : ces sources sont sulfureuses et salines, très-chargées en *barégine*; elles pourraient alimenter un établissement thermal important, qui serait bien placé, dans un des vallons les plus agréables du département de la Drôme.

§ 211. — **Département de l'Isère.** — La *mollasse d'eau douce* ne s'y montre que sur un très-petit nombre de points. On en rencontre un affleurement près de l'Albe et de Chantesse, sur le revers sud-est du chaînon néocomien de Polienas: il forme une zone assez étroite, qui commence à l'est de la grande route, en face de Chantesse, et se prolonge au sud-est, en passant par les hameaux de la Rochette, de Linage, de Pierre-Brune et de Chapuisière. Ce dépôt lacustre s'appuie d'une part contre les calcaires néocomiens et s'enfonce d'autre part, dans la direction de l'Albe, sous la *mollasse marine* sableuse. Il consiste surtout en calcaires blancs un peu siliceux, contenant des rognons de silex translucide et quelques coquilles d'eau douce; et en marnes blanches ou verdâtres, placées au-dessous de ces calcaires. Près de Linage, on trouve, à la base de ces dépôts, une brèche à cailloux calcaires arrondis, à ciment de calcaire argileux rougeâtre; elle rappelle exactement le marbre de Vimines, près Chambéry, dont le gisement est le même.

Un autre lambeau de *mollasse d'eau douce*, encore bien moins étendu, existe sur la commune de Quaix, dans le vallon de Maupertuis. La formation lacustre ne s'y montre qu'avec une faible épaisseur, mais sa coupe présente encore les mêmes subdivisions que dans la Drôme : calcaires blancs entremêlés de marnes verdâtres, à la partie supérieure; marnes rouges mêlées de vert, au dessous: et enfin un conglomérat grossier, principalement formé de silex de la *craie*. Celle-ci doit, dans cette localité, former la base du terrain d'eau douce; mais on ne la voit pas affleurer dans le vallon.

Le vallon de Maupertuis se trouve sur la direction de la grande faille que nous appellerons plus loin *faille de la Grande-Chartreuse* et qui est représentée, dans nos coupes de la pl. II, par la lettre F". La *mollasse d'eau douce* affleure en couches très-bouleversées au pied de cette faille; elle est renversée sur les couches inférieures de la *mollasse*

marine caillouteuse, dont nous parlerons plus loin. La coupe de ce vallon et de la vallée de Proveysieux est la suivante :

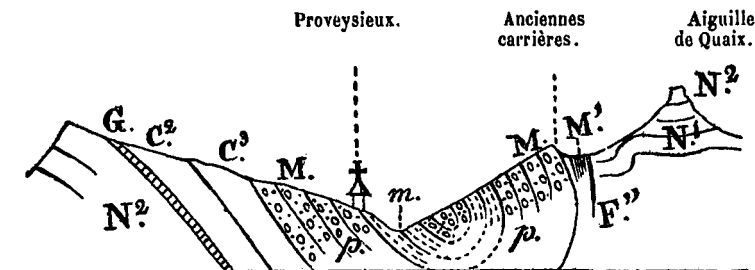


FIG. 31. — Coupe de la vallée de Proveysieux et du haut du vallon de Maupertuis, au pied de l'Aiguille de Quaix; échelle $\frac{1}{40,000}$. — M, mollasse marine; p, à l'état de poudingue; m, à l'état de mollasse sableuse. — M¹, mollasse d'eau douce de Maupertuis. — C³, craie supérieure; C², craie moyenne; G, gault; N², néocomien supérieur; N¹, néocomien inférieur. — F¹, faille de la Grande-Chartreuse.

On observe encore quelques traces de *marnes rouges* et de *calcaires lacustres* sous la *mollasse marine*, à l'ouest de Méaudre, sur le chemin de Lans; ces couches, très-minces, reposent sur la *craie supérieure* avec orbitolites, dont nous avons parlé § 180.

On a exploité, au bord de l'Isère, près de la Sône, une couche de *calcaire d'eau douce* recouvert immédiatement par la *mollasse marine* et parfaitement concordant avec elle. Ce calcaire d'eau douce paraît intercalé dans la *mollasse marine*, comme nous en trouverons d'autres assises dans les parties supérieures du même terrain, en montant de Saint-Marcellin sur le plateau de Chambaran.

§ 212. — Le groupe que nous venons de décrire sous le nom de *mollasse d'eau douce* présente, par son gisement et sa constitution, la plus grande analogie avec une formation lacustre beaucoup plus développée dans la partie méridionale du bassin du Rhône, dans les départements du Gard, de Vaucluse, des Basses-Alpes et des Bouches-du-Rhône. Dans cette formation lacustre, en effet, on peut distinguer trois étages,

qui correspondent aux diverses parties de notre *mollasse d'eau douce* : des *marnes rouges*, avec *conglomérats*, des marnes et calcaires lacustres, avec amas de *gypse*, et enfin un autre étage de marnes et de calcaires, souvent bitumineux, avec couches de *lignite*, particulièrement développé dans l'arrondissement de Forcalquier. L'ensemble de ces dépôts d'eau douce est inférieur à la *mollasse marine* coquillière ; mais il est supérieur, d'autre part, à un autre terrain d'eau douce, celui des *lignites* du bassin d'Aix en Provence, qui ne s'étend pas au nord de cette ville.

La classification des terrains tertiaires de la Provence a été souvent discutée, et, jusque dans ces dernières années, les géologues les plus éminents ont différé d'opinion à ce sujet. La nature exclusivement lacustre de ces dépôts, dont l'épaisseur totale est de plus de mille mètres (en y comprenant le terrain inférieur des *lignites* d'Aix), l'absence de couches à fossiles marins bien caractérisés à la base ou dans l'épaisseur de cet ensemble, rendent assez incertaine, en effet, la comparaison de leurs étages à ceux des bassins de la Seine et de la Garonne. Cependant nous croyons pouvoir regarder comme très-probable la classification des *gypses* d'Aix, d'Apt, etc., au même niveau que le *gypse* des environs de Paris. Ce rapprochement, pressenti dès 1829 par Brongniart, mais écarté par MM. Dufrenoy et Elie de Beaumont, a été reproduit en 1836 par M. Coquand, d'après la découverte d'ossements de *Palæotherium* dans le terrain gypseux des environs d'Aix. Il est confirmé par les ossements fossiles très-nombreux trouvés à Praréal, près Apt, dans une petite couche bitumineuse, placée à la limite des *marnes rouges* et de l'étage de *gypse*, qui lui est immédiatement superposé. Ces ossements, décrits par M. P. Gervais, appartiennent à une douzaine d'espèces de pachydermes (*Palæotherium*, *Anoplotherium*, etc.), presque toutes identiques avec des espèces du *gypse* parisien. On a signalé encore des ossements de *Palæotherium* dans le

gypse de Mourmoiron (Vaucluse), dans le terrain d'eau douce de Méthamies (id.), dans plusieurs localités de l'Hérault, etc. Le synchronisme de l'étage du *gypse* de la Provence, avec celui du *gypse* parisien, a été admis par M. d'Archiac, dans son *Histoire des Progrès de la Géologie* (t. II, p. 747, 1849); il est confirmé par les recherches de cet éminent géologue sur les terrains tertiaires analogues du département de l'Aude (*Bull. de la Soc. géol.*, 1857). Dans l'état présent de nos connaissances, c'est le point de repère le moins incertain d'où l'on puisse partir pour établir la comparaison de la série tertiaire du bassin du Rhône avec celle du bassin de Paris.

L'analogie complète que présente avec les terrains d'eau douce du département de Vaucluse notre *mollasse d'eau douce* de la Drôme, ne permet guère de douter de l'unité de formation de ces dépôts. Nos *gysses* de Montbrun et de Réauville doivent correspondre aux *gysses* des environs de Carpentras, d'Apt et d'Aix, et nos lignites de Salles aux lignites, beaucoup plus importants, de Manosque et de Forcalquier; et l'ensemble de notre *mollasse d'eau douce* nous paraît correspondre au groupe du *gypse* et du *calcaire lacustre moyen*, dans le terrain *parisien*.

Si cette classification n'est pas démentie par des observations ultérieures, il faudra en conclure que la distinction entre les deux groupes lacustres que nous venons de décrire, sous les noms de *mollasse d'eau douce* et de *groupe des sables bigarrés et argiles plastiques* est une distinction plus *minéralogique* que *géologique* et que ces divers dépôts appartiennent, selon toute apparence, à une même période, celle pendant laquelle vivaient les *Palæotherium* et autres mammifères dont on trouve les ossements dans la *mollasse d'eau douce* de la Provence, comme dans les argiles *sidérolitiques* de la Suisse (§ 203). Les *sables bigarrés* et les *argiles plastiques* pures se seraient formés dans de petits lacs très-circonscrits, en même temps, ou un peu avant, que les *marnes rouges* ou

bigarrées, base de la *mollasse d'eau douce*, se déposaient dans un bassin beaucoup plus vaste; les marnes et calcaires d'eau douce avec *gypse* et *lignite* ont continué à se former dans ce dernier, de sorte qu'ils n'ont pu recouvrir les *sables bigarrés* que par suite d'affaissements locaux, accidentels, et sur un très-petit nombre de points, comme à la Grange-Rouge (§ 208); du reste ils se sont souvent étendus, de même, au-delà des limites du dépôt des *marnes rouges*, par dessus les terrains secondaires.

Quant aux couches marines de Barcelone et de la Baume-Cornillane, intercalées à la base de la *mollasse d'eau douce*, leur âge n'est encore déterminé par aucun fossile caractéristique. Mais leur existence est un fait important, qui ne saurait être isolé, et qui indique, ce me semble, le synchronisme de la *mollasse d'eau douce* avec des dépôts marins encore peu connus. Nous avons vu, dans le Dévoluy, la probabilité de la formation contemporaine du *terrain nummulitique* de ce pays et du *groupe des sables bigarrés et argiles plastiques*, recouverts également, l'un et l'autre, par la *mollasse marine*. Il me paraît probable qu'on trouvera aussi, dans les parties basses du bassin du Rhône, une suite de dépôts marins, enchevêtrés avec les divers étages lacustres, rattachant les *terrains nummulitiques* des Alpes avec ceux des Corbières et des Pyrénées, et établissant des passages successifs à la *mollasse marine* proprement dite. Les couches marines de la Baume-Cornillane ressemblent déjà complètement à celle-ci sous le rapport minéralogique, et il est à désirer qu'on y trouve des fossiles déterminables qui puissent servir à juger de l'analogie ou de la différence qu'elles présentent, dans leur faune caractéristique, avec la *mollasse marine* coquillière qui en est séparée par presque toute l'épaisseur de la formation d'eau douce.

MOLLASSE MARINE.

§ 209. — Le nom de *mollasse* est employé communément, sur tout le versant occidental des Alpes, pour désigner un grès à ciment calcaire, généralement tendre, exploité comme pierre de construction d'une taille très-facile. Ce grès est formé d'éléments hétérogènes, fins ou grossiers, dans lesquels on reconnaît les débris de roches très-diverses. Les parties fines sont principalement des grains de quartz, des paillettes de mica, de l'argile, c'est-à-dire les produits ordinaires de la destruction des roches granitiques, auxquels se joignent des débris de schistes talqueux et autres roches schisteuses des terrains anciens, de schistes argileux, etc. Il y a souvent aussi beaucoup de menus fragments de coquilles et de polypiers. Dès que le grain de la *mollasse* devient un peu grossier, on y distingue, en général, des graviers calcaires mêlés aux débris de roches siliceuses diverses. Certaines couches sont caillouteuses, contiennent beaucoup de fragments roulés, du volume d'une noisette, et plus. Enfin, sur beaucoup de points, on trouve, intercalés dans les *mollasses* sableuses, des bancs plus ou moins étendus et plus ou moins épais de *poudingues*, composés de cailloux parfaitement arrondis, qui ont parfois jusqu'à 20 centimètres de diamètre : les interstices entre les cailloux sont remplis par une *mollasse* sableuse, c'est-à-dire par un sable fortement tassé, ordinairement consolidé par un ciment calcaire. Dans ces *mollasses* caillouteuses et ces *poudingues*, il est facile de reconnaître des roches appartenant à tous les terrains des Alpes : de plus, on y trouve toujours, même dans les localités les plus éloignées du Rhône (par exemple aux environs de Grenoble), beaucoup de roches dures étrangères aux Alpes, particulièrement des *porphyres quartzifères*, des *jaspes* rouges et verts, qui doivent provenir de certaines par-

ties du *plateau central* (Forez, Beaujolais, etc.). La structure de *poudingue*, assez rare dans la *mollasse* du département de la Drôme, est au contraire très-fréquente dans celle du département de l'Isère.

Les couches inférieures de la *mollasse* sont en général de structure un peu grossière et très-coquillières; elles sont quelquefois peu cohérentes ou même presque friables; mais le plus souvent, consolidées par un ciment calcaire cristallin, elles forment des roches dures, qui se relèvent sur les flancs des montagnes et qui suivent, quelquefois jusqu'à plusieurs centaines de mètres au-dessus des plaines voisines ou du fond des vallées, les allures des calcaires crétacés. Telles sont les couches dures, coquillières, plus ou moins caillouteuses, dont on observe des lambeaux redressés et emportés jusque sur les sommités des premières chaînes crétacées: dans le département de l'Isère, à Miribel, Saint-Julien de Raz, Montaud, Autrans, Rencurel, Saint-André en Royans, etc.; dans la Drôme, autour de Saint-Jean en Royans, et surtout aux environs de Nyons, depuis le Pont-au-Jas, près Taulignan (pl. III, fig. 7), jusqu'à Mollans. A Nyons même, ces couches inférieures de la *mollasse* s'appuient sur le terrain des sables bigarrés S (§ 199) et constituent, au nord et au sud de l'Aygues, les crêtes rocheuses du Devez et de Saint-Jaume (M¹, fig. 29 pag. 366): elles descendent avec une inclinaison croissante jusqu'à la rivière, forment les roches auxquelles est appuyé le pont, et s'enfoncent presque verticalement sous les assises supérieures M², composées de *mollasse* sableuse très-tendre.

Ces assises inférieures de la *mollasse* sont les plus riches en fossiles. Les localités que nous venons de nommer en renferment toutes des gisements abondants, mais généralement peu variés en espèces; on doit citer encore, dans la Drôme: Crest, au pied de la tour; Autichamp; le monticule dit *Fortles-Coquilles*, près Roche-sur-Grâne; Auriple, route de Crest (§ 207); les assises inférieures des collines de Puygiron

et de la Bâtie-Rolland, près Montélimar; et surtout les environs de Saint-Paul-Trois-Châteaux, connus depuis longtemps par l'abondance et la beauté de leurs fossiles, dont le plus grand nombre appartient encore aux assises inférieures de la *mollasse*.

A Saint-Paul-Trois-Châteaux, ainsi que dans diverses stations plus méridionales de Vaucluse et des Bouches-du-Rhône, les assises inférieures de la *mollasse* comprennent non-seulement des couches sableuses, à grains fins ou grossiers, avec fossiles entiers ou brisés, mais encore des bancs puissants, purement calcaires, entièrement formés de débris de mollusques et de rayonnés, réunis par un ciment de calcaire concrétionné. Telle est la remarquable assise de *mollasse calcaire* pure, d'un beau blanc, qui forme, à Saint-Paul, le plateau de Sainte-Juste et qui s'étend, en plongeant doucement vers l'est, jusqu'à Saint-Restitut. Cette assise est formée d'un seul banc massif de vingt mètres d'épaisseur, qui est à découvert sur une surface d'environ deux kilomètres carrés, dans cette colline. C'est une pierre entièrement composée de débris de mollusques et de zoophytes, très poreuse, dont les vides représentent environ un tiers ou un quart du volume apparent; sa structure est un peu plus serrée dans la partie inférieure de la masse. Elle est exploitée, depuis des temps reculés, comme pierre de taille tendre, mais qui résiste cependant bien aux injures du temps, comme l'attestent les anciens édifices de Saint-Paul. Cette exploitation a pris récemment des proportions considérables dans les carrières de M. le baron Du Bort; et l'usage de plus en plus répandu de la pierre de Saint-Paul a opéré une véritable révolution dans l'art des constructions, à Lyon, à Saint-Étienne, à Grenoble et dans plusieurs autres villes (1).

(1) Les carrières sont ouvertes sur une épaisseur de 11 mètres et sur une longueur d'environ 400 mètres, au bord de l'escarpement

§ 214. — **Fossiles de la mollasse inférieure.** — Les fossiles propres aux assises inférieures de la *mollasse* sont surtout diverses espèces d'oursins et, parmi les mollusques, certaines espèces de *peignes*, *d'huîtres*, etc. Les oursins qu'on y trouve le plus communément sont *Echinolampas scutiformis*, Desm. et *E. hemisphæricus*, Ag. (Saint-Jean et Saint-André-en-Royans, Autrans, Rencurel, Nyons, le Pégue, etc.) — Les environs de Saint-Paul-Trois-Châteaux (Saint-Restitut, la Baume-de-Transit, Suze-la-Rousse, Montségur, Clansayes, etc.) ont fourni des espèces beaucoup plus variées et généralement très-bien conservées : les oursins fossiles de ces localités sont énumérés dans le catalogue général de MM. Agassiz et Desor (*Ann. des sc. nat.*, 1847), d'où nous extrayons la liste suivante :

Echinolampas scutiformis, Desm., (commun); *E. hemisphæricus*, Ag.; (assez comm.); *E. angulatus*, Mér., Ag. (rare). — *Scutella Paulensis*, Ag., (comm.); *S. truncata*, id. — *Lobophora bioculata*, Ag.; *L. elliptica*, id.; *L. perspicillata*, id. — *Clypeaster scutellatus*, Ag. (assez comm.); *C. marginatus*, Lam. (?) — *Brissus Cordieri*, Ag. (rare). — *Spatangus delphinus*, Defr.; *S. corsicus*. Des.; *S. ocellatus*, Defr. — *Echinus dubius*, var. *obliqua*, Ag.; *E. Serresii*, Desm. — *Cidaris Avenionensis*, id.

Presque tous ces oursins ne se trouvent que dans les assises inférieures de la mollasse, soit dans l'assise calcaire exploitée dans les carrières de Saint-Paul, soit dans les couches sableuses placées au-dessous. Les *Lobophora* appartiennent à des couches sableuses, qui viennent au-dessus de la pierre de

nord-ouest du plateau. L'extraction s'est élevée, en 1860, à 14,000 mètres cubes. L'exploitation est desservie par un plan incliné automoteur et un chemin de fer à traction de chevaux, de 8 kilomètres de long, aboutissant à la gare de Pierrelatte.

Saint-Paul, et qui couronnent, par exemple, la colline de Sainte-Juste, à peu de distance au sud des carrières.

Les fossiles les plus communs sont des *peignes* et des *huîtres* : *Pecten scabrellus*, Lam., très-commun partout ; Saint-Paul-Trois-Châteaux et environs ; Crest, Autichamp, Saint-Jean-en-Royans, Saint-Martin-en-Vercors, Rencurel, Montaud, Raz, Miribel, Quaix, etc. ; — *P. scabriusculus*, Math. : mêmes localités ; très-commun aussi et souvent difficile à distinguer du précédent ; — *P. laticostatus*, Lam. : Saint-Paul, Crest, Saint-Jean et Saint-André en Royans, Montaud, Malossane près Voreppe, etc. ; — *P. solarium*, Goldf. : Fort-les-Coquilles, Auriple, (§ 207), avec le *P. scabriusculus* ; — *P. benedictus* Lam., environs de Saint-Paul (commun). — *P. subpleuronectes*, d'Orb., mêmes localités. — *Ostrea longirostris*, Lam., assez commun, mais encore plus fréquent et mieux conservé dans les assises moyennes de la mollasse ; — *O. callifera*, Lam. (?), Saint-Jean en Royans ; — *O. tegulata*, Münst., même loc. ; — *O. Doublieri*, Math., Saint-Paul-Trois-Châteaux. — Les autres mollusques sont ordinairement à l'état de moules peu déterminables et paraissent communs avec des assises de la mollasse moyenne et supérieure, où nous aurons occasion de les signaler : ils appartiennent surtout aux genres *Venus*, *Cardium*, *Panopæa*, *Turritella*, *Pyruca* (*P. clathrata*, Lam.), *Cerithium*, *Scalaria*, etc.

Nous citerons encore des *balanes*, dont la mollasse inférieure de Saint-Paul renferme plusieurs espèces, décrites par M. DeFrance sous les noms de *Balanus delphinus*, *B. squamosus* et *B. crispus*.

Les dents de poissons de la famille des *squales* sont assez communes dans toutes les assises de la mollasse. Quant aux mammifères, la mollasse inférieure de Saint-Paul en contient souvent des ossements, qui paraissent surtout appartenir à des cétacés (*Halitherium*, *Delphinus*, etc.), et quelques-uns, beaucoup plus rares, à des mammifères terrestres de divers

ordres. Nous reviendrons plus tard sur les vertébrés fossiles du groupe de la *mollasse*, dans le chapitre consacré à la description du Bas-Dauphiné.

§ 215. — Les assises moyennes et supérieures de la *mollasse* consistent principalement en couches sableuses qui deviennent, en général, de plus en plus tendres et presque friables. La nature du sable varie suivant les localités. Dans les points les plus rapprochés des Alpes centrales, par exemple aux environs de Grenoble, les éléments sableux proviennent surtout des roches alpines et donnent à la *mollasse* une teinte foncée, bleuâtre ou verdâtre; les fossiles y sont rares et leurs débris ne comptent pour rien dans la masse du dépôt. Au contraire, dans les localités plus rapprochées du *plateau central*, comme dans la Drôme et l'arrondissement de Vienne, les parties siliceuses proviennent surtout des roches granitiques de la rive droite du Rhône et les débris de coquilles et de polypiers forment souvent une portion notable de la masse totale; la *mollasse* présente alors, habituellement, une teinte jaunâtre. La *mollasse* de Voreppe, employée à Grenoble, et celle de Châteauneuf-d'Isère, employée à Valence et à Romans, sont deux types de ces différences de composition et d'aspect de la *mollasse* sableuse.

Les fossiles entiers et bien conservés sont encore assez rares dans ces couches sableuses. Les plus répandus sont de grandes huîtres, à test très-épais: *Ostrea longirostris*, Lam.; Voreppe, à l'ouest des carrières souterraines, dans le clos de La Ville; Visan, près Nyons, etc.; — *O. crispata*, Goldf.; Visan; — *O. undata*, Lam.; environs de Saint-Paul-Trois-Châteaux; Hauterive, etc. — Les *peignes* de la *mollasse* inférieure, surtout le *Pecten scabrellus*, remontent quelquefois dans des assises plus récentes. — Au pont de Manne, sur la Bourne, près Saint-Nazaire-en-Royans, on trouve, dans les assises moyennes, de nombreux moules de *Turritella* (*T. turris*, Bast.?) de *Venus*

et quelques autres mollusques peu déterminables ; de même à Saint-André en Royans, à Beauvoir, etc. Dans quelques localités du Bas-Dauphiné (Hauterive, etc.), la partie supérieure du groupe de la *mollasse* renferme de petits dépôts de coquilles bien conservées, analogues aux *faluns* de la Touraine (Hauterive, Baternay, etc.) ; mais ces couches ne paraissent pas s'être étendues, du côté de l'est, jusque dans les parties où la mollasse a été redressée sur les flancs des premières chaînes calcaires.

§ 216. — La *mollasse marine* présente un grand développement entre les Alpes et le *plateau central* ; elle constitue le sol fondamental de presque toutes les collines et les plateaux du Bas-Dauphiné, sur la structure duquel nous reviendrons plus tard. Nous avons à nous occuper ici de son extension sur la lisière et dans l'intérieur de la région montagneuse et de ses rapports avec les terrains de cette région.

Dans le département de la Drôme, la mollasse ne pénètre que très-rarement à l'intérieur de la région des montagnes ; elle s'arrête, en général, au pied ou sur le flanc de la première chaîne crétacée. Cependant, par exception, on la rencontre dans deux vallées reculées, situées aux deux extrémités du département : celle de Montbrun (§ 210) et celle de Saint-Julien et Saint-Martin en Vercors. Dans les Hautes-Alpes, nous l'avons indiquée en Dévoluy et aux environs de Veynes. Mais c'est surtout dans le département de l'Isère que des lambeaux de *mollasse* se trouvent soulevés, à des hauteurs qui atteignent parfois plus de 1,500 mètres, dans des replis très-reculés de l'intérieur des massifs crétacés de Lans et de la Chartreuse : les vallées de Rencurel et d'Autrans, Lans, Saint-Nizier, Montaud ; les plateaux de Raz et de Miribel, la vallée de Voreppe et de Saint-Laurent-du-Pont ; la vallée de Provey-sieux, depuis Saint-Egrève jusqu'au col de la Charmette et au-delà ; la combe des Molières à l'ouest de la Grande-Chartreuse

(pl. II, fig. 9); Corbel, Entremont-le-Vieux et le col de Léliaz en Savoie (§ 176).

Les couches de la mollasse sont presque toujours exactement parallèles à celles des calcaires crétacés sous-jacents; elles participent à toutes les dislocations qui ont affecté ces calcaires. C'est ce que mettent en évidence nos coupes pl. II et pl. III, ainsi que les fig. 20, 29, 31 du texte, pages 295, 366 et 402. On doit conclure de là que, à l'époque où elles ont été recouvertes par des dépôts de *mollasse marine*, les couches des terrains crétacés étaient encore sensiblement horizontales et formaient un fond de mer à peu près plat; elles n'ont été redressées et façonnées en chaînes de montagnes que postérieurement à ces dépôts tertiaires. Il faut bien remarquer que cette conclusion n'est rigoureusement applicable qu'aux parties de la région des chaînes secondaires où l'on trouve la *mollasse*, du moins des lambeaux de cette formation tels que, si l'on suppose toutes les couches rabattues sur un plan horizontal, il y ait lieu de considérer ces lambeaux comme des restes d'un même dépôt primitivement continu. Quant aux massifs où la mollasse ne se rencontre point en recouvrement sur les assises crétacées les plus supérieures, il est naturel de penser qu'ils n'ont pas été recouverts par la *mollasse* et qu'ils faisaient partie d'une terre émergée durant l'époque de ce dépôt.

La limite extrême de l'extension de la mollasse du côté des Alpes se trouve indiquée : 1° entre Chambéry et le Guiers-Vif, par une ligne suivant le thalweg de la vallée d'Entremont-le-Vieux, depuis le col de Léliaz jusqu'à Saint-Pierre-d'Entremont; 2° entre le Guiers-Vif et l'Isère, par la direction à peu près rectiligne d'une grande *faille*, désignée dans nos coupes (pl. II) par F'', passant un peu à l'O. de Corbel, de la Grande-Chartreuse, du village de Quaix, et coupant la vallée de l'Isère sur le revers ouest de la montagne de Néron; 3° au sud de l'Isère, par une ligne passant à Sassenage et un peu au sud des villages de

Saint-Nizier, Lans, Méaudre, Saint-Martin-en-Vercors et Saint-Martin-le-Colonel en Royans. La limite ainsi tracée peut être considérée comme représentant approximativement l'emplacement du *rivage* jusqu'où s'est avancée la mer, pendant l'époque de la *mollasse*.

Toutes les chaînes situées à l'ouest ou au nord-ouest de cette limite ne doivent leur relief et leur configuration actuelle qu'à des mouvements postérieurs au dépôt des assises de *mollasse* qu'on trouve soulevées sur leurs flancs et dans leurs replis. La date récente du soulèvement de ces chaînes a été établie par les observations fondamentales de M. Elie de Beaumont (1) : les dislocations qui ont produit leur relief sont caractérisées, en Dauphiné, par une direction à peu près uniforme, en moyenne N. 26° E. ; c'est, dans ce pays, la direction de l'axe principal de soulèvement des Alpes occidentales, indiqué par la chaîne de Belledonne (§ 97).

Dans le département de la Drôme, depuis Saint-Nazaire en Royans jusqu'au-delà de Nyons, le *rivage* de la mollasse coïncide à peu près partout avec le surgissement de la première chaîne crétacée : cette limite passe par Saint-Nazaire, Peyrus, Crest, Auriple, Manas, Alayrac, Nyons et Mollans, en laissant à l'est toutes les montagnes qui se rattachent au système des Alpes et ne laissant à l'ouest que quelques collines calcaires, peu élevées, qui se rattachent, soit visiblement, soit par leur structure, aux collines de la rive droite du Rhône.

§ 217. — La discontinuité entre les terrains *crétacés* et les terrains *tertiaires* est indiquée par la superposition indifférente de ceux-ci aux différents étages des premiers. On peut poser en principe que les terrains tertiaires de notre région

(1) *Ann. des Sc. nat.*, 1^{re} série, t. 18.

reposent sur des assises crétacées de plus en plus élevées dans la série à mesure qu'on se rapproche plus des chaînes intérieures des Alpes. Si l'on trace un alignement passant par les Echelles et Crest, on trouve que, sur cette direction et à l'est, les terrains tertiaires reposent presque toujours sur le terrain *néocomien*; à l'est, au contraire, ils reposent presque toujours sur des étages crétacés plus élevés et même, en général, sur l'assise crétacée la plus élevée que l'on connaisse dans le pays, c'est-à-dire sur la *craie supérieure* dans le département de l'Isère et sur la *craie moyenne* dans celui de la Drôme. La superposition immédiate de la mollasse au terrain *néocomien* ne prouve pas, du reste, que les terrains aient éprouvé des dénudations bien profondes; car, dans les parties de la région des chaînes secondaires où cette superposition s'observe, l'ensemble des étages supérieurs au terrain *néocomien* ne présente, sur les points où ils existent encore, qu'une épaisseur extrêmement réduite (§ 182). Ainsi, tout concourt à prouver que les terrains crétacés n'avaient pas été sensiblement dérangés de la position horizontale et n'avaient subi, en général, que des dénudations peu importantes dans toutes les parties de la région des chaînes secondaires où ont pénétré les dépôts tertiaires et spécialement celui de la *mollasse*.

Les traces de dénudations des terrains crétacés avant le dépôt de la *mollasse* sont, comme nous venons de le dire, d'autant plus sensibles que l'on considère des chaînons plus extérieurs, tels que ceux des environs des Echelles et de Voreppe. Des dénudations plus considérables ont eu lieu, avant les dépôts tertiaires, dans les localités voisines du Rhône, comprises entre Crest et Saint-Paul-Trois-Châteaux: dans ces collines, qui se rattachent, comme nous l'avons dit ci-dessus, aux plateaux de la rive droite du Rhône, les dépôts tertiaires reposent indifféremment sur le terrain *néocomien*, sur les marnes *aptiennes* ou sur les diverses assises du groupe de la *craie*; ces divers étages étaient évidemment dénudés et of-

fraient déjà un relief très-accidenté. A la Bâtie-Rolland et autres localités à l'est de Montélimar, des lambeaux de *mollasse* coquillière forment des buttes isolées, superposées aux marnes *aptiennes* ; les couches de mollasse sont horizontales, tandis que celles des marnes aptiennes plongent visiblement vers l'est-sud-est, pour s'enfoncer sous les escarpements de la *craie* à Châteauneuf-de-Mazenc.

§ 218. — Nous allons maintenant décrire en particulier quelques localités où le groupe de la *mollasse* présente des caractères remarquables ; ces caractères nous permettront d'établir la liaison intime de la *mollasse marine* bien caractérisée, soulevée sur les flancs des chaînes subalpines, avec les *poudingues*, les dépôts de sables et d'argiles, si développés dans les collines et les plateaux du Bas-Dauphiné.

Poudingues de Proveysieux. — La vallée de Proveysieux, près Grenoble, est entièrement remplie par un puissant dépôt de *mollasse* caillouteuse et de *poudingues*, dans lesquels sont taillés le chemin de Saint-Egrève à Quaix et celui de Saint-Egrève à Proveysieux et au col de la Charmette. La superposition de ce terrain aux terrains crétacés se voit très-bien au bord de la plaine, au nord de l'église de Saint-Egrève, dans un petit ravin qui entame à la fois les couches les plus élevées des *calcaires à silex* de la *craie* et les premières assises de *mollasse* et de *poudingues*. Celles-ci, M, sont nettement stratifiées et inclinées d'environ 60°, comme les calcaires à silex C, sur lesquels elles s'appuient (pl. II, fig. 2). Ces couches inférieures sont les moins grossières : les cailloux n'y dépassent guère le volume d'une noix et souvent il y a beaucoup plus de sable fin que de cailloux ; on y trouve même des bancs de *mollasse* purement sableuse. En suivant le pied du coteau, vers l'ouest, jusqu'au pont de la Monta, on voit qu'elles sont recouvertes par une grande épaisseur de pou-

dingues, généralement plus grossiers et dont la stratification est moins distincte; cependant, on reconnaît clairement qu'ils forment encore des bancs fortement inclinés, plongeant à l'est, mais dont l'inclinaison va en diminuant sensiblement; ils conservent cette allure jusqu'au pont de la Monta, sous lequel ils plongent encore d'environ 40° vers l'est. Sur la rive droite de la Vence, la stratification des poudingues est moins facile à étudier, parce qu'ils sont couverts de bois; cependant, on peut s'assurer qu'ils se relèvent de ce côté et s'appuient encore, sans différence sensible d'inclinaison, sur des couches de *calcaires à silex* du groupe de la *craie*, redressées presque verticalement contre le bord d'une grande faille F", au pied de la crête de Néron. Cette disposition des poudingues tertiaires, en forme de V dont les deux branches sont très-inclinées, se retrouve dans toute la vallée de Proveysieux, comme l'indiquent les coupes pl. II, fig. 2, 8 et 10.

Les chemins de Saint-Egrève à Quaix et à Proveysieux sont taillés dans le milieu de cette masse pliée en V, c'est-à-dire dans les assises supérieures. Les poudingues y sont généralement plus grossiers que ceux des assises inférieures; les cailloux, toujours parfaitement arrondis, atteignent quelquefois plus de 20 centimètres de diamètre. La stratification de ces poudingues à gros cailloux est souvent confuse; mais elle est mise en évidence par des bancs très-nets de sables ou de petits graviers qui alternent avec les nappes massives de poudingues: l'inclinaison de ces couches intercalées, qui n'ont pu se déposer que dans une situation à peu près horizontale, permet de déterminer rigoureusement le sens et la valeur du redressement qu'a subi l'ensemble du dépôt.

Dans chaque couche de poudingues, il y a, en général, peu d'inégalité entre les dimensions des cailloux; on observe des alternatives répétées de couches à gros galets, d'autres à cailloux moyens ou petits, d'autres, enfin, seulement-graveleuses ou sableuses. La majeure partie des cailloux provient des

Alpes, soit de presque toutes les roches et terrains des Alpes centrales, soit des terrains jurassiques et crétacés de la région subalpine; ces derniers, dont la provenance est moins lointaine, sont généralement les plus volumineux; on trouve souvent des silex provenant probablement de la *craie supérieure*. Mais il y a aussi beaucoup de cailloux étrangers aux Alpes, tels que *porphyres quartzifères*, *jaspes rouges et verts*, etc., qui doivent venir du *plateau central* et dont la présence sur ces points suppose une configuration du sol bien différente de celle qui existe aujourd'hui.

Ces cailloux sont pressés les uns contre les autres et réunis par un ciment sableux et calcaire, quelquefois un peu argileux, qui ressemble complètement à la mollasse sableuse; ce ciment est évidemment contemporain du dépôt lui-même; il forme à lui seul des nids, des amas, des couches sableuses plus ou moins continues, alternant avec les nappes de cailloux.

Presque tous les cailloux calcaires, toujours très-nombreux, et même quelques cailloux d'autres roches présentent un fait extrêmement remarquable: ils sont *impressionnés*, c'est-à-dire criblés d'*empreintes en creux*, correspondant à des cailloux voisins de nature plus résistante. Ce fait n'est point particulier à la localité qui nous occupe: il a été observé partout dans les poudingues dépendant du *groupe de la mollasse*, en France et en Suisse, depuis l'Alsace jusqu'à la Méditerranée; il s'observe notamment dans les poudingues désignés en Suisse sous le nom de *nagelfluë*, qui se redressent presque verticalement sur les pentes du Righi et autres chaînes subalpines, comme les nôtres sur les flancs de la vallée de Proveysieux. Les *cailloux impressionnés* constituent, pour les poudingues du terrain de *mollasse*, un caractère empirique très-constant, comme nous le verrons bientôt, et auquel nous croyons pouvoir attribuer une très-haute valeur (1).

(1) Ce phénomène curieux des *cailloux impressionnés* suppose né-

Les poudingues de Proveysieux sont de formation *marine* ; on y trouve à divers niveaux, jusque dans les couches supérieures de structure grossière, des fossiles marins très-reconnaissables : des dents de squales et le *Pecten scabriusculus* Math., caractéristique de la *mollasse marine*. Il y a un banc de poudingue pétri de ces *Pecten*, sur le chemin de St-Egrève à Quaix, sous les premières maisons de cette dernière commune. Dans le fond du ravin, sur l'alignement de l'église de Quaix à celle de Proveysieux, on voit des couches de *mollasse* sableuse intercalées dans les poudingues et contenant ces mêmes *Pecten* et des coquilles turriculées mal conservées (*Turritella terebralis*, Lam.?). Ces dernières ont-été retrouvées, il y a quelques années, dans un banc argileux, mis à nu accidentellement, au milieu des poudingues où l'on a taillé le

cessairement qu'après avoir été usés et parfaitement arrondis par le mouvement des eaux, les cailloux, entassés dans le dépôt, ont éprouvé un certain degré de ramollissement, plus ou moins prononcé, et des pressions très-énergiques. Sur certains cailloux de nature siliceuse, comme les jaspes rouges ou verts, ces pressions ont souvent produit des fendillements et une véritable déformation par écrasement. Sur les cailloux calcaires, le fond de l'impression est souvent strié, ce qui indique un glissement du caillou plus dur, avec pression considérable. Le ramollissement des cailloux me paraît devoir être expliqué simplement par celui qu'éprouvent toutes les roches par une submersion prolongée, surtout dans l'eau de mer ; c'est le même fait que la différence de dureté entre la pierre qui a encore son *eau de carrière* et celle qui s'est desséchée à l'air. C'est pour les roches calcaires et argileuses que cette différence est le plus prononcée. Quant à la pression nécessaire pour expliquer, à la suite de ce ramollissement, la plasticité et la pénétrabilité des cailloux calcaires par les cailloux quartzeux ou autres, qui se ramollissent beaucoup moins, il me semble qu'elle s'explique naturellement par l'énorme épaisseur des dépôts du groupe de la *mollasse*. Aussi les cailloux sont-ils, en général, d'autant plus impressionnés, que le terrain est plus épais et qu'ils appartiennent à des assises plus inférieures. Dans les localités comme la vallée de Proveysieux, où les couches ont été fortement

chemin de Quaix. Notons d'autre part que, dans ces mêmes poudingues ou dans les bancs irréguliers de sable fin qu'ils comprennent, on trouve çà et là de petits amas de *lignite* très-compacte, ayant la structure de *jayet*, qui n'offrent d'ailleurs aucune continuité.

En face de Proveysieux, les poudingues sont fortement redressés des deux côtés de la rivière, qui occupe à peu près le fond du V ; même leurs couches sont quelquefois renversées sur elles-mêmes, dans le haut, au bord de la *faille* qui règne sur tout le flanc oriental de la vallée. Ce renversement se voit nettement dans le petit vallon au bas duquel est le hameau de Maupertuis, au N.-O. de Quaix. On a exploité anciennement au-dessus de ce hameau, pour en faire des meules de moulins, un poudingue très-solide, dont les cailloux sont généralement

bouleversés, les forces qui ont produit leurs redressements, leurs plissements en V, etc., ont dû donner lieu à des pressions très-considérables, et on observe aussi que les cailloux y sont plus fortement déformés et impressionnés. — On a proposé d'expliquer le creusement du caillou calcaire à son contact avec le cailloux siliceux par la concentration capillaire de l'eau chargée d'acide carbonique à ce point de contact. Cette explication me paraît suffisante pour rendre compte des impressions peu marquées qui se produisent quelquefois dans des amas de cailloux roulés, tous d'un assez gros volume, sans sable ni gravier fin ; alors les cailloux laissent entre eux des vides et les eaux pluviales, filtrant à travers la masse, se fixent en ménisques aux points de contact et y exercent leur corrosion. Mais, dans les *poudingues de la mollasse*, tous les interstices des cailloux sont remplis d'un sable fin, *calcarifère*, fortement tassé, qui s'imprègne uniformément, et il n'y a plus de force capillaire qui puisse concentrer l'eau en ménisques aux points de contact des galets. Du reste, les impressions s'observent quelquefois sur des cailloux non calcaires. L'étude attentive de la disposition des cailloux impressionnés, dans leur gisement même, me conduit à penser que les impressions ne doivent être attribuées, comme je l'ai dit plus haut, qu'à une pression énergique, combinée avec le ramollissement inégal des cailloux enfouis dans un dépôt submergé pendant une longue période géologique.

du volume d'une noisette : il ressemble d'ailleurs complètement aux couches qui reposent immédiatement sur les calcaires de la craie, près du hameau de la Monta.

Les couches de la carrière, où l'on voit encore des meules en partie taillées dans la roche en place, contiennent des dents de squales et des débris de coquilles marines. Elles semblent, comme l'indique la fig. 34, p. 402, plonger sous le vallon de Maupertuis, occupé lui-même par un petit affleurement de *mollasse d'eau douce M'* (§ 211); l'autre flanc du vallon est formé par l'escarpement néocomien de l'Aiguille de Quaix, qui appartient au bord supérieur de la faille F".

De Proveysieux au col de la Charmette, on marche toujours sur les poudingues, en couches fortement relevées des deux côtés de la vallée; le chemin suit à peu près le fond du V formé par ces couches. Les poudingues continuent encore un peu au nord du col de la Charmette, dans la descente sur la grange de Tenaison; leurs assises inférieures deviennent ici presque purement sableuses et ont l'aspect ordinaire de la *mollasse* proprement dite. Sur le prolongement de la direction de la vallée de Proveysieux, au nord du Guiers-Mort, on retrouve un petit lambeau de poudingues et de mollasse caillouteuse; il occupe le fond de la combe des Molières, dans la forêt de la Grande-Chartreuse, entre la grange de Corde et celle d'Arpizon (pl. II, fig. 9, M); il repose sur la *craie supérieure C*. Le nom de *Molières* indique une exploitation ancienne de ces poudingues pour le même usage qu'à Quaix. Plus loin encore, toujours sur le prolongement de la même direction, on retrouve la mollasse, en partie caillouteuse, en partie sableuse, soulevée dans un repli étroit, au bord de la même faille et reposant de même sur la *craie supérieure*, entre l'église de Corbel et le hameau des Egaux (Savoie).

Dans une autre direction, on rencontre le prolongement des poudingues de Proveysieux, sur la rive gauche de l'Isère, à Sassenage et à Saint-Nizier. A Sassenage, on en voit seule-

ment deux petits lambeaux, de quelques mètres carrés de surface, sur l'ancien chemin des Côtes : ils reposent sur les calcaires à silex de la *craie supérieure*. Plus haut, il y en a un autre lambeau sur l'escarpement de la rive droite du Furon, à l'entrée des gorges d'Engins, directement au-dessus du Pont-Charvet. Enfin, les poudingues occupent une assez grande étendue sur le plateau de Saint-Nizier (alt. 1171^m), autour de ce village ; ils reposent encore sur les calcaires à silex de la *craie* et s'étendent depuis le mas de Rochetière jusqu'au pied des grands rochers néocomiens du Bec-d'Ane. Le chemin de Saint-Nizier à Lans est presque entièrement tracé dans ces poudingues, dont on voit des lambeaux plaqués à de grandes hauteurs contre les roches néocomiennes. En approchant de Lans, on voit apparaître à leur base la *mollasse* sableuse avec son aspect ordinaire, exploitée dans plusieurs carrières et contenant quelques débris de coquilles marines.

§ 219. — Les détails que nous venons de donner sur les poudingues de la vallée de Proveysieux et ceux que l'on rencontre au nord et au sud, dans le prolongement de la direction de cette vallée, établissent, ce me semble, d'une manière incontestable, que *ces poudingues sont une formation marine, inséparable de la mollasse*, et qui a été redressée jusqu'à la position verticale, soulevée jusque dans les replis les plus élevés des montagnes de la Chartreuse, etc. Ce point bien établi et les caractères de ces poudingues bien déterminés vont nous servir de base pour arriver à la classification des *poudingues* d'autres localités, qui ont été considérés par M. Elie de Beaumont comme distincts de la *mollasse* et comme formés postérieurement au redressement des couches de celle-ci. Nos observations, comme on va le voir, nous conduisent à une opinion tout opposée à celle de cet éminent géologue ; et cette discussion est de la plus grande importance pour la géologie de toute la partie basse du département de l'Isère.

Voreppe. — En quittant le vallon de Proveysieux, où nous venons d'étudier des poudingues qui sont incontestablement *marins* et compris dans le groupe de la *mollasse marine*, nous trouvons, à Voreppe, la *mollasse* exploitée dans de vastes carrières souterraines, au-dessus desquelles des poudingues, peu distinctement stratifiés, forment un toit d'une grande épaisseur. Ces poudingues ont exactement la même structure que ceux de Proveysieux : cailloux parfaitement arrondis, en partie étrangers aux Alpes; *cailloux impressionnés*; ciment calcaréo-sableux, semblable à la *mollasse*, etc. Les couches de la *mollasse* sont inclinées de 10° environ vers l'est, et la surface inférieure de la masse des poudingues, à peu près horizontale dans son ensemble, les coupe en biseau; cela se voit nettement à l'entrée principale des carrières. Ce fait a été décrit et signalé par M. Elie de Beaumont comme une preuve d'indépendance et de discordance de stratification entre la *mollasse* et les poudingues. Nous admettons volontiers que c'est l'indice d'un léger dérangement survenu après le dépôt de la grande assise de *mollasse* sableuse exploitée dans les carrières et avant celui des poudingues : mais dans ce fait essentiellement local nous ne saurions voir la trace d'une grande révolution géologique, du soulèvement des Alpes occidentales, qui serait survenu entre ces deux dépôts. Ces défauts locaux de parallélisme, ces rencontres en biseau sous des angles de 10° environ, s'observent fréquemment entre les assises le plus généralement concordantes, même dans des terrains déposés bien plus tranquillement que n'ont dû l'être la *mollasse* et les poudingues.

En partant des grandes carrières et marchant horizontalement vers l'église de Voreppe, on reste sur la *mollasse* sableuse; on y remarque, dans le clos de La Ville, une couche renfermant de grandes huîtres (*Ostrea longirostris*, Lam.). Puis, remontant la rive gauche de la Roize, on rencontre

d'autres petites exploitations de *mollasse* et on arrive à des carrières à ciel ouvert situées au bord même de la Roize. Ici, la coupe est exactement inverse de la précédente : la base du terrain visible est formée par un poudingue à gros cailloux, recouvert par les couches exploitées, qui sont d'ailleurs inclinées comme celles des carrières souterraines. Sur la rive opposée on voit se dessiner, sur un escarpement d'une trentaine de mètres de haut, une assise de poudingues de dix mètres d'épaisseur, comprise entre deux assises parfaitement parallèles de mollasse bleuâtre, purement sableuse.

Il y a donc liaison intime entre la mollasse et ces poudingues, et ce n'est qu'après plusieurs alternances de ces deux sortes de dépôts en couches concordantes que l'ensemble de leurs assises s'enfonce sous la masse puissante des poudingues du vallon de la Roize, qui ont plus de 200 mètres d'épaisseur.

Ces poudingues sont tranchés en magnifiques escarpements, des deux côtés du cours supérieur de la Roize. Ils sont peu distinctement stratifiés et même les divisions par nappes grossières que l'on y remarque n'inclinent pas toutes dans le même sens et font entre elles des angles qui vont jusqu'à 30°. Cette structure tend à montrer, suivant nous, que ces bancs de galets ont été déposés dans des eaux fortement agitées, et que le fond de mer où ils s'accumulaient a éprouvé des mouvements de bascule très-prononcés pendant la durée même de leur dépôt. On n'a trouvé jusqu'ici, dans ces poudingues, aucun fossile déterminable ; mais on y rencontre fréquemment des galets et même de petits blocs de calcaires néocomiens à peine usés, qui sont criblés de trous creusés par des coquilles perforantes. Cette circonstance vient encore indiquer l'origine marine et non lacustre de ces poudingues, semblables en tout, d'ailleurs, à ceux de Proveysieux.

Dans la partie supérieure de ces poudingues se trouvent diverses petites assises alternantes de couches argileuses et de

grès fins, bien stratifiés, parfaitement concordants entre eux. Des bancs de poudingues alternent avec ces grès et ces argiles, qui sont d'ailleurs recouverts par une grande masse de poudingues semblables à ceux du dessous. C'est dans une de ces assises d'argiles et de grès fins que se trouve le gîte de *lignite* de Pommiers, un peu au nord de la gorge de la Roize.

Ce lignite forme trois petites couches, séparées par deux lits de marne sableuse, qui n'ont l'un et l'autre que 0^m17 d'épaisseur; le toit est d'un grès fin, analogue à la mollasse. La couche de lignite inférieure a une épaisseur moyenne de 0^m48; celle du milieu à peu près autant, et la supérieure seulement 0^m22; c'est donc en tout environ 1^m20 de puissance totale. Le lignite est compacte, peu feuilleté, à cassure conchoïde, mate ou brillante; c'est une variété de *jayet*; il ne montre presque jamais de traces de tissu ligneux et a été produit, probablement, par une végétation herbacée de plantes aquatiques purement cellulaires ou dans lesquelles le tissu fibreux était peu développé. Il brûle facilement, avec une belle flamme, mais en répandant une odeur très-désagréable; il donne à la distillation un gaz inflammable, fétide, une eau ammoniacale et des huiles empyreumatiques épaisses. Le charbon de la couche inférieure est le plus pur et donne, en moyenne, 15 % de cendres; celui de la couche moyenne est passable; celui de la petite couche supérieure est de très-mauvaise qualité. On a tenté à plusieurs reprises l'exploitation de ce gîte, en l'atteignant d'abord par puits et en dernier lieu par une galerie d'écoulement creusée dans le poudingue et aboutissant à l'escarpement de la gorge de Roize. Les difficultés du terrain et le manque de débouchés avantageux pour un combustible de qualité médiocre ont toujours contraint d'abandonner les exploitations.

Les trois couches de lignite paraissent régulières sur une assez grande étendue; ce qui annonce qu'elles sont plutôt le

produit d'une végétation locale que le résultat d'un transport (M. Sc. Gras). Elles contiennent des coquilles d'eau douce, qui sont surtout très-abondantes dans la couche supérieure : ces coquilles sont écrasées et indéterminables spécifiquement ; ce sont surtout des *planorbis*, avec quelques *lymnées* et quelques *hélices*. On y a aussi trouvé un fragment de dent molaire de *mastodonte à dents étroites*, qui a été décrit par M. Charvet (*Bull. de la Soc. géol.*, réunion à Grenoble, 1840).

Le lignite de Pommiers et les petites couches de marne et de sable fin qui l'enveloppent peuvent être considérés d'après cela comme des dépôts formés tranquillement dans une lagune marécageuse, sur une plage de galets, temporairement séparée de la mer, comme les étangs des côtes du Languedoc, etc. Après ces dépôts, qui ne sont qu'un accident local dans la grande masse des poudingues, la mer a fait une nouvelle irruption dans cette lagune et a recouvert la petite formation d'eau douce d'une nappe épaisse de galets semblables à ceux de dessous.

A une cinquantaine de mètres environ au-dessus du lignite, à peu près au niveau de l'ouverture de l'ancien puits, on voit, sur le flanc nord du ravin, la coupe d'une nouvelle assise d'argiles et de sables fins, en petits lits enclavés dans le poudingue et alternant avec lui. La coupe montre, de bas en haut : 1^o grande masse de poudingues à cailloux impressionnés ; 2^o argile bleuâtre, 2^m50 à 3 mètres ; 3^o poudingue, 0^m30 ; 4^o argile, 0^m80 ; 5^o grès passant au poudingue, 1^m50 ; 6^o argile, 0^m60 ; 7^o gros banc de mollasse sableuse renfermant des cailloux épars, 2 mètres. — Dans ces argiles on trouve quelques *cérithes*, coquilles d'eau saumâtre, appartenant à l'espèce *Cerithium tricinatum*, Brocchi sp., caractéristique des terrains miocènes supérieurs (*faluns* de la Touraine, etc.) ; M. Berthelot m'en a remis un très-bel exemplaire sur la détermination duquel il ne peut y avoir de doute. Ainsi, jusque dans ses assises les plus élevées, la grande masse des poudin-

gues de Pommiers est une formation marine, comprenant seulement quelques petites alternances de dépôts locaux d'eau douce ou d'eau saumâtre; et elle appartient tout entière aux terrains *miocènes*, elle est inséparable de la *mollasse*.

§ 220. — **Saint-Laurent-du-Pont.** — La masse des poudingues de Pommiers, superposée à la mollasse sableuse, se prolonge vers le nord, en s'élevant comme la mollasse elle-même; elle forme un gradin très-marqué au pied de la grande faille qui tranche les escarpements de calcaire jurassique J², sur le flanc oriental de la vallée. Ce gradin de poudingues, d'où tombent plusieurs cascades remarquées par tous les voyageurs, atteint l'altitude de 1008 mètres en face de St-Julien-de-Raz. De là il s'abaisse graduellement dans la direction de Saint-Laurent-du-Pont; et les poudingues, toujours intimement unis à la mollasse sableuse, viennent affleurer sur la rive gauche du Guiers-Mort, le long du chemin de la Chartreuse, entre Saint-Laurent et la porte de Fourvoirie.

En sortant de Saint-Laurent, on voit, sur ce chemin, des couches de mollasse sableuse, inclinées de 15° environ vers l'E.-S.-E.; à quelques pas de là on observe des alternances de ces couches sableuses avec de petites nappes de *poudingues* inclinées exactement de même, lesquels poudingues se développent beaucoup et forment à peu près à eux seuls le coteau au-dessus du niveau de la route. Un peu plus loin, en approchant d'un coude brusque de la rivière, on voit les couches de mollasse sableuse reparaitre avec une inclinaison bien plus forte et de sens contraire, redressées vers la grande faille qui fait surgir le premier escarpement des montagnes de la Chartreuse. Dans le lit du Guiers, on aperçoit, sur la rive opposée, ces couches de *mollasse*, relevées sous un angle de 70° environ. A quelques pas de là, et même verticalement au-dessus de l'affleurement de *mollasse* ainsi redressée, on voit des nappes de cailloux roulés, sensiblement horizontales, qui

passent évidemment sur les tranches de la mollasse et sont en discordance complète avec elle. La fig. 32 ci-dessous montre cette disposition.



FIG. 32. — Aspect des berges de la rive droite du Guiers-Mort, un peu en aval des forges de Fourvoirie : *m.*, mollasse sableuse, en couches redressées ; *a'*, nappes caillouteuses d'anciennes alluvions, horizontales.

M. Elie de Beaumont a décrit cette localité avec le plus grand soin (1), et les faits sont exactement conformes à sa description. Mais je ne saurais considérer avec lui les cailloux roulés *a'*, qui sont ici en discordance de stratification avec la *mollasse*, comme les équivalents des poudingues de Pommiers, dont nous avons rencontré tout-à-l'heure le prolongement, sur la rive gauche. Les nappes de cailloux roulés que l'on voit ici sur la rive droite et qui supportent le petit plateau de Provenches et du Désert, ne sont, à mes yeux, qu'une terrasse d'ancienne alluvion, un ancien lit de déjection du Guiers-Mort, dont les matériaux, à peine roulés, la plupart simplement émoussés, viennent tous, évidemment, des gorges de la Chartreuse. Ces cailloux diffèrent complètement de ceux des poudingues : ils ne sont ni parfaitement arrondis, ni *impressionnés* ; ils ne sont pas réunis par un ciment sableux, mais simplement par du calcaire concrétionné, déposé par les eaux qui ont filtré et filtrent encore à travers ce terrain. D'une rive à l'autre, il n'y

(1) *Ann. des sc. nat.*, 1^{re} série, t. XVIII, p. 337, et t. XIX, p. 8.

a pas la moindre analogie entre ces nappes d'alluvions torrentielles et les poudingues à cailloux impressionnés, intimement liés avec la mollasse et alternant avec elle.

§ 224. — A l'O. de Saint-Laurent du Pont, dans le vallon de Saint-Aupre, M. Elie de Beaumont indique une superposition discordante des *poudingues* sur les tranches des couches de la *mollasse*, relevée sous un angle de 70° . J'ai examiné avec soin la localité indiquée, la côte des Emptaz ; mais il m'a paru, au contraire, que ces deux sortes de dépôts s'y trouvaient en liaison intime et en concordance complète. Dans les ravins qui entament profondément la même colline, entre Merlas et Saint-Geoire, on voit des alternances fréquentes et multipliées de *mollasse* sableuse, très-nettement stratifiée et de petites assises de poudingues. Il en est de même dans le ravin de la Morge, au-dessus de Voiron ; ces assises alternantes de mollasse et de poudingues sont couronnées par la grande masse de poudingues et de mollasse caillouteuse de la roche de Vouyse.

Sur le prolongement de la direction des couches de mollasse redressées à Saint-Aupre, on retrouve à Saint-Quentin-sur-Isère, les poudingues associés à des couches sableuses ; ils forment un monticule supportant une tour ruinée. Dans ce monticule, comme l'a indiqué M. Elie de Beaumont, leurs couches sont horizontales. Mais on peut continuer à les suivre vers le sud, au pied de la chaîne calcaire ; à moins de deux kilomètres de Saint-Quentin, un peu au-dessus de la grande route, on trouve ces couches tertiaires en contact avec le calcaire néocomien supérieur et redressées comme lui sous un angle de 60° environ. Une aiguille isolée, formée de poudingues très-solides, ainsi relevés, se dresse au flanc de la montagne calcaire ; la stratification très-inclinée des poudingues y est rendue plus distincte encore par des alternances de petits lits réguliers de mollasse sableuse.

Ainsi, à Saint-Quentin comme à Proveysieux, les *poudin-*

gues ont été redressés sur les flancs des chaînes calcaires ; ils ne sont donc pas postérieurs au *soulèvement des Alpes occidentales*, ils ne sont pas séparés de la *mollasse marine* par une période de dislocations violentes, pendant laquelle aurait eu lieu ce soulèvement. Ces poudingues sont un dépôt marin, comme la *mollasse* proprement dite, et appartiennent à la même période que celle-ci : ils ne sont autre chose qu'une variété de la *mollasse*, une *mollasse caillouteuse*, qui est surtout développée dans la partie supérieure de la formation, mais que l'on retrouve aussi dans les parties moyennes ou inférieures, et quelquefois sur toute l'épaisseur du dépôt, à Provey-sieux par exemple.

§ 222.— Quand la *mollasse* s'est déposée, les couches des calcaires crétacés qui forment aujourd'hui les chaînes les plus occidentales, dans les départements de l'Isère et de la Drôme, étaient encore à peu près horizontales : elles formaient une plage, le long de laquelle la mer a entassé une énorme épaisseur de bancs sableux (*mollasse sableuse*) et de bancs de galets (*poudingues*) dont la succession et la distribution ont varié, suivant la répartition des courants marins, la configuration de la côte, etc. Sur certains points, des parties plus ou moins étendues de ces bancs de sables ou de galets ont été temporairement isolées de la mer, soit par des soulèvements locaux, soit par des *levées de galets*, des *cordons littoraux*, et ont formé alors des lagunes ou des marais tourbeux dans lesquels se sont produits des dépôts d'eau saumâtre ou d'eau douce, comme les argiles et les lignites de Pommiers. Mais ces petits dépôts, très-circonscrits, ne sont que des accidents insignifiants dans la grande *formation marine* de sables et de poudingues, qui constitue pour nous le *groupe* unique de la *mollasse marine*.

Malgré l'épaisseur énorme de ce groupe, il me paraît difficile d'y établir des subdivisions en étages bien distincts, soit par leurs fossiles, soit par leur composition minéralogique. La

mollasse inférieure est bien caractérisée, comme nous l'avons vu (§ 214) par quelques fossiles spéciaux, surtout par ses oursins ; mais elle en a aussi beaucoup de communs avec les autres assises. Elle se distingue assez nettement de celles-ci lorsqu'elle est dure ou presque purement calcaire ; et souvent alors on en trouve des lambeaux sur les chaînes et les plateaux calcaires, dans des points où il semble que le dépôt des assises suivantes ne s'est pas étendu (Nyons et environs ; la Bâtie-Rolland, etc.). A Saint-Paul-Trois-Châteaux, la mollasse calcaire de Sainte-Juste semble former un récif soulevé, autour duquel la mollasse sableuse supérieure se serait déposée sans le recouvrir ; et il en est de même dans plusieurs localités des départements voisins, comme l'a montré M. P. de Rouville dans les environs de Montpellier. Cependant toutes ces traces de discontinuité dans le dépôt de la mollasse, toutes ces *discordances*, plus ou moins réelles, sont locales et ne conduisent pas à une séparation tranchée entre la mollasse inférieure et le reste du groupe. Nous verrons qu'il en est de même entre la mollasse sableuse moyenne qui se relève au pied des chaînes crétacées et les assises supérieures sous lesquelles elle s'enfonce, à l'est, dans les plateaux du Bas-Dauphiné. Jusque dans les plus élevées de celles-ci, dans lesquelles sont intercalées les grandes nappes de *lignite* de la Tour-du-Pin et autres, nous trouvons encore des fossiles appartenant aux terrains tertiaires moyens, ou *miocènes*, comme ceux de la mollasse inférieure. Si quelques derniers dépôts coquilliers du Bas-Dauphiné appartiennent, comme le pensent quelques paléontologistes, aux terrains tertiaires supérieurs ou *pliocènes*, ils paraissent être essentiellement locaux et n'ont pas encore été nettement distingués de la mollasse supérieure.

Nous sommes portés à conclure de là que le soulèvement des Alpes du Dauphiné, indiqué par M. Elie de Beaumont comme une *commotion brusque* qui aurait eu lieu après le dépôt de la mollasse, serait plutôt le résultat définitif d'une

suite de *mouvements lents* ou *saccadés* qui se seraient produits pendant la durée du dépôt des diverses assises de ce terrain et peut-être continués encore un certain temps après, jusqu'à l'émergence complète du Bas-Dauphiné, pendant la période *pliocène*. Nous reviendrons sur cette discussion après l'étude de la structure des plateaux du Bas-Dauphiné, dans le chapitre VIII.

MATIÈRES EXPLOITABLES DES TERRAINS TERTIAIRES.

§ 223. — Nous avons signalé à mesure, en décrivant les terrains tertiaires de la région qui fait l'objet de ce chapitre, les matières exploitables qui se rencontrent dans ces terrains. Nous allons en faire une récapitulation sommaire.

Minerais de fer. — Dépôts *sidérolitiques*, § 203.

Lignites. — Indices inexploitable dans le terrain *nummulitique* du Dévoluy (§ 193); gîtes très-peu étendus et d'une exploitation difficile, dans le groupe des *sables bigarrés et argiles plastiques* (§ 198 à 201); gîtes un peu plus importants dans la *mollasse d'eau douce* (§ 208), correspondant aux lignites de Manosque. — *Lignite jayet*, dans des argiles bleues, intercalées dans les poudingues de la *mollasse*, à Pommiers (§ 219). Les gisements beaucoup plus étendus et plus importants de *lignites* terreux et de *bois fossiles* de la Tour du Pin, d'Hauterive, etc., sont intercalés dans la partie supérieure des mêmes poudingues; mais ils ne se trouvent qu'en dehors de la région des montagnes et seront décrits dans le chapitre VIII.

Gypse. — Les seuls gisements exploitables sont dans la *mollasse d'eau douce* (§§ 208, 210) et correspondent, selon toute apparence, aux gypses d'Aix, d'Apt, etc.

Argiles réfractaires, et argiles à poteries fines : dans le groupe des *sables bigarrés et argiles plastiques*, à Lus, Dieulefit, Saou, Nyons, Bollène, etc. (§§ 196 à 200).

Sables quartzeux, pour briques réfractaires et pour verreries, dans le même terrain, aux Echelles, à Voreppe, dans le Royans, etc.

Pierres meulières. — Brèches siliceuses à la base des *sables bigarrés* (Lus, § 196) ou à la base de la *mollasse d'eau douce* (Réauville, Rochefort). — Poudingues à ciment calcaire cristallin et cailloux siliceux, dans la *mollasse marine* (Quaix, § 218).

Pierres de construction : Nombreuses carrières dans les assises inférieures et moyennes de la *mollasse marine* : Saint-Paul-Trois-Châteaux (§ 213); Châteauneuf-d'Isère (§ 218); Voreppe (§ 219); et un grand nombre d'autres, moins importantes.

DESCRIPTION OROGRAPHIQUE

DES DIVERS MASSIFS DE MONTAGNES DE LA RÉGION DES CHAINES SECONDAIRES.

§ 224. — La région des chaînes secondaires du Dauphiné présente, dans ses diverses parties, de grandes différences d'aspect, de relief et de caractères orographiques; ces différences proviennent, d'une part, des variations de développement des divers étages crétacés, et, d'autre part, des dislocations plus ou moins profondes et énergiques que leurs couches ont éprouvées.

Les divisions que l'on peut établir d'après ces caractères correspondent à des districts géographiques naturels, soit aux bassins des principales rivières, soit à des massifs montagneux désignés de tout temps par des *noms de pays* spéciaux. Nous distinguerons dix massifs ou bassins, qui peuvent se répartir en trois divisions principales :

DIVISION DU NORD.	{	Massif de la Chartreuse; — de Lans; — du Royans; — du Vercors.
DIVISION DE L'EST.	{	Massif de la Croix-Haute; — du Dévoluy.
DIVISION DU SUD.	{	Massif de Dieulefit et de Bourdeaux, ou bassin du Roubion; Bassin de la Drôme, ou Diois; Massif des Baronnies, ou bassins de l'Aigues et de l'Ouvèze; Bassin de Serres ou de Buech-et-Durance.

La division du nord est surtout caractérisée par le grand développement qu'y présentent constamment les *calcaires à caprotines* de l'*étage néocomien supérieur*. Ces calcaires très-compacts, de teintes claires, formant un étage massif de plusieurs centaines de mètres d'épaisseur, constituent presque toutes les sommités et tous les grands escarpements de cette partie de chaînes subalpines comprise entre Chambéry et Die : ils donnent aux montagnes de la Chartreuse, à celles de Lans, du Royans et du Vercors, les traits les plus marqués de leur structure caractéristique.

La division de l'est est caractérisée par le changement de structure et l'amincissement progressif des calcaires *néocomiens supérieurs*, qui ne forment plus, dans le relief, que des traits d'une importance secondaire ; par le grand développement et la prédominance des calcaires durs, plus ou moins siliceux, du *groupe de la craie*, qui constituent à eux seuls toutes les hautes cimes du Dévoluy.

Enfin la division du sud se distingue par l'absence générale des calcaires *néocomiens supérieurs* comme étage distinct, par le développement général et à peu près égal de l'*étage néocomien inférieur* (type provençal, § 155) et du *groupe de la craie*, et par l'existence constante d'un étage marneux intermédiaire, celui des *marnes aptiennes*. Les parties culminantes du relief sont formées tantôt par les couches dures de la *craie moyenne*, tantôt par les *calcaires à criocères*, tantôt enfin par les calcaires *oxfordiens*, perçant de dessous les terrains crétacés. Par cette raison et par d'autres que nous indiquerons plus loin, cette division méridionale présente une orographie beaucoup plus embrouillée que celle de la division septentrionale.

§ 225. — Les divisions précédentes se distinguent aussi, à un autre point de vue, par les *directions de soulèvements* qui dominant dans chacune d'elles.

Ces directions, qui sont les orientations moyennes des couches redressées et des failles qui les ont disloquées se traduisent, sur les cartes topographiques, par les directions générales des principales crêtes, des principales vallées, et sur la carte géologique par les directions assez bien définies que présentent souvent les limites des différents terrains.

Nous verrons plus tard que les directions des chaînes secondaires extérieures sont coordonnées parallèlement à celles des chaînes centrales et des chaînes intérieures des Alpes : ainsi les traits orographiques de la région qui fait l'objet de ce chapitre ne sont que les résultats de la transmission latérale ou du prolongement affaibli de grands efforts dont l'action principale s'exerçait plus à l'est et déterminait la disposition générale de la ligne de faite entre les deux versants des Alpes. Mais par cela même que les actions ont été moins énergiques et qu'elles se sont étalées en divergeant sur une courbe d'un plus grand rayon, il en résulte que les différentes directions de dislocations sont plus faciles à reconnaître et plus nettement séparées dans la zone des chaînes extérieures que dans les chaînes centrales et intérieures.

Les systèmes de montagnes auxquels peuvent être rapportées les directions des chaînes du Dauphiné ont été déterminés par M. Elie de Beaumont, dans ses célèbres *Recherches sur quelques-unes des révolutions du globe* (*Ann. des sc. nat.*, 1^{re} sér., t. xviii et xix), et par M. Sc. Gras, dans sa *Statistique minéralogique de la Drôme*. Ils nous paraissent pouvoir être réduits à six, qui font tous partie de la série des systèmes classés et définis plus récemment par M. Elie de Beaumont dans sa savante *Notice sur les systèmes de montagnes* :

1° Le système des Alpes occidentales, caractérisé par la direction N. 26° E., qui est celle de la chaîne de Belledonne (§ 97), axe principal des Alpes occidentales ;

2° Le système du Vercors, qu'on pourrait appeler aussi

système des Grandes-Rousses, en Oisans (§ 107), caractérisé par la direction moyenne N. 8° E. ;

3° Le système du Mont-Viso; direction N.-N.-O. ;

4° Le système des Alpes orientales et des chaînes de la Basse-Provence, dont la direction moyenne, en Dauphiné, est E. 15° N. environ ;

5° Le système des Pyrénées et des Apennins, dont la direction, dans les Pyrénées, est E. 18° S. ; mais les chaînes du département de la Drôme qui paraissent s'y rapporter présentent plutôt, d'après M. Gras, la direction moyenne E. 14° S. ;

6° Le système de la Côte-d'Or, direction E. 40° N., moins distinct que les autres et dont les traces paraissent avoir été en grande partie effacées ou modifiées par des systèmes d'âges plus récents.

Les systèmes N. 26° E. et N. 8° E. comprennent toutes les chaînes de notre division du nord : ces chaînes sont seulement modifiées par des accidents transversaux coordonnés aux directions N.-N.-O. et E. 40° N. Le système N. 26° E. domine exclusivement dans le massif de la Chartreuse ; le système N. 8° E. dans les chaînes du Vercors, d'où est tiré son nom. Ils se montrent tous deux réunis dans les massifs de Lans et du Royans.

Dans la division de l'est, le système N.-N.-O. domine, avec le système N. 8° E. ; ils sont modifiés par des coupures transversales coordonnées aux systèmes 5 et 6.

Enfin, dans la division du sud, la direction dominante des chaînes est l'E. 14° S., très-voisine du système pyrénéo-apennin. Mais on y trouve aussi des exemples très-marqués de la direction E. 15° N. et de toutes les précédentes, et il en résulte un réseau de chaînes extrêmement compliqué.

Massif de la Chartreuse.

§ 226. — Le massif de la Chartreuse est la partie de la région des chaînes secondaires comprise entre Chambéry et Grenoble. Il se compose de plusieurs chaînes à peu près parallèles, formées par des couches redressées suivant la direction moyenne N. 26° E., c'est-à-dire parallèlement à l'axe principal de soulèvement des Alpes occidentales (§ 97). Il offre un grand intérêt, au point de vue de l'orographie générale, en ce qu'on peut y voir la jonction des derniers prolongements du Jura avec les Alpes occidentales.

En effet, la séparation entre les Alpes et le Jura, bien marquée, en Suisse, par une large vallée, que remplissent des dépôts de *mollasse*, continue encore, avec le même caractère, de Genève à Chambéry; la ligne qui joint ces deux villes suit l'axe d'un bassin plus ou moins rétréci, rempli de mollasse, où l'on doit voir la continuation naturelle de la plaine helvétique. Les chaînes situées à l'ouest de cette ligne tiennent toutes au Jura et ne se relient par aucun prolongement apparent aux chaînes subalpines des massifs d'Annecy et des Bauges. A Chambéry même, la séparation des deux systèmes est indiquée par le lac du Bourget et par la vallée de Couz : les derniers prolongements du Jura sont la chaîne du Mont-du-Chat, qui vient finir, en s'abaissant, près des Echelles, et la chaîne plus occidentale d'Yenne, dont la continuation est coupée par le Guiers à la cluse de Chaille (p. 295).

Cette chaîne, dernier rameau détaché du Jura bugésien, se prolonge en Dauphiné sous forme d'une voûte surbaissée, entre les collines tertiaires de Saint-Geoire et de Voiron, à l'ouest, et la vallée de Saint-Laurent-du-Pont et de Voreppe, à l'est, remplie aussi par des couches de mollasse et de poudingues. On peut donc dire que la séparation du Jura et des Alpes

subsiste encore, bien marquée, jusqu'à Voreppe; le chaînon calcaire qui porte les villages de Miribel et de Raz, qui est coupé par les cluses de Chaille et du Crossey et par la vallée de l'Isère entre Voreppe et la Buisse, appartient encore au Jura; tandis que les montagnes situées à l'est de St-Laurent-du-Pont et de Voreppe constituent, à proprement parler, le massif de la Chartreuse et ne peuvent être séparées des chaînes occidentales des Alpes. Ces montagnes de la Chartreuse sont les prolongements du massif des Bauges, des montagnes qui entourent le lac d'Annecy, etc.

§ 227. — Les montagnes de la Chartreuse sont caractérisées par la profondeur de leurs déchirements, l'étroitesse et la multiplicité des crêtes, par l'absence à peu près complète de soulèvements en voûtes régulières et entières, ainsi que des *vallées de ploiement*, type ordinaire des vallées du Jura, que nous retrouverons dans plusieurs des massifs suivants. Les crêtes et les dépressions de ce massif doivent principalement leur origine à deux grandes *failles*, dirigées du N.-N.-E. au S.-S.-O., et continues sur toute la longueur du massif.

L'une de ces *failles*, que nous appellerons *faille de Voreppe*, peut être considérée comme déterminant la saillie du premier gradin des Alpes, au-dessus des dernières rides qui se rattachent encore au Jura. Cette faille est très-marquée et très-simple à l'ouest de Voreppe : on y voit, comme l'indique la coupe pl. II, fig. 1, en F', les couches de la *mollasse*, inclinées d'environ 40° vers l'est, buter par leurs tranches contre la coupure abrupte du calcaire *oxfordien* qui forme l'Aiguille de Chalais. Cette faille F' se prolonge vers le N.-N.-E. avec le même caractère, en face de Pommiers, de la Placette et de Rivière, mettant toujours la *mollasse* et les *poudingues* qui s'y rattachent en contact avec un escarpement plus ou moins marqué de calcaire *oxfordien* (pl. II, fig. 7, 8, 9, 10). D'ailleurs, ce calcaire, comme le montrent nos coupes, est recouvert par

le terrain *néocomien*, celui-ci par le *gault* et la *craie*, celle-ci enfin par la *mollasse* du vallon de Proveysieux ; et tous ces terrains sont en couches sensiblement parallèles. On doit en conclure qu'avant leur redressement et avant la fracture qui a déterminé la faille F', les couches de la mollasse et des poudingues de Proveysieux se raccordaient horizontalement avec celles de la mollasse de Voreppe et des poudingues de Pommiers, comme le calcaire N² de la crête de Chalves et de la forêt de Ginieux se raccordait avec le même calcaire qui affleure à Voreppe même et sur le plateau de Raz. Ainsi la *faille de Voreppe* ne s'est produite que postérieurement au dépôt de la *mollasse* et des *poudingues*, qu'elle a ainsi séparés en deux lambeaux, l'un dans la vallée de Voreppe, l'autre dans celle de Proveysieux. On peut estimer à environ *deux mille mètres* l'épaisseur totale des assises qui séparent le calcaire *oxfordien* de la base de l'Aiguille de Chalais d'avec les *poudingues* de Proveysieux, correspondant à ceux qui butent contre ce calcaire, à Voreppe : c'est donc à un chiffre voisin de celui-là que l'on peut évaluer la quantité dont les deux parties du sol ont dû glisser l'une par rapport à l'autre sur le plan de la fracture F', pour qu'il en résulte la *faille* avec les caractères qu'elle présente à Voreppe. Cette mesure du glissement est ce qu'on peut appeler la *hauteur* de la faille en ce point.

Au pied de la faille de Voreppe nous trouvons : 1° une chaîne, en forme de *voûte néocomienne*, formant les plateaux rocheux de Raz et de Miribel, et coupée par la cluse du Crossey, entre Voiron et Saint-Laurent-du-Pont, par celle de Chaille, entre le Pont-de-Beauvoisin et les Echelles ; 2° une vallée, de Voreppe aux Echelles, creusée dans la *mollasse* et les *poudingues* qui s'y rattachent, en couches légèrement inclinées vers l'est. En face de Saint-Laurent-du-Pont, la *faille* s'écarte un peu vers l'est et la *mollasse* se relève fortement à son pied, près de la porte de Fourvoirie (§ 220) : on voit alors apparaître de dessous elle, à cette porte même, une saillie de cal-

caire *néocomien supérieur* (N², pl. II, fig. 9) ployée en forme de voûte et très-bouleversée, que le Guiers-Mort traverse en corrodant les parois d'une fente étroite. La route de la Grande-Chartreuse est taillée dans ce calcaire N², sur un trajet d'environ 250 mètres à partir de la porte; au-delà, elle traverse la faille et entre dans le calcaire oxfordien J² qui en forme l'autre bord. La petite voûte néocomienne de la porte de Fourvoirie n'est qu'une saillie locale très-peu étendue en tous sens; elle s'abaisse promptement, au S. et au N. du Guiers-Mort, sous un revêtement complet de *mollasse*.

À l'O. de la plaine d'Entre-Deux-Guiers, la faille de Voreppe, F', continue, en avant des escarpements, et vient passer à la base de la roche de Berlan, à l'est du Châtelard (fig. 5, pl. II). Dans ce hameau, on voit la mollasse se relever verticalement et s'appuyer sur un petit affleurement de *lauzes* de la *craie moyenne* (§ 176), celle-ci sur une saillie locale de calcaire *néocomien supérieur* N², comparable à celle de Fourvoirie: l'autre bord de la faille ne montre plus ici le calcaire jurassique, mais seulement les calcaires néocomiens inférieurs N¹. Le petit plateau de *mollasse* sur lequel sont les hameaux du Châtelard, de Molière, etc., est lui-même exhaussé au-dessus de la plaine par une *faille* secondaire; c'est cette faille qui fait surgir, touchant le village de Saint-Christophe, le petit escarpement de terrain *néocomien* sur lequel repose la *mollasse*.

Le bord supérieur ou oriental de la faille de Voreppe montre successivement: 1^o un abrupt *oxfordien* J², comprenant les roches de Chalais, du Pas de la Miséricorde, de Jussom, des Terrasses de Curière et qui finit, en s'abaissant au nord du Guiers-Mort, dans les bois de l'Orcière, en face du hameau des Bourdoires, au N.-E. de Saint-Laurent-du-Pont;

2^o Une dépression ou *combe* correspondant aux *calcaires marneux* (f), de la partie supérieure de l'étage *oxfordien* et aux *marnes néocomiennes inférieures*, très-peu développées:

le Chevallon, les prairies de Chalais, de Curière, de l'Orcière, correspondent à cette combe ;

3° Un *crêt* très-marqué formé par les *calcaires du Fontanil* ; il commence aux carrières du Fontanil, s'élève rapidement à l'est de Chalais, domine le grand ravin d'où descend la Roize, s'élève à l'est de Pommiers à 1824^m, et un peu plus loin forme le sommet de la Sure (1923^m) ; il se prolonge en s'abaissant au S.-E. de Curière, au Pas des Agneaux, coupe le Guiers-Mort au Pont Saint-Bruno, forme au-delà un gradin bien sensible dans les bois de Saint-André et vient, en s'abaissant progressivement, constituer lui-même le bord de la faille sur le chemin des Echelles à Saint-Pierre-d'Entremont (pl. II, fig. 5) ;

4° Une *combe* correspondant aux assises supérieures de l'étage néocomien inférieur, c'est-à-dire aux *calcaires marneux à criocères* et aux *marnes à spatangues*. Elle comprend Cornillon, Mont-Saint-Martin, les prairies des Banettes, de Vararey, d'Urtières, de la Grande-Vache, la combe de la Petite-Vache, descendant sur le Guiers-Mort en amont du Pont Saint-Bruno ; et, au-delà, une dépression ou une pente boisée, qui règne au-dessous des escarpements d'Arpizon et du Frou ;

5° Un *crêt néocomien supérieur N²*, formé par les calcaires à caprotines ; il commence à Roche-Pleine, sur Saint-Egrève, s'élève rapidement en formant la crête de Chalves (1776^m) et toute la partie haute de la forêt de Ginieux, s'abaisse sur le Guiers-Mort et vient former les grands escarpements qui l'encaissent à la porte de l'OEillette ; il se prolonge au nord par les roches abruptes qui atteignent 1537^m à l'ouest de la grange d'Arpizon, et qui, en s'abaissant peu à peu, viennent se terminer au bord du Guiers-Vif, par le gigantesque escarpement du Frou ;

6° Une suite de vallées et de dépressions, constituées par la *craie* et la *mollasse*, dont les couches plongent vers l'est en recouvrant les précédentes, et se relèvent à l'est au pied de

l'autre grande *faille F''*, que nous allons décrire tout à l'heure : vallée de Proveysieux, depuis Saint-Egrève jusqu'au col de la Charmette; vallon de Tenaison; et au nord du Guiers-Mort, la ligne des vallons de l'Essart-Rocher, de Corde, des Molières, d'Arpizon, des granges de la Ruchère, se prolongeant au nord du Guiers-Vif par le vallon de la Rousse, à l'ouest de Corbel.

§ 228. — La deuxième grande faille du massif de la Chartreuse est dans le même sens que la faille de Voreppe; elle détermine la saillie d'un second gradin plus élevé et dont les dislocations sont plus compliquées que celles du précédent. Cette faille passe au centre des forêts de la Grande-Chartreuse, un peu à l'ouest du couvent; nous l'appellerons *faille de la Grande-Chartreuse*; elle est désignée dans les coupes de la pl. II par F''.

Cette faille commence sur le versant est du mont Néron, coupe la Vence et passe à environ 800 mètres à l'O. de l'église de Quaix, remonte le vallon de Maupertuis (fig. 31, § 214) et se prolonge en suivant le pied occidental de l'Aiguille de Quaix, de la Pinéa et du Charmant-Som; elle coupe le Guiers-Mort entre les deux tunnels les plus élevés de la route de la Grande-Chartreuse, passe un peu à l'O. des granges de Chartreusette et de Billon, du col de la Ruchère, et vient couper la vallée du Guiers-Vif entre les hameaux du Planey et du Serme, pour se prolonger au-delà par le village de Corbel.

Au pied de cette faille est la suite de dépressions ou vallées que nous avons indiquée tout à l'heure : les couches de la *mollasse M*, celles de la *craie C* et même çà et là celles des *calcaires à caprotines N²* sont redressées verticalement contre cette grande fracture, comme l'indiquent nos coupes. Ainsi la crête que l'on franchit au Pas de la *Cochette*, pour passer du vallon de Tenaison à celui de Malamille et de Valombré, est formée par un redressement vertical de calcaire à caprotines N². Ce redressement se retrouve entre Chartreusette et l'Essart-

Rocher ; entre Billon et Arpizon, à l'Aliénard ; sur le bord du Guiers-Vif, au Planey, et au-delà, dans l'aiguille bizarrement taillée qui domine Corbel.

Le bord supérieur de la *faille de la Grande-Chartreuse* est formé, au sud du Guiers-Mort, seulement par le terrain *néocomien* (pl. II, fig. 2, 8, 10) ; mais entre les deux Guiers, la dislocation est plus profonde et fait apparaître le terrain jurassique ; il affleure, sur la route de la Grande-Chartreuse, au 4^e tunnel en montant, et continue jusqu'au couvent même ; il se montre à Valombré, à Chartreusette, à Billon, au col de la Ruchère, au Serme et à l'église de Corbel.

La crête néocomienne qui forme le front culminant de cette faille comprend le mont Néron (1305^m), l'Aiguille de Quaix (1448), la Pinéa (1779), le Charmant-Som (1874) et le Grand-Som (2030) ; leurs sommets sont tous constitués par le *calcaire à caprotines* N². Les couches de ce calcaire sont taillées à pic ou fortement redressées vers l'est aussi bien que vers l'ouest, ou même elles présentent, dans les hauteurs, des contournements compliqués, des replis en stratification renversée, dont le Charmant-Som et le Grand-Som montrent de magnifiques exemples (pl. II, fig. 6 et 7) ; des lambeaux de *gault* et de *craie* sont pincés dans ces replis, au Charmant-Som, au Grand-Som, et jusque sous le château d'Entremont (*ib.*, fig. 5).

La rupture et le redressement des couches néocomiennes de cette crête, du côté de l'est, laisse apparaître le terrain jurassique J² sous-jacent : il surgit en forme de voûte à l'est de Saint-Pierre-d'Entremont et de Saint-Pierre-de-Chartreuse (pl. II, fig. 6 et 8), et comprend la forêt des Fresses (1643^m), celle de Malessard (1644), la montagne d'Arguille (1787), jusqu'au col qui conduit de Saint-Pierre-de-Chartreuse à Saint-Ismier. En franchissant ce col, on marche constamment sur le calcaire *oxfordien*, et l'on voit ainsi la liaison de la voûte *jurassique* dont nous venons de parler avec les escarpements de même nature qui bordent la vallée du Graisivaudan, en formant la

crête de Saint-Eynard et son prolongement, depuis Corenc jusqu'à Chapareillan.

Sur un repli concave des calcaires jurassiques J², repose une grande masse de terrain néocomien, terminée de tous côtés par des coupures abruptes; elle sépare de la vallée de l'Isère les communes de Saint-Pierre-de-Chartreuse, de Saint-Pierre-d'Entremont et d'Entremont-le-Vieux (Savoie). Cette masse néocomienne se termine au nord par la Dent de Granier (1938^m), au sud par la Dent de Crolles ou Petit-Som (2066). Mais entre ces deux sommets, distants de plus de quatre lieues, la crête présente, à plusieurs reprises, suivant sa ligne médiane, des élargissements et de vastes concavités où l'on retrouve des lambeaux de *gault* et de *craie*, formant le sol des pâturages. Tantôt ces dépressions sont des plis réguliers, en fond de bateau, comme le vallon élevé qui renferme les pâturages de l'Alpette et les haberts de Saint-Vincent; tantôt il y a une *faille* sur l'un des flancs du vallon comme au Haut-du-Seuil et à Bellefont, ou comme la faille transversale qui détermine l'élévation du mont Granier au-dessus du plateau de l'Alpette (fig. 24, p. 342). Une dépression plus curieuse encore est la gorge de Valfroide: on peut se la représenter comme une grande crevasse du terrain néocomien dans laquelle se seraient affaissées les couches du *gault* et de la *craie*. Repliées sur elles mêmes en un V très-aigu, par suite de cet affaissement, et comprimées entre les deux parois néocomiennes de la fracture, comme entre les mâchoires d'un étau, les couches crayeuses ont été broyées, *laminées* en quelque sorte par une énorme pression; elles ont pris un aspect inusité, une teinte foncée, *une structure feuilletée* verticalement; c'est un exemple intéressant de *métamorphisme par pression*, qui peut aider à comprendre les modifications subies par d'autres terrains, dont les bouleversements ont eu lieu sur une plus grande échelle.

Le vaste bassin qui renferme les communes de Saint-Pierre-

de-Chartreuse, de Saint-Pierre-d'Entremont et d'Entremont-le-Vieux, représente un *cirque* assez irrégulier, limité par les crêtes abruptes de calcaire *néocomien supérieur* N², que nous venons de définir. A l'intérieur, presque toutes les habitations et les cultures sont sur le néocomien inférieur N¹, de dessous lequel surgit encore la voûte jurassique J². Ce *cirque* s'étend au nord jusqu'aux cols de Léliaz et du Frêne, au sud jusqu'au col de Porte. Vers ses deux extrémités, au col de Porte et à Entremont-le-Vieux, le soulèvement se transforme en deux *failles* locales très-marquées, mais peu étendues en longueur (pl. II, fig. 10 et p. 342, fig. 24).

La grande crête néocomienne soulevée entre le cirque d'Entremont et de Saint-Pierre-de-Chartreuse et la vallée de l'Isère se termine au sud par le point culminant de la Dent de Crolles ou Petit-Som (2066^m). De là à Grenoble, la vallée de l'Isère n'est plus bordée que par la crête jurassique de Saint-Eynard, prolongement du plateau de Saint-Bernard, Saint-Hilaire et Saint-Pancrace. Toutefois, derrière cette crête s'élève encore l'aiguille néocomienne de Chamechaude, isolée de toutes parts et le sommet le plus élevé de tout le massif de la Chartreuse (2087^m). Elle repose sur un repli concave des couches jurassiques J² (pl. II, fig. 10), qui, descendant de la crête de Saint-Eynard, forment le fond du petit vallon du Sappey, puis se relèvent en voûte, entre le Sappey et Sarcenas. Ces assises jurassiques se prolongent vers le sud, en plongeant à l'ouest sous une très-forte inclinaison, et constituent le Mont-Rachais, qui domine immédiatement Grenoble (pl. II, fig. 2.)

Massifs de Lans, du Royans et du Vercors.

§ 229. — Les massifs de Lans, du Royans et du Vercors sont formés des mêmes terrains que le massif de la Chartreuse : le terrain *néocomien* constitue aussi la majeure partie de leur

surface. Mais les dislocations y ont été beaucoup moins énergiques et moins serrées que dans la Chartreuse : les couches y sont moins profondément déchirées et les terrains jurassiques n'affleurent que très-rarement dans les ruptures du terrain néocomien. Les chaînes présentent généralement des voûtes surbaissées formées par le *calcaire à caprotines* : tantôt ces voûtes sont entières, comme c'est le cas ordinaire dans le Vercors ; d'autres fois elles sont ouvertes suivant leurs axes en *cirques* dont le fond est formé par l'étage néocomien inférieur, comme c'est le cas de plusieurs des chaînes plus occidentales, celles du Royans surtout. Les vallées sont des vallées de ploiement, des plis concaves, souvent revêtus en dedans par les terrains crétacés postérieurs au terrain néocomien, c'est-à-dire le *gault* et la *craie*. Ces terrains crétacés supérieurs n'existent pas partout et ont un développement variable, mais généralement plus grand que dans la Chartreuse : ils sont aussi formés, en général, de roches plus solides, et par suite ils subsistent avec plus de continuité, sur des étendues plus considérables. C'est ainsi que les couches de la *craie* couvrent dans son entier le vaste bassin dit les *Quatre-Montagnes* (Lans, Villard-de-Lans, Méandre et Autrans) et qu'elles occupent tout le fond de la vallée principale du Vercors (Saint-Agnan et la Chapelle), dans la partie nord de laquelle elles sont encore recouvertes par la *mollasse marine* (Saint-Martin et Saint-Julien).

La *faille de Voreppe* continue encore sur une grande longueur, dans cette partie de la région des chaînes secondaires. A Veurey et jusqu'en face de Montaud, elle suit le flanc sud-est du vallon de la Varaize, où la mollasse et ses poudingues viennent buter, comme à Voreppe, contre un abrupt jurassique, celui de la montagne d'Aizy (pl. II, fig. 4). De Montaud à Rencurel et jusqu'en face du hameau de Tourtres en Vercors, le *front* de cette faille F' est marqué par un abrupt néocomien N² parfaitement continu (pl. II, fig. 11 et pl. III, fig. 1), qui comprend le Pas de la Clef, le Bec-d'Orient (1554^m), Naves

(1613), etc., coupe la Bourne à l'est de la Balme, à la montée des Rages, et présente, en face de Saint-Julien et de Saint-Martin-en-Vercors les passages du Fouillet et du Pas de l'Ane. Un peu plus au midi, la faille cesse, et les calcaires néocomiens N², au lieu d'être coupés en abrupt, plongent régulièrement sous la *craie chloritée* de Saint-Agnan et de Rousset (pl. III, fig. 2).

A l'est du prolongement de la *faille de Voreppe* s'étend le plateau des Quatre-Montagnes, ou canton du Villard-de-Lans. Les hautes crêtes qui en forment l'enceinte sont toutes de *calcaire à caprotines* N², redressées de toutes parts vers l'extérieur et plongeant vers le centre du plateau (pl. II, fig. 11; pl. III, fig. 1). Il en résulte un vaste bassin occupé en entier par la *craie*, C, sur laquelle viennent encore deux lambeaux importants de *mollasse marine* M, l'un entre Autrans et Méaudre, l'autre entre Lans et Saint-Nizier. Dans ces montagnes situées au sud de l'Isère, la faille de la *Grande-Chartreuse* ne paraît pas se prolonger. Mais on y remarque plusieurs failles locales, peu étendues, souvent très-complicquées : telle est la petite faille de Sassenage (pl. II, fig. 9), dans laquelle s'accumulent les eaux qui jaillissent à la source des Cuves ; telle est encore une *faille transversale* qui va de Seyssinet au pied du roc des Pucelles et qui sépare de la grande crête néocomienne de Moucherotte (1905^m) la petite voûte de Saint-Nizier (1171^m), dont les couches ont une inclinaison toute différente et ont dû être plissées par une force distincte de celle qui a redressé les couches de la grande crête vers l'est. Nous citerons encore une *faille longitudinale* qui divise en deux gradins la crête néocomienne en face de Seyssins, de Claix et en dessous du col de l'Arc, en passant tout près de la cascade d'Allières et de Saint-Ange. Nous avons figuré les *failles* du vallon de l'Echaillon (§ 144, fig. 18) et de celui de la Fauge (§ 179, fig. 25). Tous ces accidents n'ont qu'un intérêt purement local.

De Saint-Nizier à la Moucherolle, la grande chaîne qui sépare le bassin de Lans d'avec celui du Drac et de la Gresse est réduite à une crête étroite de calcaire néocomien supérieur N², fortement redressé vers l'est (pl. II, fig. 44 ; pl. III, fig. 4). De la Moucherolle (pl. I, fig. 4) au Grand-Veymont (pl. III, fig. 2) et jusqu'aux cols de Menée et de la Croix-Haute, cette chaîne continue de présenter vers l'est un magnifique escarpement de même nature ; mais de plus le calcaire néocomien supérieur N² s'étend en un large plateau rocheux, supportant la forêt domaniale du Vercors, les pâturages de la Grande-Cabane, de Prapeyret, etc. Les couches de ce calcaire ne plongent définitivement à l'ouest que sous la vallée de Saint-Agnan et de Rousset, où elles sont recouvertes par la *craie inférieure* et quelques lambeaux de la *craie moyenne et supérieure* (§ 484, et pl. III, fig. 2).

Le calcaire néocomien supérieur se relève à l'O. de cette vallée et forme plusieurs ondulations comprenant les vastes plateaux rocheux de Vascieux, de Lente, de Montayer (1740^m), d'Ambel (pl. III, fig. 2). Il est coupé en abrupt du côté de la vallée de la Drôme, comme en regard de celle de la Gresse ; mais sa puissance est moindre ici qu'à la Moucherolle et au Grand-Veymont, et par suite les escarpements sont moins considérables.

Il nous reste à considérer une zone plus occidentale, qui comprend les chaînes les plus voisines de l'Isère, à partir du bec de l'Echaillon (Montaud, Saint-Gervais, etc.), le pays du Royans, formé des deux cantons du Pont et de Saint-Jean, puis les plateaux de Léoncel, du Chaffal, etc., jusqu'auprès de Crest. Cette zone est constituéé par un assez grand nombre de chaînes qui toutes, comme celles du Vercors, sont des replis saillants du calcaire *néocomien supérieur* N², séparées par autant d'ondulations concaves de ce même calcaire. Mais ces replis sont généralement plus étroits et d'une courbure plus forte que les grandes ondulations du Vercors. Par suite, il y a

eu souvent rupture des couches, soit dans le sens de la longueur-des plis, soit en travers, et dans ces ruptures on voit affleurer les assises de l'étage néocomien inférieur N¹. Les ruptures en long constituent des *cirques* allongés; celles en travers constituent des *cluses*. Ainsi la voûte néocomienne de la Dent de Moirans, complète et entière si on la considère sur la direction transversale de Veurey à Saint-Quentin, est échan-crée et ouverte, à l'Echaillon, par la grande *cluse* de l'Isère, qui la sépare de la montagne de Raz dont elle est le prolongement géologique; cette même voûte s'ouvre, à La Rivière et surtout à Saint-Gervais, par des déchirements compliqués de *failles*, qui font apparaître toutes les assises néocomiennes inférieures, et même un peu de calcaire jurassique. Un peu plus loin, l'étage néocomien inférieur apparaît encore, par des ruptures de l'étage supérieur, dans la cluse du Nant, à Cognin (pl. II, fig. 44) et dans le cirque qui comprend Malleval, le Fat et le village de Presles. Plus loin, la voûte néocomienne est coupée par la grande cluse de Choranche, qui donne passage à la Bourne; par celle d'Echevis, où est tracée la belle route des Goulets; ces profondes coupures mettent à découvert toute l'épaisseur du terrain néocomien (4). Un peu plus au midi, les ruptures des calcaires néocomiens supérieurs donnent lieu aux cirques de Laval, de Bouvante, d'Omblyze. Enfin, une grande rupture longitudinale des calcaires néocomiens supérieurs, suivant les axes de soulèvement des chaînes de Penet et de Raye, met à nu les couches de calcaire marneux et de marnes de l'étage néocomien inférieur dans lesquelles est creusé un bassin boisé ou cultivé, renfermant particulièrement

(4) C'est par erreur que j'ai indiqué, sur ma carte géologique, un affleurement jurassique à Echevis, au centre de la cluse des Goulets; on n'y voit en réalité que les *marnes néocomiennes inférieures*, qui sont très-développées et assez semblables, par l'aspect, à l'assise supérieure de l'étage *oxfordien*.

le village de Combovin. Les eaux de ce cirque débouchent par un grand nombre de petites coupures transversales, ou *ruz*, à Beauregard, Barbières, Peyrus, Barcelone, Ourche, etc.

La grande étendue des plateaux de calcaire néocomien supérieur (plateaux du Chaffal, de Campalou, etc.), donne aux montagnes du Royans une grande analogie avec celles du Vercors; mais elles s'en distinguent par le contraste de ces cirques à enceintes abruptes, montrant les couches marneuses de l'étage néocomien inférieur, toujours pourvues d'eaux abondantes, et par suite cultivées ou boisées. Les étages supérieurs au terrain néocomien sont aussi restreints en étendue que dans le Vercors: d'une part nous trouvons, dans la vallée de Rencurel, au pied de la *faille de Voreppe*, le *gault*, la *craie* très-peu développée et la *mollasse marine* assez puissante (pl. III, fig. 1); ces mêmes terrains se prolongent en Vercors, à Saint-Julien et Saint-Martin; d'autre part nous avons la petite bande de *craie* et de marnes *aptiennes* qui couvre une faible partie du plateau du Chaffal, entre Léoncel et le Plan-de-Baix (§ 172 et pl. III, fig. 2) et dont l'aspect contraste sensiblement avec la surface rocheuse et stérile de ce plateau à l'ouest.

Massifs de la Croix-Haute et du Dévoluy.

§ 230. — Nous appelons *massif de la Croix-Haute* cette large zone de montagnes, formées de terrains crétacés, qui s'élève comme un formidable rempart entre le bassin du Trièves et celui du Diois, constitués tous deux par des assises jurassiques (étage *oxfordien* J²). L'axe de ce massif est dirigé du N.-N.-O. au S.-S.-E., passant par les cols de Prapreyret, de Menée et de Grimone et se prolongeant jusqu'à Saint-Julien-en-Beauchêne: cette direction, parallèlement à laquelle sont creusées les vallées de l'Ebron et de la Drôme, n'est autre que la direction moyenné du soulèvement des

couches dans ces pays ; elle forme un coude brusque avec la direction N. 8° E. des chaînes du Vercors.

L'étroite gorge qui s'ouvre en face de Die et par laquelle on monte à Prapeyret, pour passer au Monestier-de-Clermont, est une cassure profonde dans la masse néocomienne du Glandaz, prolongement de celle du Grand-Veymont et du Vercors. Cette déchirure est résultée de la distension que les couches néocomiennes ont éprouvée, à l'extérieur de cette déviation brusque du soulèvement. A l'intérieur du coude, au contraire, dans le prolongement de la direction de cette gorge sur le versant du Drac, il y a eu refoulement, exhaussement ; et de là l'élévation du Grand-Veymont et la ride saillante qui se continue à travers les terrains néocomiens et le terrain jurassique, jusqu'au Monestier de-Clermont, de manière à former la séparation des eaux entre le bassin de la Gresse et celui de l'Ebron.

La masse néocomienne du Glandaz, abrupte de toutes parts, s'étend, en s'abaissant, jusqu'à une autre cassure transversale, celle du vallon de Menée, qui descend du col de ce nom. A partir de ce col, il s'est produit suivant l'axe du massif, passant par Grimone pour aboutir à Saint-Julien-en-Beauchêne, une poussée très-énergique, qui a déchiré les terrains crétacés et fait paraître, dans la rupture, une voûte de calcaire *oxfordien* J². La coupe transversale pl. III, fig. 5, montre cette disposition à Grimone, sur la route de Châtillon à Lus. Des deux côtés de cette voûte jurassique, le terrain *néocomien* N¹ est déprimé en deux plis concaves, à l'intérieur desquels il est recouvert par les marnes *aptiennes* G' et les assises de la *craie* C. De l'un de ces plis résulte le val de Lus, commençant au col de la Croix-Haute et dont l'axe est dirigé aussi du N.-N.-O. au S.-S.-E. (§ 183) ; les calcaires du *groupe de la craie* C y sont recouverts en partie par le dépôt tertiaire lacustre S. L'autre pli des calcaires crétacés supporte le plateau légèrement concave qui comprend Glandage, Borne, Creyers, Boulc et Bonneval : ce plateau est découpé par des fissures

profondes, des gorges étroites, dont les eaux se rassemblent dans la gorge principale du Bez. Ces gorges, ainsi que celles du Buech et du Rioufroid, dans le bassin de Lus, sont creusées dans les *calcaires à silex* et les *lauzes* de la *craie* (§ 183) : le grand développement de ce groupe et en même temps l'amincissement de l'étage néocomien supérieur impriment à ces pays, comme nous l'avons montré (§ 167), une physiologie bien différente de celles du Vercors et du Royans. La même structure géologique produit des aspects analogues dans les montagnes formées par les prolongements des couches crétacées du bassin du Lus jusqu'à Vaulx et Montmaur et jusqu'à Châtillon-le-Désert, au S.-E. de Veynes.

§ 231. — Le massif du Dévoluy doit sa physionomie spéciale au développement énorme de ces *calcaires à silex* d'un gris foncé, qui paraissent représenter la *craie moyenne* et peut-être, en partie, la *craie supérieure* (§ 184). C'est un grand plateau concave bordé de tous côtés par le redressement de ces couches, sous forme de hautes crêtes, abruptes vers l'extérieur. Ces crêtes sont les plus élevées de toute la région des chaînes secondaires. A l'ouest, celle du mont Obiou et du Grand-Ferrand fait partie d'une chaîne dirigée à peu près du nord au sud, depuis le sommet de l'Obiou (2793 m.) jusqu'aux environs de Veynes : on peut la rapporter au *système du Vercors*. A l'est, la crête de Faraud (2450^m) et du col du Noyer présente la direction N.-N.-O. à S.-S.-E., parallèle à celle de la vallée du Drac dont elle domine la rive gauche. Enfin au sud, l'énorme pâtre du mont Arouse dont le sommet, le pic de Bure, atteint 2715 m., est tranché, du côté de Gap, par une grande fracture dirigée du N.-E. au S.-O. à peu près.

Les couchés des *calcaires à silex* plongent de ces sommités vers le centre du bassin, dont le fond est occupé par les *calcaires à nummulites* et les *grès à fucoïdes*, passant aux grès de la *mollasse* (§ 193) : ces couches tertiaires constituent

toute la partie cultivable du Dévoluy, et contribuent encore à l'aspect de ce pays. Les *calcaires à silex*, en couches minces, fendillés, fragiles, forment des crêtes singulièrement déchiquetées, d'où descendent d'immenses talus de débris mouvants : de là un aspect général d'éboulement, de ruines, auquel le pays doit son nom. Ces calcaires siliceux, en masse, sont d'une stérilité presque absolue : les talus d'éboulement mêmes ne peuvent porter qu'une végétation des plus chétives, qui a disparu aujourd'hui presque partout par l'abus des coupes et du pâturage. Les débris des crêtes, redevenus entièrement mouvants par la destruction de la végétation, descendent aujourd'hui par d'énormes ravins sur les terrains tertiaires cultivables des bassins d'Agnères et de Saint-Etienne : l'homme a consommé la ruine définitive de ce canton, condamné désormais, probablement sans remède, à une désolation qui est devenue proverbiale dans les Hautes-Alpes.

§ 232. — **Bassin du Buech.** — Le Buech sort du massif de la Croix-Haute, en coupant obliquement, depuis Lus jusqu'au dessous de Saint-Julien-en-Beauchêne, des couches redressées à peu près parallèlement au *système des Alpes orientales* (§ 167, fig. 22). Depuis Saint-Julien jusqu'à Sisteron, il coule toujours dans les terrains jurassiques, et surtout dans les assises inférieures de l'étage *oxfordien* ; celles-ci s'appuient, entre Gap et Laragne, sur les schistes du *lias*, dans lesquels est creusée la vallée de la Durance. Dans cette vaste étendue de terrains jurassiques non recouverts qui forme la majeure partie de l'arrondissement de Gap, les couches sont redressées suivant des directions diverses, surtout dans les parties qui avoisinent les massifs crétacés ; mais on reconnaît encore, dans l'ensemble, la trace d'une direction générale, du N.-E. au S.-O. à peu près, parallèlement à laquelle la Durance coule, sur une longueur de 15 kilomètres, entre Tallard et le Monestier-Allemont. Cette direction, parallèle au *système de*

la Côte-d'Or de M. Elie de Beaumont, est peut-être la trace d'un redressement des assises jurassiques antérieur au dépôt des terrains crétacés et qui a empêché ce dépôt de s'étendre dans cette partie des Hautes-Alpes, ainsi que sur la plus grande partie des Basses-Alpes.

L'aspect de ces pays, aux environs de Gap, d'Aspres-lez-Veynes, de Serres, d'Orpierre, etc., reproduit exactement celui que présentent, dans le département de l'Isère, le Trièves et le bassin de la Gresse, constitués par les mêmes étages jurassiques.

Division du midi : Bassins de la Drôme, du Roubion, de l'Aygues et de l'Ouvèze.

§ 233. — Les parties des chaînes secondaires du Dauphiné situées au sud du cours de la Drôme, présentent un relief extrêmement accidenté, mais dont les points culminants dépassent rarement l'altitude de 1500 mètres. Il suffit de jeter un coup-d'œil sur la carte de ces pays pour voir qu'ils sont découpés en une multitude de vallons, dont les directions sont extrêmement diverses et semblent n'offrir aucune régularité dans leur disposition. Sur une carte topographique détaillée, comme celle de Cassini (ou celle du dépôt de la guerre, qui n'est pas encore publiée), on voit que les crêtes de montagnes y forment une sorte de réseau, dont les mailles se coordonnent assez nettement à un petit nombre de directions principales, qui sont, en effet, les directions dominantes des couches redressées dont ces crêtes sont formées. Ces directions ont été déterminées avec soin par M. Sc. Gras, et il a distingué, dans cette partie du département de la Drôme, huit systèmes de dislocations; plusieurs nous paraissent être des résultantes locales de la combinaison des systèmes plus généraux classés par M. Elie de Beaumont, dont nous avons donné l'énumération ci-dessus.

Dans nos divisions du nord et de l'est, les directions des chaînes sont, comme on l'a vu, toujours beaucoup plus rapprochées de la direction nord-sud que de la direction est-ouest : c'est précisément le contraire dans les pays situés au sud du cours de la Drôme. Ici tous les traits principaux de la configuration du sol se coordonnent au *système pyrénéo-apennin* ou au *système des Alpes orientales* : ils ont été très-bien définis par M. Sc. Gras (1), à qui nous empruntons les détails suivants :

Le *système des Alpes orientales* de M. Elie de Beaumont, dirigé à peu près de l'O. 45° S. à l'E. 45° N., est très-développé en Provence, où il a imprimé sa direction aux chaînes du Léberon, de la Sainte-Baume et du mont Ventoux. « C'est
« surtout dans le voisinage de cette dernière montagne qu'il
« a produit des effets sensibles dans le département de la
« Drôme. Les crêtes escarpées qui séparent au N.-O. la vallée
« de Montauban de celle de Sainte-Jalle font avec le méridien
« un angle d'environ 78° . Telle est aussi la direction de la
« montagne qui passe au-dessus de Mévouillon et qui ferme
« au sud-est la même vallée de Montauban. En général, toutes
« les couches des environs de Montbrun et de Reilhanette sont
« parallèles au mont Ventoux (§ 210), ainsi que celles qui
« bordent la rive gauche de la Meuge, depuis Sédéron jusqu'à
« La Chaup. — La montagne du Poët, qui limite au N. O.
« le bassin de Dieulefit (§ 185), présente encore à peu près la
« direction E. 45° N. Presque sur son prolongement, en mar-
« chant à l'est, on retrouve cette direction dans les rochers
« qui barrent, au sud de Luc, la vallée de la Drôme, et plus
« loin, dans le bouleversement des couches escarpées qui
« dominant Bonneval, » et dans les crêtes que coupe le Buech, entre Lus et Saint-Julien-en-Beauchêne (§ 167).

Le système O. 44° N. à E. 44° S., à peu près parallèle au

(1) *Statist. minér. de la Drôme*, pag. 30 et 31.

système des Pyrénées et des Apennins, dont il n'est probablement qu'une dépendance avec légère déviation locale, est celui qui a le plus influé sur la configuration du midi de la Drôme. « Un de ses traits les plus saillants est la vallée « remarquable qui renferme la forêt de Saou (§ 187). La « forme de cette vallée est celle d'une ellipse très-allongée, « dont le grand axe est orienté suivant la direction qui nous « occupe : ses extrémités sont arrondies et paraissent avoir « été fermées par les intersections d'autres soulèvements. Du « sommet de l'extrémité orientale, nommée Rochecourbe « (1592^m), on domine toute la contrée : en jetant les yeux à « l'est, on reconnaît, sur le prolongement de la direction « E. 44° S., une série de crêtes aiguës qui passent près de « Pradelles, de Baurières, et par la montagne de Charanne, « en traversant tout le département. » — Parmi ces crêtes, on remarque, entre Pradelles et Saint-Benoît, les pointes nommées les *Aiguilles de Saint-Benoît*, qui frappent par leur forme élancée (1) : elles sont formées de calcaire oxfordien, en couches verticales, et font partie d'une suite de roches semblables et redressées de même, qui passent près de Penes et se prolongent jusqu'au delà du village d'Aucelon. Leur disposition a cela de remarquable qu'elles sont appliquées contre d'autres couches oxfordiennes, horizontales ou peu inclinées, formant les escarpements supérieurs; les failles du massif de la Chartreuse nous ont offert maint exemple de dispositions analogues.

La montagne de Dieu-Grâce, qui limite au sud le bassin de Dieulefit, a encore à peu près la direction E. 44° S.

« Dans le sud du département, le même système accom-
« pagne souvent les dislocations E. 45° N., et de leur com-
« binaison sont résultés la plupart des accidents du sol,

(1) Sc. Gras, *Stat. minér. de la Drôme*, p. 60.

« parmi lesquels on distingue surtout les vallées elliptiques
« de Montauban et de Séderon. Ces deux systèmes, en se croi-
« sant avec d'autres, de directions différentes, ont donné
« naissance à la vallée de Valdrôme, qui présente la forme
« d'un vaste entonnoir, dont le village occupe le fond (1). »

§ 234. — Les deux systèmes de dislocations dont nous venons d'indiquer le développement rattachent étroitement la structure orographique du midi de la Drôme à celle de la Provence; ces dislocations ne semblent être que les résultats de la transmission lointaine des grandes ondulations dont les principales actions soulevantes se sont produites dans les Pyrénées, dans les chaînes de la Provence, dans les Alpes maritimes et dans les Alpes orientales. Presque exactement perpendiculaires aux chaînes du Vercors et du massif de la Croix-Haute (N. 8° E. et N.-N.-O.), les dislocations E. 14° S. et E. 15° N. arrêtent brusquement la continuation de ces chaînes à la rive droite de la Drôme et au nord du col de Cabre. Cependant il existe encore, au midi de la Drôme, de nombreuses traces de la propagation des mouvements qui ont dominé au nord de cette rivière; et c'est précisément de la combinaison des *systèmes du Vercors et du Mont-Viso*, avec les *systèmes des Pyrénées et des Alpes orientales*, que paraissent résulter ces entrecroisements compliqués, ce réseau de chaînes et de fractures qui découpent d'une manière si curieuse cette partie du Dauphiné: c'est un *champ de fracture* où les mouvements, propagés longitudinalement ou transmis latéralement, dans des directions très-différentes, se sont superposés et entrecroisés sans se confondre, mais en modifiant un peu, dans cette combinaison locale, leurs directions caractéristiques plus générales. C'est ainsi que

(1) Sc. Gras, *Stat. minér. de la Drôme*, p. 31.

la direction du *système des Pyrénées*, déviée de quatre à cinq degrés vers l'est, est ici E. 14° S. ; et les *systèmes du Vercors* et du *Viso* me paraissent représentés par des directions plus déviées vers le N.-O., qui ont été considérées par M. Gras comme des systèmes particuliers (1).

L'une de ces directions, à peu près N. 10° O., se montre surtout dans l'alignement de la crête néocomienne de Couspau, entre le canton de Bourdeaux et celui de la Motte-Chalancou, alignement qui se prolonge au sud, entre les deux sommets de Mialandre et d'Angèle, parallèlement au pli étroit et profond où le Roubion prend sa source. Cette direction nous paraît être le prolongement, un peu dévié, des chaînes du Vercors. On la retrouve dans la montagne de la Lance, dans celle de Costelongue, entre Sahune et Rémuzat, etc.

Deux autres directions signalées encore par M. Gras, N. 43° O. et N. 35° O., me paraissent des modifications locales de la direction générale N.-N.-O. du *système du Mont-Viso*, qui domine, comme nous l'avons vu, dans le massif de la Croix-Haute et dans le bassin du Buech, et à laquelle se coordonne le cours de la Drôme, depuis Valdrôme jusqu'à Die. La direction N. 43° O. à S. 43° E. est celle suivant laquelle sont redressées les terrains crétacés et les assises inférieures de la mollasse à l'est du bassin de Valréas, depuis Montbrison jusqu'à Nyons; après une inflexion locale au sud de l'Aygues, elles reprennent encore la même direction S. 43° E. jusqu'à Mollans. — La direction N. 35° O. se montre dans plusieurs accidents entre le bassin de Bourdeaux et celui de Dieulefit; dans les crêtes du col de Perty et de la montagne de Chamousse, entre le bassin du Buech et celui de l'Ouvèze, etc.

Quant au *système des Alpes occidentales*, sa direction N.

(1) Sc. Gras, *Stat. minér. de la Drôme*, pag. 32 et 33.

26° E., au midi de la Drôme, ne paraît indiquée que dans l'alignement de la petite chaîne néocomienne de Marsanne, au N. de Montélimar, chaîne qui est complètement détachée de l'ensemble du réseau précédent. — Le système E. 40° N. est encore moins marqué dans le sud du Dauphiné que dans le Vercors et le Royans; il ne se révèle guère que par la direction générale de la ligne de partage des eaux entre le bassin de l'Aygues et ceux du Roubion et de la Drôme, au N. de Nyons et de la Motte-Chalancon.

§ 235. — La combinaison des différents systèmes de dislocation que nous venons d'indiquer a produit, dans les terrains crétacés, des déchirures très-larges et très-profondes, où ont été mis à nu le terrain néocomien et le terrain jurassique sous-jacent. De grandes dénudations ont eu lieu à la suite de ces déchirements, de sorte que ce sont les étages les plus inférieurs, le terrain néocomien et plus encore le terrain jurassique, qui se montrent aujourd'hui sur les plus grandes étendues superficielles. Les étages supérieurs ne subsistent le plus souvent qu'en lambeaux peu étendus, dans des replis concaves en *fond de bateau*, circonscrits par des crêtes rocheuses dont les couches plongent uniformément vers l'intérieur.

Cette disposition remarquable a été décrite par M. Sc. Gras sous le nom de *vallées elliptiques* : « ce sont de vastes bassins, de forme à peu près elliptique ou circulaire, fermés exactement de tous côtés par des rochers escarpés : une seule issue très-étroite (quelquefois deux ou trois, analogues aux *ruix* du Jura), sert à l'écoulement des eaux. Lorsqu'on examine les crêtes qui forment le pourtour de cette enceinte, on reconnaît que toutes les couches (sauf quelques dérangements locaux) plongent vers le centre du bassin. » Cette structure ne diffère en rien de celle des *vallées de ploiement* du Jura, dont nous avons rencontré ci-

dessus d'autres exemples (§ 229); mais le caractère orographique particulier du midi de la Drôme est dans la disproportion qui existe entre l'étendue totale de ces concavités peu nombreuses et éparses, et l'énorme largeur des zones disloquées qui les séparent et qui sont formées par le déchirement profond des plis convexes intermédiaires entre ces plis concaves. Au lieu de s'entr'ouvrir seulement en *cirques* limités, comme dans le Jura ou les montagnes du Royans (§ 229), les soulèvements sont ici ouverts et fendus sur toute leur longueur et ils débouchent les uns dans les autres, en enfermant ainsi les replis concaves des étages supérieurs entre des mailles de terrain redressés, où les étages inférieurs percent par de larges déchirures.

Toutes les vallées elliptiques du midi de la Drôme sont allongées de l'ouest à l'est et sont limitées, au nord et au sud, par des soulèvements se rapportant aux deux systèmes E. 14° S. et E. 15° N., définis ci-dessus : (mais vers leurs extrémités elles paraissent, pour la plupart, avoir été fermées par le croisement de soulèvements suivant d'autres directions, comprises entre le N.-O. et le N.-E. « Imaginons sur un
« plan, dit M. Gras, quatre ou cinq lignes droites formant
« par leur intersection un contour polygonal ; supposons que
« chacune d'elles devienne un axe de soulèvement, avec cette
« circonstance que les couches soulevées soient partout incli-
« nées vers l'intérieur du polygone ; il est aisé de voir qu'il
« en résultera une espace fermé de tout côté, sans aucun
« passage : de plus, à cause des dérangements intermédiaires
« produits vers les points d'intersection, les angles seront
« adoucis, et l'on aura une enceinte à peu près elliptique,
« vers le centre de laquelle plongeront toutes les couches. »

Nous avons déjà signalé cette structure dans les vallées de Dieulefit (§ 185) et de Saou (§ 187), dont les enceintes escarpées sont formées par des roches de la *craille*, et dans le centre desquelles on trouve des dépôts tertiaires (S). Mais dans le

sud-est du département les dislocations ont été beaucoup plus profondes et les terrains crétacés sont, en général, moins épais et d'une composition plus marneuse : alors les cimes les plus élevées sont, le plus souvent, formées de calcaire jurassique *oxfordien*, perçant de dessous les terrains crétacés. Par l'entrecroisement des soulèvements de diverses directions, ces crêtes jurassiques forment des enceintes dont la concavité est occupée par des lambeaux isolés de terrains crétacés. C'est dans ces conditions, enclavés de toute part entre des saillies de calcaires jurassiques, que se présentent le terrain *néocomien* du vallon de Pradelles, celui des bassins de Valdrôme et d'Establet, les terrains crétacés du bassin de la Charce (pl. III, fig. 6) ; c'est encore la disposition des terrains crétacés du vaste bassin de Rozans, d'où provient la rivière d'Aygues ; du terrain néocomien de la longue vallée de Montauban, d'où s'écoule l'Ouvèze ; de celui du bassin de la Meuge, entre Sédéron et Laragne. Le petit bassin au débouché duquel est bâti le bourg de Sédéron est encore un curieux exemple de vallée du même genre, circonscrite par de hautes crêtes jurassiques ; mais il offre cette particularité de ne renfermer dans sa concavité aucune enclave de terrains crétacés.

§ 236. — Nous pouvons maintenant caractériser en quelques mots les différentes parties dans lesquelles se décompose naturellement le pays qui nous occupe.

Le bassin du Roubion, auquel on peut adjoindre la partie montagnaise de celui du Lez (Teysnières, Montjoux, etc.), ne montre à découvert que la série très-épaisse des terrains crétacés : le terrain jurassique n'y affleure nulle part. Ce massif comprend les deux *vallées elliptiques* de Saou et de Dieulefit, formées par les roches du *groupe de la craie* et séparées par une large déchirure, où affleurent les marnes *aptiennes* de Bourdeaux et une saillie *néocomienne* peu élevée, comprenant le Pont-de-Barret, Félines, etc. (pl. III, fig. 7). Au N.-O.,

ce bassin est limité par la petite voûte néocomienne de Marsanne; à l'E. et au S.-E., il l'est par les hautes montagnes néocomiennes de Couspau, d'Angèle et de la Lance, qui le séparent des bassins de la Drôme et de l'Aygues.

Le bassin de Die, ou bassin de la Drôme, en amont de Sailans, peut être considéré comme un vaste *cirque* ouvert dans une rupture complète des terrains crétacés, avec déchirement du terrain jurassique sous-jacent, qui forme tout l'intérieur de ce bassin. La rupture ne s'étend que jusqu'aux assises inférieures de l'étage *oxfordien*, qui affleurent aux environs de Die (§ 139). Le terrain *néocomien* se montre tout autour de ce cirque : d'une part, dans le gradin supérieur des montagnes de la rive droite; d'autre part, dans le massif de Couspau, à Saint-Nazaire-le-Désert, etc., et dans la haute vallée elliptique de Valdrôme, d'où la Drôme s'écoule par une fente étroite des calcaires jurassiques.

L'arrondissement de Nyons et les cantons adjacents des Hautes-Alpes (Rozans, Orpierre, Ribiers) forment un pays singulièrement découpé, comprenant les bassins de l'Aygues, de l'Ouvèze et ceux de plusieurs ruisseaux qui se déversent à l'est, dans le Buech, entre Serres et Sisteron. Une grande partie de la surface de ce pays est encore formée par le terrain jurassique mis à nu et plus ou moins profondément déchiré. En général, les ruptures ne pénètrent que jusqu'aux marnes *oxfordiennes*, comme à la Motte Chalancon, Rémuzat (§ 139), Cornillac (pl. III, fig. 6, J² d), etc.; mais quelquefois elles vont jusqu'à faire apparaître le *lias* avec ses *gypses*, comme à Condorcet et à Propiac (§ 138) et à Montrond, dans la vallée du Buech (§ 137). Le calcaire *oxfordien* (pl. III, fig. 6, J² e), forme, au-dessus des marnes *oxfordiennes*, des crêtes escarpées, ou se referme en voûte par-dessus ces marnes, et il constitue les traits les plus saillants et les plus continus du relief. On peut compter cinq de ces *chaînes jurassiques*, toutes dirigées à peu près de l'est à l'ouest. Entre elles, dans

les replis concaves du calcaire *oxfordien*, les terrains crétacés subsistent sous forme d'*enclaves*, repliés en *fond de bateau* et formant autant de *vallées elliptiques*.

La vallée d'Establet et de Bellegarde est remplie de terrain *néocomien*, qui se continue à l'E. avec celui de Valdrôme; par Saint-Dizier, et se trouve recouvert, dans cette dernière localité, par un lambeau de marnes *aptiennes*.

La vallée de la Charce s'étend en longueur de Rottier à Montmorin, et en largeur, de la Charce à Pomerol; elle est divisée longitudinalement par une bande de marnes *aptiennes G'*, surmontées d'un chapeau abrupte de *craie C* (pl. III, fig. 6), et reposant sur le terrain *néocomien* plié en fond de bateau (§ 157).

Le bassin de Rozans a 24 kilomètres de long, de Pelonne à Montclus, et 13 de large, de Ribeyret à Chauvac : enfermé de tous côtés entre des chaînes *jurassiques*, dont les flancs sont tapissés de terrain *néocomien*, ce bassin est rempli, dans son centre, par les marnes *aptiennes*, depuis Verclause jusqu'à l'Épine; et sur ces marnes repose encore un lambeau isolé de calcaires du groupe de la *craie*, formant, entre Ribeyret et Sorbiers, une butte escarpée de toutes parts. Les eaux de ce vaste bassin s'écoulent par trois issues étroites; les unes, formant la rivière d'Aygues, par Verclause et Pelonne; d'autres par Montclus, vers Serres; d'autres enfin par Montjay et Chagnousse, vers Lagrand.

Le bassin de Montauban, d'où descend l'Ouvèze, est une longue et étroite vallée elliptique, remplie seulement de terrain *néocomien*, sur une longueur d'environ 25 kilomètres.

Enfin, le bassin de la Chaup ou de la Meuge est encore occupé par une longue bande de terrain *néocomien*, s'étendant de Mévouillon à Châteauneuf-de-Chabre, avec un lambeau de marnes *aptiennes* et de calcaires de la *craie*, entre la Chaup et Vers.

La disposition des terrains crétacés en enclaves isolées dans

les replis des calcaires jurassiques ne doit pas faire supposer qu'ils se sont déposés dans autant de bassins, de dépressions résultant d'un bouleversement antérieur de ces calcaires. Les couches du terrain *néocomien* sont toujours parallèles à celles des calcaires *oxfordiens* et ont participé à tous les mouvements qui ont affecté celles-ci. La structure de ce pays ne résulte donc que de l'intensité et de la multiplicité des dislocations qui ont fait surgir le terrain jurassique à travers de larges ruptures des terrains crétacés et de la grande étendue des dénudations que ceux-ci ont éprouvées ensuite, et qui n'ont laissé subsister que des lambeaux de terrain *néocomien*, des lambeaux encore moins nombreux et moins étendus de marnes *aptiennes*, enfin de rares et minimes *témoins* du groupe de la *craie* (Arnayon, la Charce, Ribeyret, la Chaup). Ces dénudations ont été favorisées par la nature marneuse de l'étage *aptien* et de la majeure partie du terrain *néocomien* qui est ici moins épais et généralement moins compacte que dans le massif de Couspau ou celui de la Croix-Haute.

Mais à la limite méridionale du département de la Drôme, les terrains crétacés reparaissent avec tout leur développement, dans un grand massif qui s'étend, de l'ouest à l'est, depuis Vaison jusqu'auprès de Sisteron, et qui comprend la montagne de Bluye, le Mont Ventoux (1912^m), la montagne de Lure (1825^m). Les calcaires jurassiques du Buis et de Sédéron plongent sous ces hautes montagnes crétacées, qui présentent généralement un front abrupt vers le nord et dont les couches s'enfoncent, en définitive, vers le sud, sous la zone continue des terrains tertiaires de Carpentras, d'Apt et de Forcalquier.

CHAPITRE V.

RÉGION DES MONTAGNES DE GRÈS DE L'EMBRUNAIS.

(TERRAIN NUMMULITIQUE.)

§ 237. — La vallée de la Durance, aux environs d'Embrun, depuis le confluent du Guil jusqu'à Savines, est dominée des deux côtés par de hautes montagnes, d'une physionomie spéciale et très-uniforme, dont les points culminants atteignent des altitudes d'environ 3,000 mètres. Elles sont formées d'un immense série de *grès* généralement tendres, alternant avec des assises de schistes argileux, qui prennent souvent la structure d'*ardoises* et sont exploités comme tels, avec des schistes argilo-calcaires et des calcaires plus ou moins schisteux, de teintes foncées. Les couches de ce terrain, bien qu'elles montrent souvent des contournements locaux très-complicés et des plissements bizarres, sont cependant à peu près *horizontales dans leur ensemble* et ne paraissent pas avoir été plissées ou disloquées suivant des directions bien caractérisées. Aussi ces montagnes se présentent comme des massifs d'une

structure orographique confuse, dont les vallées ne semblent être que de grands et profonds ravins d'érosion, rayonnant en tous sens des parties centrales les plus élevées. Ces vallées sont les bassins de réception d'énormes torrents, caractéristiques de cette partie des Hautes-Alpes, qui ont été admirablement décrits par M. Surell (1); les torrents du Coulaud, près Saint-Clément, du Rabious, à Châteauroux, les torrents de Crévoulos, des Orrès, de Boscodon, de Réalon, etc., appartenant au type appelé par lui *torrents de premier ordre*, ont tous de vastes bassins de réception creusés par érosion au sein du terrain qui nous occupe.

Ce grand étage de *grès* entremêlés d'*ardoises* et de *calcaires* forme, sur la rive droite de la Durance, un épais massif qui s'étend vers le nord jusqu'au revers sud-est du massif du Pelvoux. Une ligne tirée de Saint-Bonnet à Vallouise marque à peu près la limite du contact de ce terrain et des roches granitiques. Tout le bassin du Drac d'Orcières et une partie de celui du Drac de Champoléon sont creusés dans ces *grès* dont les couches presque horizontales se dessinent surtout d'une manière frappante sur la rive droite du Drac, depuis le confluent de ses deux branches jusqu'en face de Saint-Bonnet.

Les fossiles sont assez rares dans ce terrain, ou du moins on n'en trouve un peu abondamment que dans quelques localités clairsemées. Cependant il existe assez généralement à la base ou très-près de la base du terrain, des couches de *grès* ou de *calcaires* remplies de petites *nummulites* (*Nummulites striata*, d'Arch.). De plus, dans quelques gisements spéciaux, ces couches à *nummulites* sont accompagnées de couches coquillières qui renferment des fossiles très-variés, appartenant tous à des types tertiaires et identiques, pour la plupart, avec des espèces connues dans les terrains tertiaires des environs de

(1) *Etudes sur les torrents des Hautes-Alpes*, Paris, 1841.

Paris. Ainsi, d'après ses fossiles, le terrain des grès du Champ-saur et de l'Embrunais doit être considéré comme *tertiaire* et comme correspondant à ce terrain de grès et de calcaires à nummulites que nous avons vu dans le Dévoluy (§ 193), superposé aux calcaires à silex du groupe de la *craie*. Les *nummulites* sont, par leur fréquence et leur abondance, les fossiles caractéristiques de ce terrain que l'on désigne ordinairement sous le nom de terrain *nummulitique*, sans préjuger à quelle partie de la série des étages tertiaires, il doit être spécialement rapporté.

§ 238. — **Saint-Bonnet.** — La localité la plus convenable pour servir de point de départ à l'étude du terrain *nummulitique* des Hautes-Alpes est le gisement de coquilles fossiles de la montagne des Combes, au-dessus de Saint-Bonnet. — En remontant, depuis Saint-Bonnet (altitude 1021 mètres), la rive gauche du torrent qui passe au village des Combes, on marche pendant plus d'une heure sur des marnes jurassiques appartenant, dans le bas, au *lias* supérieur, et dans le haut, aux assises inférieures de l'étage *oxfordien* (§ 139). On arrive ainsi au pied d'un grand escarpement d'où le torrent tombe en cascades à travers des roches éboulées; le ravin prend en ce lieu le nom de *Serre de la Lauze* (carte de Bourcet) ou la *Lauzière*: On est alors à la base du terrain *nummulitique*; en passant sur l'autre rive du ravin, on se trouve à l'endroit où la présence de petites couches charbonneuses dans son assise inférieure a donné lieu récemment à une tentative d'exploitation (alt. 1758^m). Les travaux ont été faits précisément dans les bancs les plus riches en fossiles; c'est aussi en ce point qu'on peut le mieux reconnaître la succession des assises.

Dans le ravin, au-dessous de la galerie, on voit encore le terrain jurassique représenté par des schistes noirs, friables, remplis de petites *posidonies*; c'est notre assise *b* de l'étage

oxfordien (§ 139). Les couches plongent sous la montagne, c'est-à-dire vers l'est, sous un angle de 30° au moins (fig. 33): les couches nummulitiques, inclinées de 40° seulement, reposent en stratification discordante sur les tranches de ces couches jurassiques. Immédiatement au-dessus des schistes à *posidonies* on trouve la série suivante :

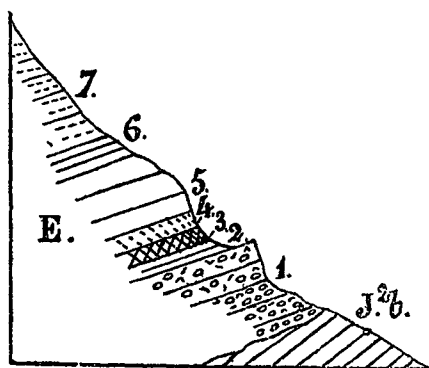


FIG. 33. — Coupe de l'escarpement de la montagne des Combes, au-dessus de Saint-Bonnet
← J2 b, schistes jurassiques à *posidonies*; E, terrain nummulitique.

1° Conglomérats formés de fragments souvent énormes, roulés ou anguleux, la plupart de gneiss, provenant du massif de Chaillol-le-Vieil, d'autres calcaires, provenant des terrains jurassiques ou créta-cés, quelques-uns de silex, provenant probablement de la *craie* du Dévoluy (§ 184). Ces conglomérats sont

accompagnés de quelques couches de grès moins grossiers. Cet ensemble est dépourvu de fossiles et d'une épaisseur très-variable; ici, environ 20 mètres.

2° Couches argileuses, noires, schisteuses et peu consistantes, remplis de *cerithes*, de *natices* et divers autres gastéropodes, avec peu de bivalves : 2 à 3 mètres.

3° Grès à ciment argilo-calcaire, noir, plus solide, moins schisteux, contenant encore une assez grande quantité de *cerithes* et de *natices*, mais surtout beaucoup de coquilles

bivalves des genres *Cyrena*, *Cardium*, etc., dont le test est souvent enduit de fer sulfuré; environ 4 mètres (1).

C'est dans ce grès que se trouvent intercalées trois petites couches charbonneuses, chacune de 0^m,1 à 0^m,2 de puissance; dans la galerie qui a été ouverte pour en tenter l'exploitation, deux de ces couches paraissent se réunir en une seule à une faible distance de l'affleurement. Le charbon est très-impur et brûle difficilement; les parties les moins impures ont l'aspect d'une houille très-maigre; j'y ai trouvé, sur 100 parties, 24 de cendres, 65 de carbone et 11 de matières volatiles, ou, en considérant seulement les éléments combustibles,

Carbone,	82,	3
Matières volatiles,	17,	7
	<hr/>	
	100,	0

associés à une proportion variable et toujours assez forte de cendres. Souvent il renferme beaucoup de pyrite et tombe en efflorescence vitriolique au contact de l'air. C'est un charbon de mauvaise qualité, et comme le gîte paraît d'ailleurs très-peu abondant, il n'y a guère d'espoir d'en tirer jamais un parti avantageux.

4° Grès plus dur, beaucoup moins charbonneux que le précédent; il contient de petites *nummulites*; on y aperçoit aussi des coupes sinueuses de coquilles qui paraissent être les grosses natices communes dans les couches n° 2.

5° Calcaires à *nummulites*, durs, compactes, d'un gris foncé; ils sont associés à des calcaires de même structure, remplis de débris de polypiers et contenant même des polypiers entiers, qui paraissent avoir vécu sur place: les couches les plus riches en polypiers ne contiennent pas de *nummuli-*

(1) Nous donnons plus loin (§ 250) la liste complète des fossiles trouvés dans ces couches.

tes ; mais d'autres renferment à la fois des *nummulites* et des polypiers ;

6° Couches argilo-calcaires, schisteuses, bleuâtres, d'un grain très-fin, sans fossiles ; elles ont une grande analogie d'aspect avec les schistes argilo-calcaires du *lias* ;

7° Grès peu ou point calcaire, gris ou roux, à grains fins ou moyens ; il est suivi d'une grande épaisseur d'autres grès analogues : les ravins qui descendent de l'escarpement en montrent la coupe, mais la pente est trop raide pour qu'on puisse la suivre. Les débris appartiennent presque exclusivement à diverses variétés de grès très-remarquables, qui ont été désignés par M. Gueymard sous le nom de *grès mouchetés*. Cependant ils sont accompagnés de quelques blocs de calcaire compacte avec *nummulites*, qui paraissent indiquer l'existence d'une assise de ce calcaire, intercalée dans les grès. Autant qu'on peut en juger du pied de l'escarpement, la place de cette couche se distingue en effet, entre les grès grisâtres n° 7 et les *grès mouchetés* qui leur sont supérieurs.

La puissance totale des assises 4, 5 et 6 réunies est d'environ 50 mètres : celle des grès est énorme et ne saurait être évaluée exactement.

Un peu au sud du point où nous venons d'établir cette coupe, les couches inférieures du terrain nummulitique sont bouleversées par un accident local qui les a plissées fortement et par suite les a brisées et a déterminé la formation du ravin de la Lauze. Les assises 4 à 5, affectées par ce plissement local, forment un rocher saillant, au-dessus duquel les grès supérieurs n° 7 semblent rester étrangers à cette inflexion ; mais ce n'est qu'une apparence résultant simplement de ce qu'on ne les voit que sur un plan plus reculé que les couches inférieures et que le dérangement de celles-ci ne se continue pas dans l'intérieur de la montagne. Il n'y a donc là aucune discordance réelle de stratification entre les calcaires à nummulites et les grès supérieurs.

§ 239. — La coupe dont nous venons de donner le détail est très-nette et peut servir de type pour l'étude du terrain nummulitique du massif de Chaillol. En résumé, elle se compose des assises suivantes :

N° 1. Grès et conglomérats inférieurs, sans fossiles ;

N°s 2 et 3. Marnes et grès coquilliers, avec *cerithes*, *natices*, *cyrènes*, etc. ;

N°s 4 et 5. Grès et calcaires compactes à *nummulites* et à polypiers ;

N° 6. Schistes argilo-calcaires bleuâtres, sans fossiles ;

N° 7. Grès supérieurs passant aux *grès mouchetés*.

Les couches coquillières n°s 2 et 3 ont tous les caractères d'un dépôt littoral ; et la prédominance très-marquée des coquilles appartenant aux genres *Cerithium* et *Cyrena* indique même un dépôt formé dans des eaux saumâtres, à l'embouchure d'une rivière ou dans une lagune, où des eaux douces se mêlaient aux eaux de l'Océan. L'existence d'une couche de combustible, produite probablement à la manière de la tourbe, complète le caractère de formation à demi-marécageuse de ces couches inférieures. On conçoit, d'après cela, qu'elles ne doivent être qu'un dépôt local, et que la plupart de leurs fossiles ne doivent se retrouver, à la base du terrain nummulitique, que sur des points particuliers, où les circonstances ont été analogues. Les couches 4 et 5, au contraire, caractérisées par des *nummulites* et des polypiers, sont des dépôts essentiellement marins ; aussi elles se retrouvent bien plus généralement et les *nummulites* y sont presque toujours très-abondantes.

L'assise des grès supérieurs (n° 7) a plusieurs centaines de mètres de puissance et ne contient point de fossiles déterminables ; on y trouve seulement quelques traces d'empreintes végétales qui paraissent être des algues marines (*fucoïdes*). Le caractère particulier des *grès mouchetés* mérite d'être pris

en considération ; il est dû à un silicate ferrugineux verdâtre, devenant brun par altération, attaquable par les acides et analogue à la *glauconie* ; au lieu d'être répartie uniformément, cette matière s'est concentrée (probablement par suite d'actions capillaires, pendant le travail de consolidation de la roche), sous forme de petites auréoles qui se touchent toutes et enveloppent à distance les grains quartzeux d'un certain volume. On peut comparer cette disposition en auréoles à celle des taches qu'un grand nombre de matières produisent sur le linge ou sur un papier non collé. Les *grès mouchetés* sont particuliers à cette assise du terrain *nummulitique*.

§ 240. — **Massif de Chaillol.** — Le grand escarpement de la montagne des Combes ou mont Queyrel n'est que le commencement des escarpements semblables qui règnent au nord du Drac, depuis Saint-Bonnet jusqu'au confluent des branches d'Orcières et de Champoléon. Leurs couches se continuent encore, sans interruption, dans les escarpements de la rive droite du Drac de Champoléon et de son affluent venant du vallon de Touron. L'assise des *grès mouchetés* règne dans toutes les hauteurs, tandis que vers le bas des escarpements se retrouvent constamment les grès et calcaires à *nummulites*. Mais, dans le détail des couches inférieures du terrain, il y a beaucoup de variations locales, même à de faibles distances, comme on va le voir par les exemples suivants.

En partant du Serre de la Lauze et suivant le pied des rochers, on marche toujours sur les *schistes à posidonies* et on les retrouve à découvert dans un grand ravin, au-dessus du hameau de Chaillol. Le terrain *nummulitique* repose sur ces schistes, en stratification discordante, et présente la série suivante :

1° Conglomérats et grès grossiers, environ 20 mètres ;

2° Grès dur, rempli de *nummulites*, grès et calcaires sableux, en gros bancs, formant un abrupt d'une vingtaine de mètres et contenant des *nummulites* et des coquilles bivalves qu'on ne peut extraire ; enfin, un mètre de grès marneux, tendre, rempli de *nummulites* et d'autres fossiles indéterminables ;

3° Calcaires marneux, fragiles, avec *nummulites*, polypiers (*Trochomilia*), etc., environ 20 mètres ;

4° Calcaires compactes à *nummulites*, formant un abrupt de près de 15 mètres ;

5° Calcaires marneux bleuâtres et marnes sableuses, noires, friables, quelques mètres seulement; en grande partie masqués par les éboulements;

6° Grès roux ou grisâtres, passant bientôt aux *grès mouchetés*, qui règnent sur tout le reste de la hauteur.

Cette coupe ne diffère notablement de la première que par l'absence des couches coquillières et charbonneuses, dont la place serait entre les numéros 1 et 2. Cette absence se remarquera dans presque toutes les localités que nous allons citer: les coquilles, telles que les *cérithes*, etc., qui appartiennent, pour la plupart, aux eaux saumâtres, ne se montrent que dans des dépôts locaux, accidentels, tandis que la présence des *nummulites*, fossiles essentiellement marins, est beaucoup plus générale.

En continuant à suivre le pied des escarpements, au-dessus des villages de Chaillol-l'Église et du Marron, on rencontre toujours, d'une part, les *schistes à posidonies*, qui forment le sol du plateau cultivé, et, de l'autre, les rochers formés par les assises nummulitiques inférieures, reposant sur les tranches de ces schistes. Parmi ces assises, on remarque toujours des couches calcaires plus ou moins compactes, remplies de *nummulites*; au-dessus, des marnes sableuses noires, feuilletées, ayant plus de dix mètres d'épaisseur, puis la grande assise de grès qui leur est superposée.

Sur la rive gauche du torrent qui passe au village du Marron, on voit encore une coupe très-intéressante du terrain nummulitique, que l'on peut poursuivre, dans les hauteurs, jusque sur le flanc du grand pic de Chaillol-le-Vieil, et qui présente, dans ce trajet, des particularités remarquables.

Les *schistes à posidonies* se montrent jusqu'au-dessus de la dernière grange, à la limite supérieure des cultures; ils sont très-feuilletés, remplis de *posidonies*, et en couches fortement inclinées, plongeant au N.-E. Immédiatement au-dessus, on trouve :

1° Conglomérat grossier, composé surtout de gros galets de calcaire noir compacte et de silex en fragments anguleux, mais contenant aussi beaucoup de quartz et de débris de gneiss, même très-volumineux; il est fortement cimenté par une pâte calcaire, sans fossiles, et n'a, en tout, que 3 à 4 mètres d'épaisseur.

2° Calcaire sableux roussâtre, formant un banc d'environ un mètre, rempli de débris de fossiles et contenant beaucoup de *nummulites*.

6° Calcaires marneux, bleuâtre, feuilleté, avec débris de fossiles, tels que *peignes* et coquilles turriculées indéterminables; il ne paraît pas contenir de *nummulites* sur ce point; mais, sur la rive droite du torrent, au même niveau, on retrouve ces couches bleuâtres, schis-

teuses, avec les mêmes petits *peignes*, etc., et beaucoup de *nummulites* à leur base.

3° Marnes sableuses noires, très-schisteuses, couvertes par les éboullements des grès supérieurs: elles se voient mieux sur la rive droite, au-dessus des précédentes, et ont à peu près 10 mètres d'épaisseur.

6° Grès *mouchetés*; ils commencent à 380 mètres environ au-dessus du Marron, dont l'altitude est 1447 mètres. L'ensemble de ces grès et des précédents a près de 800 mètres d'épaisseur.

Lorsqu'on est parvenu au sommet de ce grand escarpement de grès, à une altitude de 2388 mètres, on se trouve subitement en présence d'une difficulté assez embarrassante. Au-dessus des dernières couches de grès, qui ont une faible inclinaison vers l'E.-N.-E., on trouve un talus peu étendu, formé de calcaires marneux feuilletés, d'un noir bleuâtre, puis une grande masse abrupte de calcaires compactes de même teinte, avec des nodules plus foncés et quelques rognons de silex; cette roche forme la crête de *la Cavale*. Les couches de grès semblent s'enfoncer sous cette masse calcaire et la supporter de toutes parts; cependant, on remarque que les assises du grès ne paraissent pas notablement bouleversées, tandis que les calcaires de la crête supérieure sont en couches arquées et assez fortement inclinées vers le N.-E. Ces calcaires ne ressemblent pas aux calcaires à *nummulites*, mais bien aux calcaires *oxfordiens*, dont les escarpements dominant la rive gauche du Drac en face de Saint-Bonnet et dans lesquels est ouvert le col du Noyer (§ 184); on y trouve, du reste, quelques traces de fossiles, qui paraissent justifier ce rapprochement: je crois y avoir aperçu un fragment d'*encrine* et une portion d'empreinte d'*ammonite*. Cette crête de la Cavale serait donc un lambeau de calcaire *oxfordien*, qui, au premier abord, semble reposer sur les grès *nummulitiques*.

Parvenu au sommet de cette arête, à la première croix, on rencontre, immédiatement au-dessus de ces calcaires compactes, des grès gris ou jaunâtres très-quartzeux, puis des grès fins, micacés, noirâtres; des calcaires marneux noirs et des marnes grumeleuses sans fossiles; une couche de poudingue à fragments de calcaire compacte, roulés, arrondis et *impressionnés* comme ceux des poudingues de la *mollasse* (§ 218). Le tout est incliné vers le N.-E., sous un angle d'environ 30°. Immédiatement au-dessus du poudingue, vient une marne friable, remplie de *Cerithium plicatum*, Lam., puis des grès coquilliers durs, des grès de diverses structures, non *mouchetés*; enfin, des grès et calcaires sableux remplis de *nummulites*, formant une assise assez puissante.

Un peu plus loin vers le nord-est, ces couches sont extrêmement bouleversées et viennent buter contre la base d'un pic isolé, situé au

S.-E. du col qui conduit de la commune de Chaillol dans le vallon de Touron. De ce pic, dont la hauteur est de 2647 mètres, on domine presque tout le massif des grès nummulitiques : il m'a paru être celui que M. Rozet a désigné sous le nom de *Soleil-Biou*, sur la carte de l'Etat-Major, et qu'il a décrit comme formé de calcaire *oxfordien* (*Bull. de la Soc. géol.*, 2^e s., t. ix). Ce pic consiste, en effet, en une masse isolée de calcaire compacte, ressemblant au calcaire de la *Porte de France*; dans les débris qui recouvrent le sommet j'ai trouvé des fragments reconnaissables d'*Ammonites plicatilis* et d'*Aptychus imbricatus*; il y a tout lieu de croire que ces fossiles proviennent de la roche en place, et que celle-ci, par conséquent, est bien *oxfordienne*. Or, si l'on s'en rapportait aux apparences, on serait porté à admettre (comme M. Rozet l'avait cru en effet) que cette masse calcaire, dont les couches sont à peu près horizontales, repose sur un assise de marnes sableuses, feuilletées, noirâtres, qui l'entourent à sa base, et ces marnes elles-mêmes sur des grès de teintes claires et des *grès mouchetés* qui sont en couches presque horizontales, au col même et immédiatement en dessous, sur le versant de Touron.

Ces grès, dont la puissance, de ce côté de la montagne comme du côté du Marron, est de 700 mètres au moins, s'élèvent à partir du col, dans la direction du nord, et constituent une grande arête qui se dresse contre la pyramide de gneiss formant le sommet de Chaillol-le-Vieil.

Entre ce crêt nummulitique et le gneiss, il y a une petite *combe*, creusée dans les assises nummulitiques inférieures, qui forme un col élevé, d'après mes mesures, de 2731 m. Des études ont été faites en ce point, il y a quelques années, pour un projet de dériver sur Saint-Bonnet les eaux qui, près de là, descendent en cascades, des névés de Chaillol-le-Vieil, dans le vallon de Touron. Sur le col même, à l'endroit où les ingénieurs avaient construit une cabane, on rencontre, comme M. Rozet l'a indiqué, une assise de calcaires compactes d'un gris foncé, contenant de grandes huîtres; ce calcaire renferme beaucoup de fragments de gneiss et passe, à sa partie inférieure, à une couche de poudingue à gros galets de gneiss, qui repose immédiatement sur le gneiss lui-même. D'autre part le calcaire s'enfonce évidemment sous les grès nummulitiques. Outre les grandes huîtres, il contient beaucoup de débris de fossiles peu déterminables; il m'a semblé aussi y reconnaître de petites *nummulites* et d'autres foraminifères analogues à ceux qui accompagnent souvent les *nummulites*.

D'ailleurs si la présence des *nummulites* dans ce calcaire peut rester douteuse en ce point, elle devient certaine si on le suit à une petite distance. En effet, de la cabane on peut descendre dans le vallon de Touron, en restant constamment sur cette même assise de calcaire;

elle est inclinée, dans le haut, d'environ 48° et s'appuie à gauche sur le gneiss, tandis qu'à droite, dans le ravin qui prend naissance sous la cabane, elle sert de base au grès. A mesure que l'on descend, l'épaisseur de cette assise augmente, et bientôt on y trouve des *nummulites*. Les couches, de moins en moins inclinées, finissent par devenir horizontales dans le centre du vallon et viennent former la corniche d'où tombe la grande cascade de Touron; là elles sont remplies de *nummulites*. A quelque pas sur la gauche, elles passent à des bréchés qui reposent sur des *spilites* ou sur le gneiss, tandis qu'au dessus d'elles la série des grès forme toute la hauteur. Ainsi de ce côté de la montagne comme du côté du village de Chaillol, le groupe des grès *mouchetés*, etc., repose sur des calcaires à *nummulites*; seulement, au lieu de s'appuyer ici sur les schistes *oxfordiens*, le terrain nummulitique s'appuie sur le gneiss, ailleurs sur des masses de *spilites*, enfin, à la cascade de Touron, sur les schistes argilo-calcaires du *lias*. Il repose donc indifféremment, à de petites distances, sur des formations très-diverses, qui étaient toutes bouleversées et façonnées en montagnes avant son dépôt et dont il renferme les fragments, souvent très-volumineux, empâtés dans ses conglomérats.

§ 241. — **Vallée des Dracs.** — En descendant le vallon de Touron, depuis la cascade jusqu'au débouché dans la vallée de Champoléon, on a toujours sur la droite un escarpement de grès *nummulitiques*, légèrement redressés vers le nord, et à leur base un talus de schistes argilo-calcaires à *bélemnites*, en couches fortement relevées, souvent presque verticales. Les grès reposent donc évidemment sur les tranches des couches du *lias*. A l'issue du vallon, en face du hameau des Fermonts, les premières assises nummulitiques sont des grès à ciment calcaire, assez fins, remplis de *nummulites* et une petite assise de calcaire compacte, également remplie de ces fossiles. Au-dessus, viennent des grès de structures diverses, parmi lesquels on trouve bientôt des *grès mouchetés*; d'autres fins, micacés, charbonneux; à mesure qu'on s'élève, les *grès mouchetés* deviennent prédominants.

A partir de ce point, jusqu'au confluent des Dracs, les grès *nummulitiques* forment tout le côté droit de la vallée de Champoléon, et leurs couches y sont à peu près horizontales, tandis que, de l'autre côté de la vallée, au-dessus des Borels et à Méauillon, ils sont très-bouleversés et s'appuient, comme à Touron, sur des lambeaux de *lias* ou sur le terrain primitif.

Au confluent des Dracs, on observe encore une coupe intéressante de la base du terrain nummulitique. Toute la hauteur de l'escar-

pement, en face du pont, est formée de grès, devenant mouchetés dans le haut. Sur le chemin, en descendant la série des couches, on trouve :

1° Grès quartzeux en gros bancs ;

2° Grès schisteux avec parties charbonneuses ;

3° Schistes argilo-calcaires bleuâtres, très-fissiles, pouvant être exploités comme ardoises ;

4° Calcaires noirs compactes, remplis de *nummulites* ;

5° Calcaire plus marneux, où les *nummulites* sont encore plus abondantes ; il y en a de petites et de grandes (*Nummulites striata* d'Orb. et *N. contorta* Desh.), accompagnées d'*operculines* et de beaucoup de débris indéterminables de mollusques et de polypiers ;

6° Conglomérat grossier formé de cailloux granitiques, de gneiss, de quartz, de spilites, de calcaires jurassiques ; épais seulement de trois mètres ;

7° Grès micacé noir, d'un grain assez fin, en gros bancs, 2 mètres ; grès fin, violacé, 0^m 70 ; poudingue rougeâtre, 0^m 70 ;

8° Schiste noir très-feuilleté, ne se liant nullement avec les grès et conglomérats précédents, lesquels même paraissent reposer sur les tranches de ses couches ; cette roche a tous les caractères des schistes du *lias*, qui forme encore ici la base du dépôt *nummulitique*.

Les calcaires remplis de *nummulites* peuvent être suivis, à partir de ce point, vers les hameaux de le Coche et de Saint-Nicolas, et on les retrouve à une grande hauteur au-dessus du Drac, en face du Pont-du-Fossé : là ils sont extrêmement bouleversés et paraissent se rattacher intimement avec les couches à *nummulites* non moins bouleversées qui s'appuient sur les crêtes de Soleil-Biou et de la Cavale.

§ 242. — Les détails que nous venons de donner sur la constitution du massif de Chaillol peuvent se résumer ainsi :

Le grand étage de grès, en couches horizontales ou peu inclinées dans leur ensemble, qui constitue les escarpements de ces montagnes, et qui comprend particulièrement les grès *mouchetés*, appartient tout entier au terrain *nummulitique* ; il a une épaisseur d'environ 800 mètres. Il repose constamment sur une assise plus ou moins développée de calcaires et de grès à ciment calcaire, remplis de *nummulites*. Au-dessous de ces couches il y a encore, en général, une assise peu épaisse de grès et de conglomérats grossiers, qui manque quelquefois.

Enfin le terrain *nummulitique* repose indifféremment, en stratification discordante, sur l'étage *oxfordien*, sur le *lias*, sur les *spilites* ou sur le *gneiss*; ces diverses formations avaient déjà été bouleversées, façonnées en montagnes, mises à sec et ravinées pendant une longue période, lorsqu'elles ont été replacées sous les eaux de l'Océan, et ont été recouvertes par le dépôt *nummulitique*. Celui-ci a dû combler les dépressions d'un fond de mer très-inégal et entourer les saillies montagneuses dont ce fond était hérissé.—Les calcaires *oxfordiens* de la Cavale et de Soleil-Biou formaient, selon toute apparence, dans la mer *nummulitique*, un *écueil* dépassant en quelques points le niveau des eaux; ils appartenaient à la crête d'une montagne sous-marine dont la base était formée par les *schistes à posidonies* des coteaux de Chaillol et par les schistes du *lias* de la vallée du Drac, de Touron, etc. Les grès à *Cerithium plicatum* et les calcaires à *nummulites* qui ont en partie recouvert cet *écueil* jurassique sont des dépôts formés dans des eaux peu profondes, et sont peut-être d'une époque plus récente que les couches analogues de la montagne des Combes. Toutefois, comme le terrain *nummulitique* a été lui-même fortement bouleversé par des révolutions plus récentes et que son assise inférieure, dont nous avons suivi ci-dessus le développement, paraît se relever sans discontinuité depuis 1250 m. (confluent des Dracs), jusqu'à 2731 m., sur le flanc de Chaillol-le-Vieil; il serait possible que les dispositions singulières offertes par les montagnes de la Cavale et de Soleil-Biou, dussent être expliquées par une dislocation locale, une poussée qui aurait fait apparaître, dans une déchirure des grès supérieurs, un lambeau de calcaire *oxfordien*, entraînant avec lui les couches inférieures du dépôt tertiaire qui l'avait recouvert. Quoi qu'il en soit, ces faits exceptionnels sont très-limités en étendue et on peut en faire abstraction dans l'étude générale du terrain *nummulitique* de notre région.

Les couches nummulitiques du massif de Chaillol ont une pente générale et régulière vers l'E. S.-E. ; l'assise inférieure descend, comme nous venons de le dire, de 2734 m. à 1250 m., au confluent des Dracs ; les *grès mouchetés* s'abaissent de même de 1500 mètres, forment l'encaissement de la vallée de Champoléon, près du confluent, et plongent sous les couches de la vallée d'Orcières. En remontant celle-ci, on rencontre encore une longue suite d'assises, qui paraissent supérieures à celles que nous venons de décrire : nous y reviendrons plus loin (§ 244).

En descendant le Drac jusqu'au Pont-du-Fossé, nous avons vu les assises inférieures du terrain *nummulitique* reposer sur les tranches des schistes du *lias*. Près du pont, sur le chemin d'Ancelle, on exploite une carrière *d'ardoises*, dont les couches, inclinées d'environ 60°, plongent à l'est sous une énorme série de grès et de schistes très-variés, formant la rive gauche du Drac. L'assise d'ardoises a une épaisseur de 15 à 20 m. ; on n'y voit pas de fossiles ; elle est recouverte immédiatement par de gros bancs de grès quartzeux ; elle repose, au bas de la carrière, sur des calcaires noirs, contenant des *nummulites* et des polypiers. Sous ces calcaires, épais d'environ 10 mètres, on voit encore le commencement d'une assise de grès inférieurs, intimement liés avec eux ; mais les débris qui couvrent la pente ne laissent voir ces grès que sur une hauteur de deux mètres. D'après cette coupe, les ardoises du Pont-du-Fossé paraissent correspondre aux schistes n° 3 du confluent des Dracs ; au n° 3 de la coupe au-dessus du Marron ; au n° 6 de la coupe du ravin des Combes. Ces ardoises et la montagne de grès qui les recouvre reposent sur des calcaires à *nummulites*, et le tout appartient encore au terrain *nummulitique*.

§ 243. — **Faudon.** — Au sud du village d'Ancelle, dont les champs cultivés sont, comme ceux de Chaillol, sur les

schistes *oxfordiens* à *posidonies*, les assises inférieures du terrain *nummulitique* s'étendent en une sorte de promontoire qui forme le col Saint-Philippe ou montagne de Faudon. Là se trouve un gisement de fossiles, non moins riche que celui de Saint-Bonnet et contenant, du reste, à peu près les mêmes espèces. Les couches, dans cette localité, sont très-bouleversées et il est difficile d'en reconnaître la série. Toutefois, elles paraissent offrir, dans les détails, des différences avec celles de Saint-Bonnet. Ainsi les *nummulites* (*N. contorta* et *N. striata*) sont particulièrement abondantes ici et se ramassent à poignée dans le gravier qui provient de la désagrégation d'une couche mince située à la base du terrain. Les mollusques et les polypiers se trouvent dans des couches plus élevées, formées d'un calcaire marneux noir, où je n'ai pas aperçu de *nummulites*. Au-dessus de ces bancs fossilifères viennent des grès qui forment le sommet de Faudon et qui ne sont que les couches inférieures du grand système de grès formant les montagnes plus élevées, à l'est du col.

Ainsi à Faudon les *nummulites* sont au-dessous des couches à *cérithes*, *natices*, etc., tandis qu'à Saint-Bonnet elles se trouvent au-dessus : mais dans les deux localités, les *nummulites* sont dans des couches distinctes de celles qui renferment ces mollusques.

Les couches coquillères de Faudon sont un dépôt local, essentiellement littoral, aussi bien que celles de Saint-Bonnet (§ 239) ; mais elles n'ont pas, du moins autant que celles-ci, le caractère d'un dépôt d'eaux saumâtres. Ainsi les *cyrènes* et autres bivalves accompagnant le charbon sont rares à Faudon ; et, d'autre part, les *cérithes*, les *natices*, etc., y sont accompagnés de mollusques plus essentiellement marins, et surtout de nombreux polypiers.

Ces deux gîtes de fossiles, situés à peu près à la même altitude (environ 1700 mètres), représentent très-bien deux points du rivage de la mer *nummulitique*, au début de son

extension dans les Hautes-Alpes. Les coquilles *littorales* qui les caractérisent n'ont été retrouvées, jusqu'ici, sur aucun autre point de ce département, si ce n'est, en partie, à la crête de la Cavale (§ 240), où elles sont peut-être dans des couches d'un âge plus récent. La détermination de ces espèces est de la plus haute importance pour fixer la place du terrain *nummulitique* des Hautes-Alpes dans la série des étages tertiaires; nous en donnerons plus loin la liste, d'après les savants paléontologistes qui les ont étudiées.

§ 244. — **Massif d'Orcières.** — Les grandes montagnes qui s'élèvent à l'est d'Annelle sont formées des assises supérieures aux couches coquillières de Faudon et correspondant, par conséquent, aux couches de schistes argileux et de grès qui recouvrent les couches coquillières de Saint-Bonnet. Il est à remarquer, toutefois, que l'on ne trouve pas, au midi du Drac, ce caractère remarquable des *grès mouchetés* du massif de Chaillol. La série des assises qui forment cet épais massif de montagnes, entre le bassin du Drac et celui de la Durance, peut être plus facilement étudiée en partant du Pont-du-Fossé et remontant le Drac d'Orcières jusqu'à Prapic, puis en s'élevant jusqu'au col des Tourettes, qui conduit d'Orcières à Embrun.

On reconnaît ainsi que toutes les assises nummulitiques dont nous avons donné le détail (§ 242), y compris celle des *grès mouchetés*, s'enfoncent à l'est, sous une énorme épaisseur de grès alternant avec des assises d'*ardoises*, de schistes noirs, charbonneux, de schistes argilo-calcaires et de calcaires compactes, d'un gris foncé. Ces assises variées forment tout le bassin d'Orcières et ont une épaisseur totale de plus de mille mètres; elles paraissent dépourvues de fossiles; dans les sommets les plus élevés, elles sont couronnées, en dernier lieu, par une assise de calcaires gris, en bancs peu épais, alternant avec des marnes feuilletées et avec des grès grisâtres, qui jau-

nissent à l'air. Ces calcaires, surtout ceux qui ont une structure un peu feuilletée, contiennent beaucoup d'empreintes sinueuses, festonnées, ressemblant à celles que produiraient des annélides diversement enroulés : ces empreintes, dont l'origine est inconnue, ont été désignées par M. Rozet sous le nom de *myrianites*, donné précédemment par M. Murchison à des empreintes analogues dans les schistes siluriens.

Les calcaires à *myrianites*, en couches à peu près horizontales, si on les considère dans leur ensemble, paraissent constituer tous les points culminants du massif, entre Orcières et Embrun. On les rencontre au col des Tourettes, où ils forment des roches abruptes, simulant deux grosses tours; de là, ils s'étendent, en se relevant légèrement, jusqu'au sommet de Mourrefred (2992 mètres), à 3 kilomètres S.-O. du col; d'après M. Rozet, ces mêmes calcaires constituent tous les autres sommets environnants, d'une altitude peu inférieure, la Diablée, les Barles, Autane, le Roc-Blanc, les deux Piniers, le Diolon, Rocheclair, etc., entre lesquels sont creusés, dans les grès nummulitiques sous-jacents, les énormes bassins de réception des torrents affluents du Drac et de la Durance.

L'épaisseur totale du terrain nummulitique dans le bassin d'Orcières, depuis les couches à *nummulites* du confluent des Dracs (§ 241), jusqu'aux calcaires à *myrianites* du col des Tourettes, est difficile à évaluer exactement; mais elle ne me paraît pas être beaucoup au-dessous de 2000 mètres.

§ 245. — **Vallée de la Durance.** — Sur le versant de la Durance, comme dans le bassin du Drac, le terrain *nummulitique* repose généralement sur les terrains jurassiques, qui forment les coteaux inférieurs : sur les calcaires ou les marnes de l'étage *oxfordien*, au-dessus de Chorges et jusqu'en face de Savines; sur le *lias* schisteux, aux environs d'Embrun, à Châteauroux et jusqu'à Saint-Clément. Comme du côté d'Orcières, il est principalement formé d'une énorme épaisseur de

grès, généralement gris ou roussâtres, quelquefois colorés en noir par des traces de matières charbonneuses et alternant avec des assises de schistes argilo-calcaires et de schistes ardoisiers d'un bleu noir. On traverse cette série en descendant du col des Tourettes à Châteauroux; dans la partie inférieure, on rencontre une exploitation d'*ardoises*, les plus estimées des Hautes-Alpes; la dernière partie de la descente et la gorge étroite par laquelle le torrent de Rabious débouche sur Châteauroux, sont dans les calcaires schisteux du *lias*.

Les assises inférieures du terrain nummulitique du Champ-saur, c'est-à-dire précisément celles qui renferment les *nummulites* et autres fossiles, paraissent manquer sur le versant d'Embrun: il est vrai que les masses énormes de débris qui recouvrent les pentes peuvent avoir empêché jusqu'ici, sur beaucoup de points, de constater leur existence. Cette circonstance, et la ressemblance d'aspect que présentent avec les marnes schisteuses du *lias* les schistes très-développés dans la partie inférieure du terrain *nummulitique* rendent souvent difficile la délimitation entre ces deux terrains. C'est ainsi que M. Rozet a été induit en erreur, au point de rapporter aux terrains *jurassiques* toute la série des couches, depuis le *lias* des coteaux d'Embrun, jusqu'aux calcaires à *myrianites* qui recouvrent les grès, au-dessus de la chapelle Saint-Guillaume, et qui s'étendent jusqu'au sommet de Mourrefred (1).

Dans toute cette partie des Hautes-Alpes dont les eaux se déversent dans la Durance, entre le confluent du Guil et Savines, le terrain *nummulitique* constitue toutes les hauteurs (§ 237) et ne présente qu'un énorme développement de schistes argileux et de grès, couronnés, dans les cimes les plus élevées, par quelques lambeaux de calcaires à *myrianites*. Cet ensemble de couches paraît dépourvu de fossiles, sauf quelques ent-

(1) Rozet, *Bull. de la Soc. géol.*, 2^e s., tom. IX et XII.

preintes confuses d'algues marines (*fucoides*); il s'appuie immédiatement sur les calcaires schisteux ou compacts du *lias*, et paraît ainsi indépendant, jusqu'à un certain point, des couches à *nummulites*, sur lesquelles il repose dans le bassin du Drac (1).

La ligne de contact entre le *lias* et ce terrain, sur la rive droite, passe au-dessus des villages du Puy et de Carrière, près Embrun, au-dessus de Châteauroux et de Saint-Clément, un peu au-dessus de Réotier, et se dirige de là vers Freyssinières. Sur la rive gauche, elle passe à la partie supérieure des vallons de Boscodon, des Orres et de Crevouls, et s'abaisse progressivement jusqu'en face de Saint-Clément; là un lambeau de grès nummulitiques très-bouleversés s'avance jusqu'au bord de la Durance et forme les roches abruptes de la Moulinière, où ses couches sont plissées de la manière la plus curieuse. On suit le pied de cet escarpement *nummulitique* jusqu'auprès des sources thermales du Plan de Phazy, qui jaillissent entre des roches très-bouleversées, appartenant à différents terrains et sur lesquelles nous reviendrons dans le chapitre suivant. Après cet affleurement local de terrains plus anciens qui forment la rive gauche du grand ravin de Brunechart, les schistes et grès nummulitiques reprennent sur la droite de ce ravin et s'étendent, à l'est, dans les coteaux de Risoul, jusqu'à Guillestre.

Au sud de Guillestre, le terrain *nummulitique* forme encore tout le flanc droit du bassin de Vars; il s'appuie, au flanc gauche de ce bassin, sur le versant d'une grande crête de calcaires compacts, comprenant la couche de marbre rouge, exploitée dans les carrières au sud-est de Guillestre; ce marbre, rempli d'*ammonites* et de *bélemnites*, appartient au groupe de calcaires compacts, que nous désignons provisoirement

(2) Sc. Gras, *Stat. minér. des Basses-Alpes*, pag. 107.

sous le nom de *calcaires du Briançonnais* et par le signe **J**; (voir le chapitre suivant).

§ 246. — **Freyssinières et l'Argentière.** — Le terrain *nummulitique* se prolonge vers le nord, entre la vallée de la Durance et le massif granitique du Pelvoux; il repose sur les *calcaires du Briançonnais* (**J**), prolongements de ceux de Guillestre, au-dessus de Réotier et de Champcella, au village même de Freyssinières et près des granges de Saint-Didier, au-dessus de la mine de l'Argentière; de là, la limite des deux terrains se dirige vers Vallouise. Il forme de hautes montagnes dont les sommets dépassent l'altitude de trois mille mètres et dans lesquelles sont creusés le bassin de Dormillouse et la longue vallée du Fournel, remontant de l'Argentière au col de l'Alp-Martin.

La limite N.-O. de ce massif nummulitique suit, à partir de Vallouise, le vallon de Beauvoisin, qui descend aussi du col de l'Alp-Martin, et se prolonge à peu près dans la même direction S.-O., jusqu'aux Borels, dans la vallée de Champoléon. Sur cet alignement, le terrain nummulitique repose immédiatement sur les terrains cristallisés, granite ou gneiss. Les couches inférieures, renferment des *nummulites* et ressemblent à celles de la vallée de Champoléon.

La superposition immédiate de ces couches à *nummulites* aux terrains cristallisés se voit même dans quelques déchirures de la partie centrale du massif. Dans le vallon de Dormillouse, à deux kilomètres environ à l'ouest du village, on rencontre, au milieu de ce grand cirque de montagnes de grès, un affleurement peu étendu de *gneiss*, dans lequel existe un petit filon de *galène* argentifère, signalé sur la carte de Casini. Immédiatement au-dessus du gneiss, on voit, comme dans le massif de Chaillol, d'abord un conglomérat grossier formé de fragments de gneiss roulés ou anguleux, mêlés de fragments calcaires, environ 10 mètres; puis un grès à ciment

calcaire avec *nummulites*; puis des grès quartzeux, des grès un peu schisteux et des couches d'ardoises grossières; et ensuite, en remontant jusqu'aux cols qui conduisent à Orcières ou à Champoléon, des grès très-variés, la plupart un peu schisteux, charbonneux, contenant des empreintes végétales indéterminables. Ces couches inclinent généralement au S.-E. et paraissent ainsi s'enfoncer sous les couches du bassin d'Orcières, dont nous avons parlé ci-dessus.

Un affleurement de *gneiss* exactement semblable a été reconnu par M. Grüner, dans le vallon du Fournel, entre Salce et l'Alp-Martin; il est aussi surmonté de grès et de calcaires à *nummulites*.

§ 247. — **Vallouise.** — Le terrain *nummulitique* se prolonge encore en une bande étroite, sur les communes de Vallouise et de la Pisse, en s'appliquant jusqu'à de grandes hauteurs sur le versant oriental du massif du Pelvoux. « Depuis
« le vallon de Beauvoisin, qui conduit de Vallouise vers le col
« de l'Alp-Martin, jusqu'au Casset, le gneiss sort immédiate-
« ment de dessous le système à *nummulites* (1). Le vallon de
« Beauvoisin se trouve, dans une grande partie de sa lon-
« gueur, sur la limite de ces deux terrains. Le fond du vallon
« est creusé dans le gneiss, passant à une roche feldspathi-
« que verte : sur son flanc nord-ouest, le gneiss n'est pas re-
« couvert et forme des cimes déchiquetées d'une grande
« hauteur; mais sur son flanc sud-est, il ne s'élève qu'à quel-
« ques centaines de mètres au-dessus du torrent et il est re-
« couvert immédiatement par un système très-épais de couches
« qui rappellent complètement celles des cimes qui dominent
« Émbrun. Ce système forme les pointes de l'Aiglière et de

(1) M. Élie de Beaumont, *Faits pour servir à l'histoire des montagnes de l'Oisans*; Ann. des Mines, 3^e s., t. V.

« Clouzis, qui portent des glaciers sur leur pente nord-ouest,
 « descendant vers le vallon de Beauvoisin. Dans ce groupe de
 « couches, le calcaire est peu abondant, le grès et l'argile
 « schisteuse noire y dominant beaucoup. Les couches de ce sys-
 « tème à nummulites, quoique très-régulièrement stratifiées,
 « présentent en quelques points des contournements et des
 « dislocations qui se rattachent aux inflexions de la surface
 « de la masse de roches primitives qui leur sert d'appui. Au-
 « dessous de la pointe de Clouzis, on aperçoit une sorte d'en-
 « chevêtrement des roches primitives et des couches nummu-
 « litiques. » M. Élie de Beaumont l'explique par une faille
 locale qui a partagé les couches nummulitiques en deux
 lambeaux inégalement exhaussés, de telle sorte que le lam-
 beau inférieur se trouve à la fois superposé au gneiss et adossé
 par sa tranche à une surface irrégulière de ce même gneiss,
 au-dessus duquel vient l'autre lambeau des mêmes couches.

— « En descendant d'Entraigues à Ville-Vallouise, avant
 « d'arriver au Villard, on voit un système de grès, d'argiles
 « schisteuses noires et de calcaires compactes gris, noirâtres, à
 « *nummulites*, s'appuyer contre le gneiss. Les strates de ce-
 « lui-ci plongent de 45 à 50° vers le sud-est. En suivant des
 « yeux les couches calcaires et arénacées dans la hauteur, il
 « semble qu'elles vont se terminer contre le gneiss, qui cou-
 « perait leur prolongement. »

§ 248. — Le terrain nummulitique paraît se prolonger vers
 le nord, à l'ouest de la vallée de Vallouise, toujours en contact
 immédiat avec les terrains cristallisés (1). Il est principale-

(1) Les parties figurées, dans cette position, sur notre carte, comme calcaires (J) ou comme grès à *anthracite* (Q), entre Vallouise et l'Alfroide, paraissent devoir être rapportées à ce prolongement du terrain nummulitique.

ment composé de schistes noirs et de grès, dont on trouve des lambeaux enclavés dans les replis du gneiss, jusqu'auprès de l'Alefroide et même beaucoup plus haut, sur les flancs du Pelvoux, sur la pente du glacier que l'on franchit pour passer à la Bérarde. Ces grès et schistes ont souvent une apparence charbonneuse et sont accompagnés de calcaires noirs dans lesquels on a essayé autrefois d'exploiter un gisement de *plombagine* de mauvaise qualité.

Le vallon de l'Échauda est creusé dans ce même terrain, dont l'épaisseur diminue à mesure qu'on remonte vers le nord : il est fortement redressé sur les flancs du massif du Pelvoux, et ses couches ont sensiblement la même inclinaison que les feuilletés du gneiss ou les divisions stratiformes du granite sur lesquelles elles s'appuient. Elles passent ainsi un peu à l'ouest du col de l'Échauda, sur la pente du contrefort granitique appelé la Montagnolle. Là, le groupe des grès tertiaires n'a guère qu'une centaine de mètres d'épaisseur ; on remarque à sa base, une assise d'environ 40 mètres d'un calcaire schisteux, d'un bleu noir, contenant de petites *nummulites* ; ce calcaire n'est séparé de la protogine que par une assise, d'épaisseur très-variable, de grès dur, feldspathique, prenant la structure d'*arkose*, qui semble se fondre insensiblement avec la protogine elle-même. Les couches inclinent de 45° vers l'est, et la protogine, sensiblement stratifiée, participe à la même inclinaison.

A l'est, du côté du col, les grès nummulitiques semblent recouverts régulièrement et parallèlement par une puissante série d'assises calcaires : d'abord une assise de cargneules jaunâtres et une masse de calcaire compacte formant la roche de Terre-Rouge, puis des calcaires schisteux, sur lesquels s'appuient, tout près du col, de nouveaux calcaires compacts contenant des *encrines* circulaires et pentagonales ; au col même, une assise puissante de cargneules et de *gypse*, dominée à l'est par une crête élevée, composée de calcaires gris

compactes, sableux, alternant avec des lits de grès à ciment calcaire. Tout cet ensemble de couches calcaires formant les deux côtés du col de l'Échauda, plonge encore de 45° vers l'est, comme les grès nummulitiques qu'ils semblent recouvrir régulièrement. A leur tour, ils semblent de même s'enfoncer régulièrement, à l'est, sous les grès quartzeux, les *grès à anthracite* et les schistes micacés du vallon de Fréjus. Malgré ces apparences d'une superposition normale, on ne saurait admettre que toute cette immense série de couches est réellement supérieure aux grès *nummulitiques* : les calcaires du col de l'Échauda font incontestablement partie de ce grand étage de calcaires compactes (J) du Briançonnais, de la Maurienne, etc., qui renferment, sur plusieurs points, des fossiles *jurassiques*. La position de ces calcaires, recouvrant, sous une inclinaison de 45°, les grès *nummulitiques*, est le résultat d'un *renversement*, qui a eu lieu, comme on le verra dans le chapitre suivant, sur une échelle immense, et qui est un des traits les plus étendus et les plus importants de la structure de cette partie des Alpes.

Du col de l'Échauda, les couches à *nummulites* se prolongent encore dans la direction du Casset, à la base des glaciers du Monestier; elles s'appuient toujours immédiatement sur le terrain primitif et participent à l'inclinaison régulière du gneiss en grandes assises planes de la montagne des Agniaux (carte de Bourcet; M. Élie de Beaumont, mémoire cité). D'autre part, au bord de la vallée du Monestier, elles sont flanquées de calcaires et de gypses très-bouleversés, prolongements de ceux du col de l'Échauda. Jusqu'à ces derniers temps, cette localité, au bas des glaciers du Monestier, était le point le plus avancé vers le nord jusqu'où l'on eût admis le prolongement du terrain *nummulitique* des Hautes-Alpes. Des documents récents, postérieurs à la publication de notre carte, indiquent, comme nous le verrons dans le chapitre suivant, que ce terrain continue encore au-delà, suivant

une bande étroite, qui va passer un peu à l'est de Saint-Jean-de-Maurienne; il y est représenté principalement par des grès et des schistes d'un aspect charbonneux, intercalés entre deux zones de calcaires jurassiques. Cette intercalation, en apparence régulière, a empêché de reconnaître l'âge véritable de ce système, jusqu'au jour où la découverte de *nummulites* dans une de ces assises, a permis de le caractériser rigoureusement et de démontrer en même temps, d'une manière incontestable, la réalité du *renversement* des terrains, dont la coupe du col de l'Échauda nous a présenté ci-dessus la première manifestation.

Fossiles du terrain nummulitique.

§ 249. — Les fossiles dont nous avons décrit ci-dessus les gisements à Faudon et au-dessus de Saint-Bonnet ont été l'objet de travaux paléontologiques très-importants. Les couches qui les renferment se trouvant tout à fait à la base du terrain *nummulitique* du Champsaur, la détermination de ces fossiles est une donnée essentielle pour établir la position de ce terrain dans la série tertiaire et pour le comparer soit avec les étages classiques du bassin de Paris, soit avec les autres dépôts *nummulitiques* des Alpes et des contrées voisines.

En 1834, M. Deshayes fit connaître une liste d'une trentaine d'espèces déterminées par lui, sur des exemplaires recueillis à Faudon et au-dessus des villages des Combes et de Chaillol, près Saint-Bonnet (1). Cette liste comprend dix-sept espèces de mollusques considérées par ce savant conchy-

(1) Publiée dans Ladoucette, *Histoire, topographie, etc., des Hautes-Alpes*, Paris, 1834, pag. 564 et pl. 13.

liologiste comme identiques avec des espèces connues dans les couches tertiaires du bassin de Paris :

1. *Dentalium substriatum*, Desh. — 2. *Conus stromboïdes*, Lam. — 3. *Fusus subcarinatus*, id. — 4. *F. Noæ*, id. — 5. *Cerithium plicatum*, Brug. — 6. *C. Bonelli*, Desh. — 7. *C. Cordieri*, id. — 8. *C. crenatulatum*, id. — 9. *C. semi-granulosum*, id. — 10. *Mitra cancellina*, Lam. — 11. *Pleurotoma lineolata*, id. — 12. *Melania costellata*, id. — 13. *Turritella imbricata*, id. — 14. *Natica mutabilis*, Desh. — 15. *N. labellata*, Lam. — 16. *N. intermedia*, Desh. — 17. *Cyrena cuneiformis*, Fér.

Sur ces dix-sept espèces, quatorze appartiennent au groupe du *calcaire grossier* ou à celui des *sables de Beauchamp*, deux subdivisions de l'étage *parisien* d'Alcide d'Orbigny; une, le *Cerithium plicatum*, s'y trouve aussi, mais rarement, et a son gisement principal dans les *sables de Fontainebleau* et autres dépôts contemporains (*miocène inférieur*; *salunien inférieur* d'Orbigny); enfin deux, les n^{os} 16 et 17, sont des types propres au groupe des *sables du Soissonnais* (*suessonien*, d'Orbigny); mais nous verrons plus loin que leur détermination peut être contestée.

La liste de M. Deshayes comprend ensuite un certain nombre de polypiers d'espèces nouvelles, dont il a figuré plusieurs :

18. *Astrea geometrica*, Desh. — 19. *A. brevissima*, id. — 20 et 21. *Astrea*, deux espèces indéterminées. — 22. *Turbinolia irregularis*, Desh. — 23. *T. brevis*, id. — 24. *T. tenuistriata*, id. — 25. *Caryophyllia*, indét. — 26. *Oculina*, indét. — 27. *Madrepora*, indét.

Enfin deux espèces de *nummulites*, dont une figurée pour la première fois, sous le nom de *Nummulites contorta*, Desh. (1).

(1) M. Deshayes cite encore une empreinte de poisson du genre *Zeus*, Linné, et un fragment de *Pentacrinus basaltiformis*, Mill.;

D'après l'examen de ces fossiles, M. Deshayes émit l'opinion que ces couches étaient *tertiaires* et contemporaines de celles du bassin de Paris, comme aussi de celles de Ronca (Vicentin), décrites en 1823 par Brongniart. En 1847, M. Ewald signala cette dernière analogie et cita, dans ces gisements des Hautes-Alpes, plusieurs fossiles du Vicentin : *Cerithium Castellini*, Brong.; *Bulla Fortusii*, id.; *Mactra sirena*, id.; *Mytilus corrugatus*, id.; *Cypricardia cyclo-pæa*, id., etc.

En 1850, M. d'Archiac, dans le t. III de l'*Histoire des progrès de la géologie*, donne le tableau complet de la faune nummulitique, et aux espèces citées dans les Hautes-Alpes, il ajoute : *Operculina ammonæa*, Leym.; *Trochocyathus Vandenneckeï*, Edw. et Ha.; *Cardium*, indét.; *Cypricardia*, indét.; *Ampullaria Vulcani*, Brong., et une grosse *naticæ*, voisine du *Natica ponderosa*, Grat. M. d'Archiac fait remarquer que cette faune diffère de celle des localités nummulitiques des Basses-Alpes et du comté de Nice. Les deux espèces de *nummulites* de Faudon ont été nommées définitivement par lui *Nummulites contorta*, Desh., et *Nummulites striata* (Brug. sp.), d'Orb. (d'Archiac et Haime, *monogr. des nummulites*, pag. 136 et 137, 1853).

La même année, Alc. d'Orbigny cite dans son *Prodrome de paléontologie*, soixante-deux espèces de Faudon et de Saint-Bonnet, qu'il rapporte toutes à son étage *parisien* et même presque toutes à la division inférieure A, c'est-à-dire au groupe du *calcaire grossier*. Mais sur ce nombre, il y aurait trente-trois espèces propres à ces gisements des Hautes-Alpes,

cette dernière espèce est du *lias* et se trouvait probablement mélangée par mégarde avec les fossiles nummulitiques; cependant Alc. d'Orbigny signale à Faudon, un *Pentacrinus* qu'il appelle *P. alpinus* et qu'il pense avoir été confondu à tort par M. Deshayes avec le *P. basaltiformis*.

et vingt-neuf communes avec le bassin de Paris, dont trois seulement du *parisien* B, ou groupe des *sables de Beauchamp*. En comparant cette liste avec celle de M. Deshayes, on y trouve, sur 17, 12 des espèces de mollusques de cette dernière : le *Turritella imbricata*, Lam., est remplacé par le *T. carinifera*, Desh., qui en est très-voisin, sinon une simple variété; le *Cerithium plicatum* et le *C. crenatulum* sont omis; enfin les nos 16 et 17, *Natica intermedia* et *Cyrena cuneiformis*, sont considérés comme déterminations erronées et remplacés par des noms d'espèces nouvelles.

Les autres espèces du bassin de Paris signalées par d'Orbigny dans les Hautes-Alpes, sont :

MOLLUSQUES : *Nerita granulosa*, Desh., Faudon, Saint-Bonnet. — *Trochus monilifer*, Lam., Faudon. — *Cypræa elegans*, Desf., Faudon. — *Mitra crebricosta*, Lam., ibid. — *Pleurotoma filosa*, id., Faudon, Saint-Bonnet. — *P. labiata*, Desh., mêmes localités. — *Fusus rugosus*, Lam., mêmes loc. — *Cerithium hexagonum*, Lam., mêmes loc. — *Venus turgidula*, Desh., mêmes loc. — *V. globulosa*, d'Orb., mêmes loc. — POLYPIERS : *Turbinolia sulcata*, Lam., Faudon. — *Areacis sphæroïdalis*, d'Orb., ibid. — *Prionastrea Ameliana*, d'Orb., ibid. — *P. bellula*, id., ibid. — *Holaræa pariensis*, id., ibid. — *H. micropora*, id., ibid.

L'omission du *Cerithium plicatum* dans la liste de d'Orbigny est d'autant plus remarquable que c'est, de beaucoup, la coquille la plus commune à Faudon et à Saint-Bonnet. Préoccupé d'une idée un peu exclusive sur la limitation des espèces dans chaque étage, d'Orbigny a passé sous silence ce cérithé, dont le gisement habituel est dans son *étage falunien* A; et l'on peut craindre que la même préoccupation l'ait empêché de saisir les rapprochements entre d'autres espèces de ce même niveau et divers fossiles de Faudon et de Saint-Bonnet, qu'il a dénommés comme *espèces nouvelles*, parce

qu'il ne trouvait pas leurs analogues dans l'étage *parisien*.

§ 250. — Le dernier travail sur les fossiles nummulitiques de nos gisements des Hautes-Alpes et des gisements analogues des Diablerets (Suisse) et de quelques localités de la Savoie, est le mémoire de MM. Hébert et Renevier, publié en 1854 dans le *Bulletin de la Société de statistique de l'Isère*, 2^e série, t. III, et en extrait dans le *Bulletin de la Société géologique de France*, 2^e série, t. XI, p. 589.

Le résultat capital de ce mémoire est d'établir qu'une fraction très-notable de la faune de ces localités, dix-huit espèces, dont onze très-abondantes, appartiennent à des types du terrain *tertiaire moyen* (*falunien*, d'Orb.) et y sont mélangées avec des espèces du terrain *tertiaire inférieur*, plus nombreuses, mais généralement moins abondantes.

Pour les gisements des Hautes-Alpes, le travail de MM. Hébert et Renevier a été fait sur des exemplaires recueillis par moi, en 1852. Il est fâcheux que ces fossiles n'aient pu être comparés avec ceux qui avaient servi aux déterminations antérieures de MM. Deshayes et d'Orbigny; car il est difficile de savoir jusqu'à quel point les différences des résultats tiennent à la différence réelle des espèces ou à l'incertitude que peut laisser la détermination de fossiles dont la conservation n'est pas toujours satisfaisante. Il est certain qu'il y a dans les listes de MM. Deshayes et d'Orbigny des espèces dont MM. Hébert et Renevier n'ont pas eu les analogues entre les mains; et réciproquement leur mémoire signale un assez grand nombre de types nouveaux, évidemment distincts de ceux des listes précédentes. Quoi qu'il en soit de ces divergences, les déterminations de toutes les espèces communes et par conséquent les plus importantes ont été faites, dans ce dernier travail, sur des exemplaires nombreux et avec des matériaux de comparaison sagement discutés, et elles doivent inspirer toute confiance: les incertitudes portant sur des

espèces rares ne nous paraissent pas devoir modifier les conclusions géologiques qui découlent de cet important mémoire.

Nous donnerons ici la liste des espèces de Faudon et de Saint-Bonnet déterminées par MM. Hébert et Renevier; celles qui sont communes avec le terrain *tertiaire inférieur* du bassin parisien sont désignées par *; celles qui appartiennent à l'étage inférieur du terrain *tertiaire moyen* (faluns de Gaas, près Dax, sables de Fontainebleau, etc.) sont désignées par **

MOLLUSQUES GASTÉROPODES.

** *Natica angustata*, Grat. -- Faudon et Saint-Bonnet, cc.; grande espèce appelée *N. vapincana* dans la liste de d'Orbigny, et probablement la même que *M. Deshayes* avait citée sous le nom de *N. intermedia*.

* *N. Studeri*, Brongn. (syn. *N. mutabilis*, Desh.; *N. Parisiensis*, d'Orb.). — Saint-Bonnet, cc.; Faudon, ar.

N. Picteti, Héb. et Ren. — Saint-Bonnet, rr. — Voisine de la *N. labellata*, Lam.

* *N. sigaretina*, Desh. — Saint-Bonnet, r.

N. Beaumonti, Héb. et Ren. — Saint-Bonnet, rr.

** *Deshayesia cochlearia*, (Brong. sp) Héb. et Ren. — Faudon et Saint-Bonnet, c.

* *Nerita tricarinata*, Lam. — Saint-Bonnet, ac.

* *Chemnitzia costellata*, d'Orb. — Faudon et Saint-Bonnet, ac.

* *Ch. lactea*, d'Orb. — Saint-Bonnet, rr.

** *Ch. semidecussata*, d'Orb. — Saint-Bonnet, r.

Rissoa Carolina, Héb. et Ren. — Saint-Bonnet, rr.

* *Turritella imbricata*, Lam. — Faudon et Saint-Bonnet, ac.

Trochus Deshayesi, Héb. et Ren. (*T. alpinus*, d'Orb.). — Saint-Bonnet, ar.

** *Cerithium plicatum*, Brug. — Faudon et Saint-Bonnet, ccc.

** *C. elegans*, Desh. — Faudon et Saint-Bonnet, cc.

** *C. trochleare*, Lam. — Faudon et Saint-Bonnet, rr.

C. Archiaci, Héb. et Ren. — Saint-Bonnet, ar.

C. Castellini, Brong. — Faudon et Saint-Bonnet, ac.

* *C. conulus*, Brug. — Faudon, r.

C. Loryi, Héb. et Ren. — Saint-Bonnet, rr. (voisin du *C. crenatulum*, Lam.)

** *C. gibberosum*, Grat. — Saint-Bonnet, r.

C. combustum, DeFr. — Saint-Bonnet, rr.

- * *C. Bonnardi*, Desh. — Saint-Bonnet, rr.
- * *Pleurotoma clavicularis*, Lam. — Faudon, ac.
- ** *Fusus polygonatus*, Brong. — Faudon, ar.
- * *Mitra plicatella*, Lam. — Faudon, rr.
- ** *M. submutica*, d'Orb. — Faudon, rr

MOLLUSQUES ACÉPHALES.

- Tellina Haimeï*, Héb. et Ren. — Saint-Bonnet, rr.
- ** *Cytherea incrassata*, Desh. — Saint-Bonnet, ar.
- C. Villanovæ*, Desh. — Saint-Bonnet, ar.
- Coralliophaga alpina*, Héb. et Ren. (*Venus alpina* et *V. Bonnetiana*, d'Orb., *Prod.*) — Saint-Bonnet, ar.
- ** *Cyrena convexa* (Brong. sp.), Héb. et Ren. — Saint-Bonnet, ccc.; correspond au *Maetra sirena* Brong., au *Cyrena cuneiformis* de la liste de M. Deshayes, aux *Cyclas Vapincana* et *C. Rouyana*, d'Orb.
- C. alpina* (d'Orb. sp.), Héb. et Ren. — Saint-Bonnet, ar.
- ** *Lucina globulosa*, Desh. — Saint-Bonnet, rr.
- * *Cardium granulosum*, Lam. — Faudon et Saint-Bonnet, cc.
- Pecten*, indéterminé. — Saint-Bonnet, rr.
- ** *Ostrea cyathula*, Lam. — Saint-Bonnet, r.
- Anomya*, indéterminé. — Saint-Bonnet, ar.

POLYPIERS.

- Astrocœnia contorta*, Edw. et Ha. — Faudon, ar.
- ** *Rhyzangia brevissima* (Desh. sp.), Edw. et Ha. — Faudon et Saint-Bonnet, ar.
- Trochoscœmia irregularis* (Desh. sp.), Edw. et Ha. — Faudon, ccc.
- * *Stylocœnia emarciata* (Lam. sp.), Edw. et Ha. — Saint-Bonnet, rr.
- Cladocora*, indéterminé. — Faudon, cc.
- Cyclolites alpina*, Edw. et Ha. — Saint-Bonnet et Faudon, r.
- Pachyseris Murchisoni*, Haim. — Saint-Bonnet, rr.
- Nummulites striata*, d'Orb. — Faudon, ccc.
- N. contorta*, Desh. — Faudon, ac.
- Operculina ammonæa*, Leym. — Faudon, ac.

§ 251. — Les conclusions que MM. Hébert et Renevier déduisent de leur travail peuvent se résumer ainsi :

Les gisements fossilifères de Faudon et de Saint-Bonnet, avec ceux d'Entrevernes et de Pernant, en Savoie, ceux des Diablerets et de la Cordaz (canton de Vaud), forment un même

horizon paléontologique, caractérisé par une série d'espèces communes très-abondantes. Cette faune paraît aussi avoir beaucoup de ressemblance avec celle de Ronca (Vicentin). Au contraire, elle diffère beaucoup de celle de Nice, avec laquelle elle n'a que neuf espèces communes; elle diffère encore plus de celles des Corbières et de Biarritz, qui n'ont chacune que trois espèces communes avec elle.

Le caractère particulier de cette faune consiste en ce qu'elle renferme un assez grand nombre d'espèces communes avec l'étage inférieur du terrain *tertiaire moyen*, et précisément autant (18 sur 62) que de communes avec le terrain *tertiaire inférieur* du bassin de Paris; on peut même ajouter que les espèces les plus abondantes sont, pour la plupart, de celles qui sont communes avec le terrain *tertiaire moyen* (*Cerithium plicatum*, *C. elegans*, *Natica angustata*, *Deshayesia cochlearia*, *Cyrena convexa*, etc.).

Ce mélange, dans les mêmes couches, des fossiles les plus caractéristiques de deux étages tertiaires est un fait sans exemple dans le nord de l'Europe; on ne l'observe pas non plus dans les faunes *nummulitiques* des Pyrénées, des Corbières, de Nice, qui n'ont de rapports qu'avec celle du terrain *tertiaire inférieur* de Paris. Ainsi nos couches fossilifères des Hautes-Alpes renferment des espèces *plus récentes* que celles des autres localités prises ordinairement pour types du terrain *nummulitique*, et ces espèces récentes y sont même les plus abondantes: il est donc naturel de regarder ces couches comme formant un horizon plus récent que les assises fossilifères de Nice, etc., et MM. Hébert et Renevier désignent le terrain auquel elles appartiennent par le nom de terrain *nummulitique supérieur*.

Le mélange, en nombre à peu près égal, de deux séries d'espèces, qui, dans le nord, sont si nettement séparées, prouve évidemment que les assises inférieures du terrain nummulitique des Hautes-Alpes ne peuvent être assimilées rigoureuse-

ment à aucune des subdivisions des terrains tertiaires du bassin parisien. Si les couches fossilifères de Nice et autres localités peuvent être rapportées à l'horizon du *calcaire grossier*, celles de Faudon, de Saint-Bonnet, etc., occuperont une place indéterminée, entre ce niveau, comme limite inférieure, et celui des *sables de Fontainebleau*, comme limite supérieure. Quant à l'énorme série des *grès à fucoïdes*, accompagnés d'*ardoises*, d'assises calcaires, etc., qui se succèdent dans toute l'épaisseur du massif d'Orcières, ces grès forment un groupe distinct et supérieur (§ 245), dont une partie pourrait bien être, dès lors, contemporaine des *sables de Fontainebleau*. Cela confirme la présomption que nous avons énoncée précédemment pour les *grès à fucoïdes* du Dévoluy (§ 194), en supposant que cette formation marine a pu, sur certains points, se lier sans discontinuité avec la formation de la *mollasse marine*. Mais dans la région qui fait l'objet du présent chapitre, le terrain *nummulitique* a été exhaussé et mis à sec, pendant que se produisaient, à l'ouest, les vastes affaissements qui ont formé le bassin de la *mollasse marine*; de sorte que ce dernier dépôt n'a recouvert nulle part nos massifs nummulitiques, qui ont depuis lors fait partie intégrante du bourrelet saillant des Alpes centrales.

N'existe-t-il, dans les Hautes-Alpes, aucune assise *nummulitique* inférieure à l'horizon des couches fossilifères de Faudon et de Saint-Bonnet? Il serait difficile de décider formellement cette question : cependant les détails stratigraphiques que nous avons donnés ci-dessus portent à croire que les couches à *nummulites* qui forment la base du terrain à Dormillouse et au-dessus de l'Argentière (§ 246) correspondent exactement aux couches à *nummulites* du massif de Chaillol et sont de la même époque. Mais il y a peut-être quelques dépôts plus anciens parmi les assises de grès et de schistes à *nummulites* qui sont si fortement redressées sur les flancs du Peloux et qui se lient, un peu plus au nord, à la zone nummuliti-

tique très-bouleversée du Goléon, des Aiguilles d'Arves et de la Maurienne, dont nous aurons l'occasion de parler dans le chapitre suivant. Les *nummulites* de l'Échauda me paraissent déjà différer de celles de Faudon et de Chaillol; et les *nummulites* qui ont été trouvées récemment en Maurienne, sous Montricher, entre Saint-Jean et Saint-Michel, indiquent très-probablement sur ce point, comme l'a fait remarquer M. d'Archiac, une assise inférieure à l'horizon fossilifère de Faudon et Saint-Bonnet. Mais l'existence de ces assises plus anciennes, qui manquent à la base du terrain nummulitique du Champsaur et de l'Embrunais, n'empêcherait pas, ce me semble, d'admettre l'unité du terrain *nummulitique* des Alpes françaises et la position de l'immense majorité de ses assises, c'est-à-dire des *grès à fucoïdes* avec les schistes et les calcaires qui leur sont associés, au-dessus de l'horizon tertiaire déjà assez récent des fossiles de Faudon et de Saint-Bonnet et des localités correspondantes de la Savoie et des Alpes suisses.

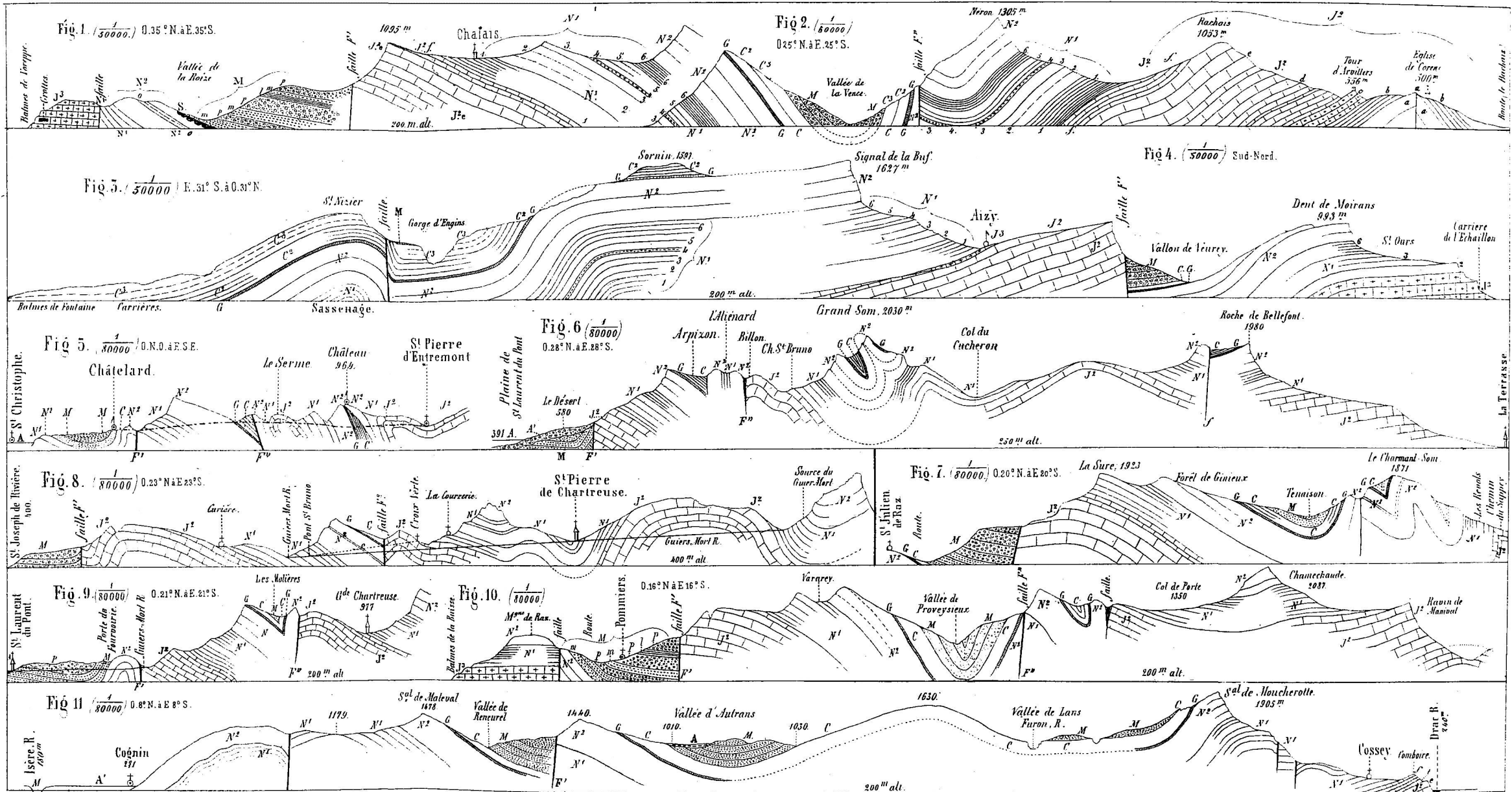
MATIÈRES EXPLOITABLES DU TERRAIN NUMMULITIQUE.

§ 252.—Les matières exploitables, dans le terrain nummulitique des Hautes-Alpes, sont principalement les *ardoises*. Nous avons indiqué le gisement de celles du Pont-du-Fossé (p. 479) dans les assises inférieures; mais il en existe d'autres, à différents niveaux, dans toutes les parties du terrain. Les ardoises de Châteauroux (p. 483) sont les plus estimées: elles sont faciles à fendre, minces, d'un grain fin, et durent près d'un siècle; mais elles sont dans une situation qui rend l'exploitation assez difficile. D'autres carrières d'ardoises d'assez bonne qualité se trouvent au Pont-du-Fossé, à Orcières, aux Orres, à Réotier, à Salce (au-dessus de l'Argentière), à Vallouise, etc. Ces ardoises valent mieux que l'immense majorité de celles qu'on tire du *lias* (§ 51); cependant elles contiennent toujours un peu de carbonate de chaux et du sulfure de fer qui est leur principe colorant; ce sulfure y est en général très-divisé et très-altérable: au contact de l'air, il se change rapidement en peroxyde hydraté, et l'ardoise passe du bleu noir à une teinte jaunâtre; ce changement de couleur, qui n'a pas lieu pour les ardoises du *lias*, est un caractère presque constant de celles du terrain *nummulitique*.

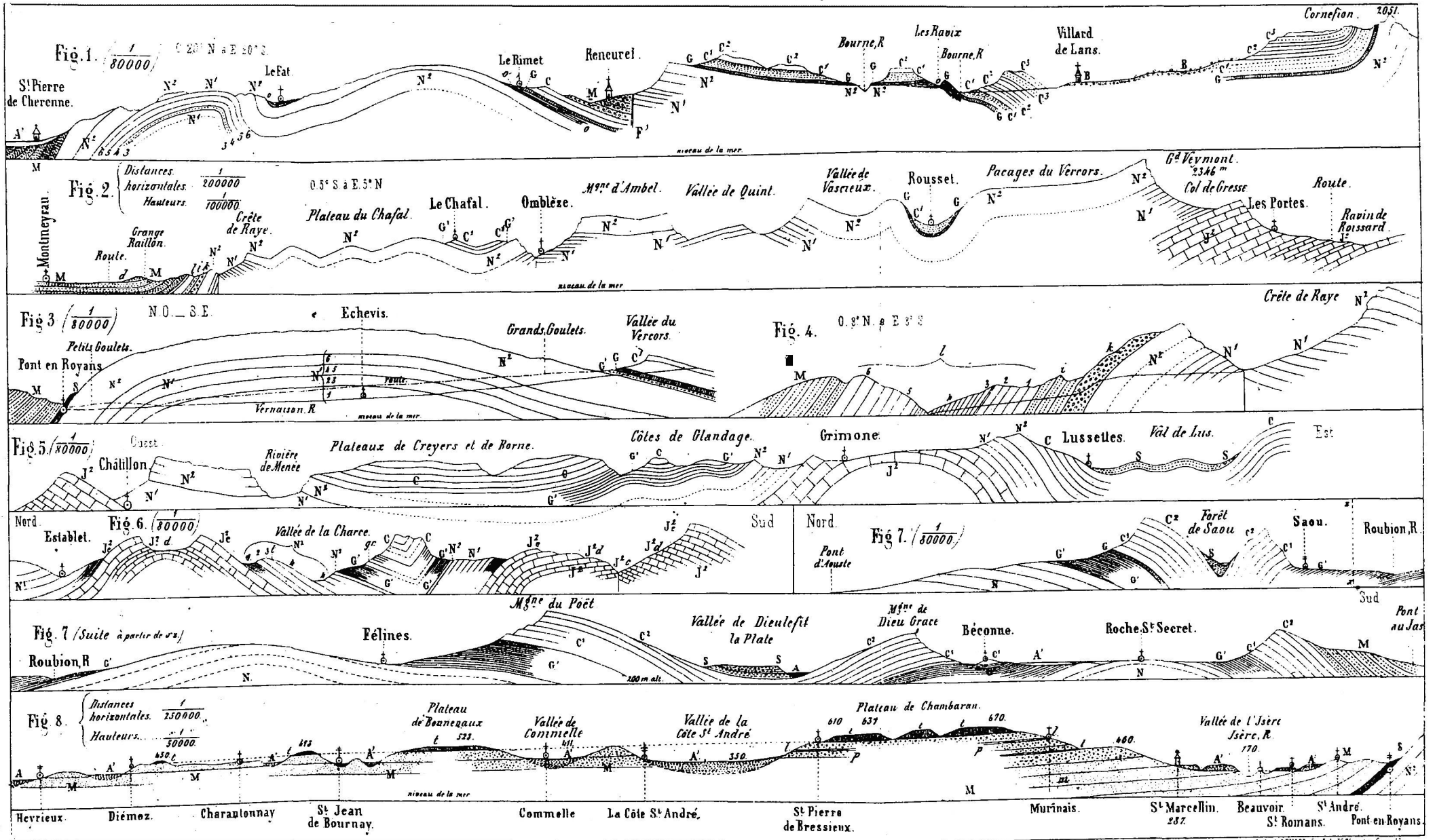
Les *grès nummulitiques* s'emploient comme pierres de construction, quelquefois pour faire des meules, etc. On en trouve d'un grain assez fin et serré, qui peuvent être utilisés comme pierres à aiguiser.

L'apparence charbonneuse que présentent souvent les *grès nummulitiques* et leur analogie d'aspect avec les *grès à anthracite* ont donné lieu à plusieurs recherches de combustibles qui n'ont eu que des résultats infructueux. Nous avons indiqué ci-dessus le gisement de charbon de Saint-Bonnet (p. 469), et les calcaires imprégnés de *plombagine* à Vallouise (p. 488); on peut y joindre quelques indices charbonneux dans les calcaires au-dessus de Vars et dans les grès, près du col de Chabrière, dans le haut du même vallon. Sans condamner absolument toute recherche à venir, on peut dire qu'il y a bien peu d'espoir de rencontrer jamais, dans le terrain nummulitique des Hautes-Alpes, un gîte de combustible réellement exploitable.





Lith. A. Girard Grenoble.



Lab. A. GENÈVE. Sur. de l'Y. Planet. à Grenoble.

DESCRIPTION GÉOLOGIQUE

DU

DAUPHINÉ.

DESCRIPTION GÉOLOGIQUE

DU

DAUPHINÉ

(ISÈRE, DROME, HAUTES-ALPES)

POUR SERVIR A L'EXPLICATION DE LA

CARTE GÉOLOGIQUE DE CETTE PROVINCE

PAR

CHARLES LORY

Professeur de géologie à la Faculté des sciences de Grenoble.

TROISIÈME PARTIE

AVEC LA CARTE GÉOLOGIQUE DU BRIANÇONNAIS

PARIS

F. SAVY, LIBRAIRE DE LA SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DE FRANCE
Rue Bonaparte, n° 20.

GRENOBLE

MAISONVILLE ET FILS ET JOURDAN || PRUDHOMME, GIROUD ET COMP^{te}
Libraires, rue du Quai, 8. || Libraires, rue Lafayette, 14.

Janvier 1864.

GRENOBLE. — MAISONVILLE ET FILS,
imprimeurs-libraires, rue du Quai, 8.

CHAPITRE VI.

RÉGION DES CHAINES INTÉRIEURES :

BRIANÇONNAIS.

§ 253. — Pour compléter l'étude des Alpes du Dauphiné, il nous reste à décrire une région située à l'est de celle des chaînes centrales et comprenant, à peu près en totalité, l'arrondissement de Briançon et le canton de Guillestre.

Les terrains qui forment cette partie du Dauphiné et qui se prolongent dans les parties adjacentes des Basses-Alpes et du Piémont, et surtout en Savoie, dans la Maurienne et la Tarentaise, ont donné lieu, depuis le commencement de ce siècle, à de nombreuses observations et à de longues discussions, auxquelles ont pris part les géologues les plus éminents. Des idées très-diverses ont été émises sur le classement de ces terrains ; et la difficulté était d'autant plus grave que l'opinion qui paraissait avoir pour elle les observations les plus nombreuses et les faits les plus précis, l'opinion formulée par M. Élie de Beaumont et adoptée, jusqu'à ces dernières années,

par la plupart des géologues qui ont étudié spécialement cette partie des Alpes, tendait à mettre en question la généralité d'une des lois fondamentales de la géologie, celle de la répartition des fossiles caractéristiques dans la série des formations.

Le caractère spécial de la constitution géologique de cette région consiste dans le développement qu'y présentent de grandes masses de *grès* (q) de diverses structures, et particulièrement les *grès à anthracite*, contenant les couches d'*anthracite* friable, exploitées sur un grand nombre de points du Briançonnais, de la Maurienne et de la Tarantaise, et dans l'association de ces grès avec des calcaires compactes (j), des *schistes argilo-calcaires* (L), des *schistes lustrés calcaréotalqueux* (L^m), qui semblent, au premier coup d'œil, s'enchevêtrer intimement avec les grès et alterner avec eux, par étages, à plusieurs reprises.

Ces terrains sont compris entre deux larges zones de *terrains cristallisés* dits *primitifs* : l'une, à l'ouest, composée des divers massifs granitiques des chaînes centrales, depuis le Mont-Blanc jusqu'au Pelvoux ; l'autre, à l'est, bordant immédiatement les plaines du Piémont. Les couches de la région intermédiaire qui nous occupe se redressent vers l'ouest et vers l'est, en s'appuyant sur ces saillies des roches primitives ; elles semblent, au premier coup d'œil, se coordonner généralement à cette double inclinaison et affecter une disposition en *fond de bateau*, en plis concaves emboîtés les uns dans les autres. Si leur disposition était, en réalité, aussi simple, il faudrait considérer comme les plus anciennes de ces couches celles qui s'appuient, à l'est et à l'ouest, sur les deux zones de roches *primitives*, et comme de moins en moins anciennes celles que l'on rencontre à mesure que l'on s'éloigne de ces limites latérales, pour se rapprocher du milieu du pli concave intermédiaire. Les premières seraient alors, du côté de l'ouest, les schistes argilo-calcaires à bélemnites du *lias*, qui reposent, à La Grave, sur les terrains primitifs (§ 53), et les dernières,

les plus récentes, seraient les assises de *grès à anthracite* horizontales ou plissées en fond de bateau, qui forment les massifs du Chardonnet et du Mont-Thabor, et qui sont traversées par la vallée de la Guisane, entre le Monestier et Briançon, par celle de l'Arc, entre Saint-Michel et Modane.

Telle est, en résumé, la manière dont la structure de cette partie des Alpes a été interprétée par M. Élie de Beaumont et par MM. Sismonda, Fournet, Sc. Gras, Rozet et plusieurs autres géologues. Ils ont admis, dès lors, que toutes les masses de *grès*, de *calcaires* et de *schistes* qu'on y rencontre, formaient des assises alternantes dans une seule et même série régulière, un seul et même terrain. Or, dans les *grès à anthracite*, on trouve des empreintes de plantes qui se rapportent à des types de genres et d'espèces caractéristiques du *terrain houiller*; dans les calcaires compactes et les schistes argilo-calcaires, on trouve des bélemnites, des ammonites et autres fossiles caractéristiques du *lias*. Ces fossiles marins et ces empreintes végétales, qui appartiennent partout ailleurs à des périodes géologiques si distinctes et si éloignées l'une de l'autre, semblaient ici se rencontrer dans les assises alternantes d'une même grande formation. D'après cela, MM. Élie de Beaumont, Sismonda, Fournet et autres, ont classé tout l'ensemble de ces couches dans les terrains *jurassiques* et ont admis que les plantes caractéristiques du terrain *houiller* avaient existé exceptionnellement, dans cette région, en même temps que les ammonites et les bélemnites du *lias*.

Cette association exceptionnelle de fossiles appartenant à des périodes si différentes, quoi qu'on ait pu dire pour l'atténuer ou lui trouver des analogues, serait unique dans la science. Aussi beaucoup de géologues et, parmi eux, plusieurs dont les noms font autorité, ont pensé que cette exception *ne pouvait pas exister*; que les *grès à empreintes végétales houillères* devaient être du terrain *houiller*, les calcaires à bélemnites et ammonites devaient appartenir réellement au *lias*;

que les enchevêtrements et les alternances apparentes de ces deux ordres de couches *devaient pouvoir s'expliquer* par des *replis*, des *renversements*, des *failles*, en un mot, par des dislocations et bouleversements plus ou moins compliqués. Cette opinion est devenue de plus en plus probable, à mesure que les lois de la distribution des fossiles ont été reconnues plus constantes et plus générales. Mais, d'autre part, la *stratigraphie* semblait donner raison à l'opinion de M. Élie de Beaumont, et ce n'est que par des observations très-précises et très-multipliées, en Savoie et en Dauphiné, qu'on est parvenu, dans ces dernières années, à rétablir les faits dans leur véritable jour; à démontrer que la *stratigraphie*, étudiée attentivement dans tous ses détails, conduisait à reconnaître la réalité des bouleversements qui ont interverti l'ordre *normal* de superposition des divers groupes de couches, et qu'en tenant compte de ces bouleversements, elle se trouve parfaitement d'accord avec les indications des fossiles. Cette démonstration a été singulièrement facilitée, en dernier lieu, par la découverte de nouveaux gisements de fossiles dans les couches bouleversées de la Maurienne, et elle a reçu une consécration éclatante par les explorations de la Société géologique de France, en septembre 1864, dans la Maurienne et le Briançonnais.

Il n'entre point dans le plan de cet ouvrage de revenir sur cette discussion, qui a duré plus de trente ans et qui restera comme un des faits les plus intéressants de l'histoire de la science. Parmi les géologues qui ont étudié les Alpes de la Savoie et du Dauphiné, en dehors de l'opinion de M. Élie de Beaumont, il n'en est pas *un seul* qui n'ait varié plusieurs fois de sentiment au sujet des *grès à anthracite*. Depuis 1857, j'ai essayé d'apporter ma coopération à la solution de cette question controversée; cherchant le vrai sans théorie préconçue, j'ai reçu successivement de l'étude des faits des impressions diverses qui, tout en me laissant toujours beaucoup de

doutes, me rapprochaient alternativement de l'une ou de l'autre des opinions émises jusqu'ici. C'est au milieu de ces hésitations que j'ai tracé la partie de ma *Carte géologique du Dauphiné* qui se rapporte au Briançonnais. Les divisions que j'y ai figurées ne sont et ne pouvaient être que des divisions provisoires, fondées sur les caractères minéralogiques les plus apparents et non sur des rapports géologiques qui paraissaient enveloppés d'une grande incertitude.

A ce point de vue purement minéralogique, j'avais classé les *roches* du Briançonnais en trois catégories principales, désignées sur la carte par trois teintes particulières Q, J et L^m. Je vais indiquer brièvement leurs caractères et les divisions géologiques auxquelles je crois pouvoir les rapporter aujourd'hui.

§ 254. — **Grès du Briançonnais.** — Sous une teinte commune Q, *grès à anthracite et quartzites du Briançonnais*, j'ai désigné différents groupes composés essentiellement de *grès*, qui avaient été jusque-là confondus ensemble, et qui semblaient liés, par des alternances multipliées, avec les calcaires dont nous parlerons plus loin. En réalité, ces grès appartiennent à trois formations très-distinctes, que nous pouvons, dès à présent, caractériser en quelques mots.

1° Les *grès à anthracite* sont des grès plus ou moins charbonneux, sans mélange de couches calcaires ni de couches d'ardoise, et contenant des couches d'*anthracite* exploitées sur un grand nombre de points du Briançonnais, de la Maurienne et de la Tarantaise. Ils ont exactement les mêmes caractères minéralogiques que ceux de La Mure et de l'Oisans (§ 34), c'est-à-dire les caractères ordinaires des *grès hcuillers*. On y trouve, dans le voisinage des couches d'*anthracite*, de nombreuses empreintes de plantes qui appartiennent toutes à des types caractéristiques du *terrain houiller*. C'est aussi au

terrain houiller que nous rapportons aujourd'hui ces grès, sans aucune hésitation. Les détails dans lesquels nous entrerons plus loin prouveront que c'est à tort qu'on les a représentés comme alternant régulièrement avec les autres groupes, et particulièrement avec les calcaires; dans les conditions normales de superposition, ils sont *inférieurs* et *antérieurs* à tous ceux que nous allons énumérer.

2° Les grès purement quartzeux, désignés ordinairement sous le nom de *quartzites*, sont *blancs* ou *bigarrés* de teintes rouges ou vertes; ces couleurs variées sont surtout très-prononcées dans les grès grossiers, ou *poudingues quartzeux bigarrés*, que l'on trouve souvent à la base de ce groupe, et qui ont un grand développement à l'Argentière, dans le haut de la vallée de Névache, etc. Les grès fins sont habituellement blancs ou de nuances pâles. Ces roches sont composées de grains de quartz reliés par un ciment siliceux: tantôt ce ciment est peu abondant et les grains quartzeux sont bien distincts, les grès sont assez tendres, comme au pont de Presles, sur la Durance; d'autres fois, les grains, fortement cimentés, tendent à se confondre en une masse quartzeuse grenue; c'est dans ce dernier cas seulement que les roches dont nous parlons méritent la dénomination de *quartzites*, souvent appliquée à l'ensemble du groupe.

Les *poudingues bigarrés* sont formés surtout de graviers de *quartz*, mêlés de fragments de *jaspe* rouge, de schistes argileux, de schistes cristallins et même de calcaire grenu; ces débris sont roulés et dépassent rarement le volume d'une noix; ils sont réunis par une pâte argileuse, généralement rougeâtre.

Ces grès blancs ou bigarrés reproduisent, sur une échelle beaucoup plus grande, les caractères minéralogiques que nous avons signalés dans les *grès d'Allevard* (§§ 46 à 49); de même que ceux-ci, ils me paraissent pouvoir être rapportés au système du *trias*.

Les grès à anthracite et les grès blancs ou bigarrés, dits quartzites, s'accompagnent presque constamment, dans tout le Briançonnais. Quand l'ordre de superposition n'a pas été interverti par les bouleversements, les grès à anthracite sont recouverts régulièrement, en stratification sensiblement parallèle, par les grès blancs ou bigarrés. Mais le dépôt de ceux-ci s'est étendu au-delà des limites de celui des grès à anthracite, et ils reposent quelquefois immédiatement sur les terrains cristallisés dits primitifs (voir § 282); c'est ce qui arrive plus généralement sur le versant piémontais, au Mont-Cenis, etc.

3° La même teinte σ , sous laquelle nous avons compris provisoirement les deux systèmes de grès que nous venons de définir, a été encore appliquée, sur notre carte, dans les hautes montagnes qui forment la limite du Dauphiné et de la Savoie, au nord-est de la Grave (Aiguilles d'Arves, crêtes de Goléon et des Trois-Évêchés), à un autre groupe de couches formées aussi principalement de grès, souvent un peu charbonneux, mais dans lesquels on n'a rencontré ni couches d'anthracite, ni empreintes végétales analogues à celles du terrain houiller. Ces grès alternent avec des assises de schistes ardoisiers argileux ou argilo-calcaires; ils sont bien distincts des grès à anthracite, avec lesquels la plupart des géologues les réunissaient jusqu'ici en un même terrain. Ils sont évidemment superposés au lias schisteux de La Grave, et cette superposition continue jusqu'au-delà de Saint-Jean de Maurienne. Mais des bouleversements très-compliqués tendaient à induire en erreur sur leur vraie place dans la série géologique et à les faire considérer comme inférieurs à d'autres assises calcaires contenant aussi des fossiles du lias. Des fossiles découverts en Maurienne, postérieurement à la publication de notre carte, ont montré, comme nous le verrons plus loin (§ 272), qu'ils devaient être rapportés au terrain nummulitique. Dès lors, ils devraient être représentés sur la carte par la teinte ϵ , et la teinte σ ne

s'appliquerait plus, partout ailleurs, qu'à l'ensemble des deux autres groupes, celui des *grès à anthracite* ou *grès houillers* et celui des *grès blancs ou bigarrés*, passant aux *quartzites*, que nous rapportons au *trias*.

§ 255. — **Calcaires du Briançonnais** (teinte J), — Les calcaires que nous avons désignés provisoirement sous ce nom sont généralement compactes, grisâtres, souvent magnésiens; les roches sur lesquelles sont bâtis la ville et les forts de Briançon présentent le type ordinaire de la structure de ces calcaires. Ils diffèrent des schistes argilo-calcaires du *lias*, tels que ceux de La Grave (§ 53), par leur structure massive et non feuilletée.

Les fossiles y sont extrêmement rares, et nous n'en connaissons même, dans le Briançonnais, aucun gisement renfermant des espèces déterminables. Mais on peut suivre sans interruption le prolongement de ces calcaires, depuis les environs de Guillestre jusqu'au Monestier de Briançon, et de là, par les cîmes du Galibier et par Valloires, jusqu'auprès de Saint-Michel en Maurienne. On voit ainsi qu'ils se continuent avec les calcaires compactes semblables que l'Arc traverse dans le défilé appelé le *Pas du Roc*, en aval de Saint-Michel, et qui s'élèvent, au nord de cette rivière, jusqu'au sommet du Perron des Encombres.

Les gisements de fossiles découverts dans ces dernières localités démontrent que les calcaires compactes dont il s'agit appartiennent au système du *lias* et qu'ils comprennent même les couches les plus inférieures de ce système, les couches de l'*infra-lias*, avec *Avicula contorta* Portl. et plusieurs autres fossiles caractéristiques. Il doit donc en être de même des *calcaires du Briançonnais*, et les indices de fossiles mal conservés qui y ont été trouvés jusqu'ici s'accordent parfaitement avec cette conclusion (voir § 284 et 285).

Cependant nous ne voudrions pas affirmer, d'une manière

absolue, que toutes les couches calcaires du Briançonnais, sans exception, appartiennent au système du *lias*. Il faut faire abstraction, d'abord, des calcaires subordonnés aux *grès nummulitiques* et dépendant de la même formation que ces grès. D'autre part, on rencontre, dans la Haute-Maurienne, particulièrement au fort de l'Esseillon, près Modane, des calcaires magnésiens qui ont à peu près le même aspect, mais qui appartiennent à un groupe inférieur et dépendent, très-probablement, du *trias*. Ces calcaires *triasiques* paraissent prendre un développement très-considérable dans la Haute-Tarantaise, et ils représentent probablement une partie des grandes assises dolomitiques du *trias* des Alpes lombardes. Il n'est pas impossible que l'on rencontre, dans le Briançonnais, des couches calcaires qui correspondent à ces calcaires magnésiens *triasiques*. Toutefois, ce ne pourraient être que des affleurements peu étendus, sur les relations stratigraphiques desquels il est permis de conserver des doutes; nos coupes montreront que toutes les masses importantes des *calcaires du Briançonnais* appartiennent à une seule et même grande formation, continuation directe de celle du massif des Encombres, qui renferme, à sa base, les fossiles caractéristiques de l'*infra-lias*, et plus haut des espèces du *lias moyen* et du *lias supérieur*.

Ce que nous pouvons d'ailleurs affirmer en toute certitude, comme conséquence générale de nos études sur ce pays, c'est que tous les *calcaires du Briançonnais*, compris sous la teinte **J**, sont *plus récents* que les *grès à anthracite* et même que les *grès quartzeux blancs ou bigarrés*, dits *quartzites*. Ce n'est que par suite de *failles*, de *replis* ou de *renversements* que ces calcaires paraissent souvent inférieurs à ces mêmes grès, ou alterner avec eux en plusieurs étages. Une étude attentive de la stratigraphie, traduite en coupes *rigoureuses*, comme celles que nous donnons pl. IV, permet toujours de reconnaître ces bouleversements et de rétablir le véritable ordre de superposition régulière des divers groupes.

§ 256. — **Gypses et cargnieules.** — On trouve, sur un grand nombre de points du Briançonnais, des masses de *gypse* généralement blanc, quelquefois gris ou rougeâtre, passant quelquefois à l'*anhydrite*, comme les gypses de Vizille et d'Allevard. Comme ces derniers, les gypses du Briançonnais présentent généralement une stratification confuse et sont accompagnés de calcaires magnésiens cellulux jaunâtres, quelquefois gris ou rougeâtres, désignés sous le nom de *cargnieules*. Ces cargnieules alternent avec le gypse et s'enchevêtrent souvent avec lui par masses irrégulières; ils sont surtout développés au toit du gypse et y sont accompagnés quelquefois de schistes argileux verts, rouges ou violacés.

Ces affleurements de gypses et de cargnieules, que l'on distingue de loin par la teinte blanche des gypses et la teinte jaunâtre des cargnieules, et aussi par l'état éboulé du terrain, se montrent souvent sur de grandes étendues et des épaisseurs de plusieurs centaines de mètres. Dans toutes les localités où les couches sont horizontales ou peu dérangées de leur position normale, ils sont placés à la base des grandes masses des *calcaires du Briançonnais* et leur sont évidemment inférieurs. Dans les conditions de superposition normale, ils sont constamment supérieurs aux *grès blancs ou bigarrés*, dits *quartzites*; ils occupent ainsi une situation tout à fait analogue à celle des gypses d'Allevard, entre les *grès quartzeux blancs ou bigarrés*, probablement *triasiques*, et les calcaires du système du *lias*.

Jusqu'à ces derniers temps, on a considéré ces gypses comme une dépendance des calcaires du *lias*, au milieu desquels ils affleurent dans des déchirements souvent peu étendus. Mais une observation attentive a montré que les couches calcaires les plus rapprochées des gypses étaient les plus inférieures, et qu'elles contenaient même, dans plusieurs localités, les fossiles caractéristiques de l'*infra-lias*. Les gypses ne sont

donc point intercalés dans les calcaires liasiques ; ils ne sont point, comme on s'est plu longtemps à le répéter sans preuves sérieuses, le résultat d'une altération locale et accidentelle de ces calcaires ; ils appartiennent à une formation *inférieure* et *distincte* et sont dans les mêmes conditions de gisement que les gypses des *marnes irisées* dans l'est de la France, c'est-à-dire qu'ils appartiennent à la partie supérieure du *trias*.

Cette classification des gypses précédemment rapportés au *lias* est aujourd'hui démontrée d'une manière incontestable pour toutes les localités où l'on a constaté l'existence des assises liasiques les plus inférieures, de l'*infra-lias*, caractérisé particulièrement par l'*Avicula contorta*. Or, c'est ce qui a été reconnu sur toute la longueur des Alpes savoisiennes, depuis le lac Léman jusqu'à Saint-Michel en Maurienne. A la base des calcaires compactes du *lias*, dont les *calcaires du Briançonnais* sont le prolongement incontestable, on trouve une petite assise de calcaires, en couches plus minces, généralement noirs ou un peu rougeâtres, contenant une grande variété de petites coquilles, parmi lesquelles la plus constante est l'*Avicula contorta*. Ces coquilles sont souvent assez abondantes pour donner à la roche l'aspect d'une lumachelle ; mais elles sont très-fortement empâtées et ne se distinguent, en général, que dans la cassure fraîche. Immédiatement au-dessous de cette assise fossilifère vient un groupe de *dolomies* souvent accompagnées de *schistes bariolés*, rouges ou verts, qui forment le toit du *gypse* et se lient intimement avec lui. — La même situation des gypses au-dessous de l'*infra-lias* à *Avicula contorta* a été constatée aux environs de Digne, par M. Hébert. Enfin, j'ai récemment reconnu l'existence du même horizon de fossiles au-dessus des gypses et des dolomies de Champ ; la coupe que nous avons décrite § 60 (pl. I, fig. 5) prouvait déjà que ces gypses étaient inférieurs à toutes les couches du *lias* de cette localité ; la découverte de l'*infra-lias* à la base de celles-ci

vient établir que les gypses sont réellement inférieurs à tout le système du *lias* et qu'ils doivent être rapportés au *trias*. La même classification doit s'étendre aux gypses de Vizille, d'Allevard, etc., et peut-être à tous ceux de l'Isère et des Hautes-Alpes. Cependant, pour quelques-uns de ces derniers et pour les gypses des environs de Nyons (§ 438), il convient de ne pas généraliser trop vite cette conclusion.

§ 257. — **Schistes lustrés calcaréo-talqueux du Queyras et des vallées piémontaises** (teinte L^m). — Le massif principal formé par les calcaires compactes du Briançonnais s'étend, du nord au sud, de Névache à Ceillac : il se prolonge, de part et d'autre, dans la Maurienne et dans le haut de la vallée de Barcelonnette. Du côté de l'est, ce massif calcaire se termine par une ligne continue d'escarpements à la base desquels on le voit reposer sur les schistes dont il nous reste à parler.

Dans les limites de notre carte, ou dans leur voisinage, ces schistes constituent la vallée de Bardonnèche (Piémont), celle de la Doire, entre Oulx et Cézanne (id.), le vallon du Bourget, en amont de Cervières, tout le bassin du Queyras en amont du Château, le haut de la vallée de Maurin (Basses-Alpes), les crêtes qui entourent le Mont-Viso et les vallons qui en descendent sur le versant piémontais. Au nord, ils s'étendent, avec un développement non moins considérable, dans le massif du Mont-Cenis et dans les parties les plus élevées de la Maurienne et de la Tarantaise, près des sources de l'Arc et de l'Isère.

Ces schistes sont à feuillets lustrés, plus ou moins onctueux, presque toujours gris-de-fer; ils ressemblent, au premier coup-d'œil, à certains schistes talqueux ou micacés des terrains cristallins *primitifs*; cependant ils sont généralement plus tendres, moins tenaces, et ils s'en distinguent surtout par la présence presque constante du *carbonate de chaux*. Ils

font presque toujours effervescence avec les acides, et la proportion du carbonate de chaux, souvent allié à du carbonate de magnésie et à un peu de carbonate de fer, y varie depuis de simples traces jusqu'à former la plus grande partie de la masse. La roche devient moins feuilletée à mesure qu'elle est plus calcaire. On trouve même souvent, intercalées dans ces schistes, des couches ou de petites assises de calcaires plus ou moins cristallins, ordinairement pénétrés des mêmes lamelles onctueuses, nacrées, qui donnent aux feuilletés des schistes leur aspect lustré caractéristique.

Cet aspect lustré et la ressemblance de ces roches avec les *micaschistes* ou les *schistes talqueux* des terrains primitifs proviennent, d'ailleurs, beaucoup plus de leur structure physique, du laminage qu'elles ont subi sous l'influence de très-fortes pressions, que d'une composition minéralogique bien définie. Abstraction faite des carbonates, la chaux et la magnésie n'entrent que pour une très-faible proportion dans la composition de ces schistes, tandis que la silice, l'alumine et le protoxyde de fer en sont les éléments les plus abondants. Il suit de là que les silicates magnésiens, tels que le *talc*, la *serpentine*, etc., ne s'y trouvent pas ou ne s'y trouvent qu'en minime quantité; et les enduits lustrés onctueux des feuilletés de ces schistes ne sont, probablement, dans bien des cas, que le résultat du *satinage* mécanique d'une espèce d'argile.

On peut donc considérer ces roches comme des schistes argileux ou argilo-calcaires qui ont pris une structure feuilletée et dont les éléments chimiques se sont groupés partiellement en combinaisons cristallines. On les regardait jusqu'ici comme résultant de la modification des schistes argilo-calcaires du *lias* L, et c'est l'idée que rappelle, sur notre carte, le signe L^m (*lias modifié* ou *métamorphique*) employé pour les désigner (§ 3, p. 20). Mais des observations récentes me portent à penser qu'ils doivent former un étage distinct, compris entre le groupe des *grès bigarrés* et *quartzites*, qui leur est

inférieur, et les *calcaires du Briançonnais*, avec fossiles du *lias*, qui leur sont supérieurs. Ils me paraissent intimement associés à de nombreux gisements de *gypse*, placés les uns au-dessus, d'autres au-dessous, d'autres, enfin, dans l'épaisseur même de cet immense étage de schistes.

Je considère donc les *schistes lustrés calcaréo-talqueux* du Queyras, de Bardonnèche, du Mont-Cenis, etc., comme un facies alpin de certaines assises argileuses du *trias*, correspondant principalement à la partie supérieure de ce système. Ils constituent un groupe très-homogène, dont l'épaisseur totale est de plusieurs milliers de mètres, dans ces localités et toutes celles que nous avons citées plus haut.

Aux environs de Modane, au Mont-Cenis, à Oulx, etc., on trouve, à la base de ce groupe, des masses plus ou moins considérables de *gypse* et des *calcaires magnésiens*, entre autres ceux du fort de l'Esseillon; puis, viennent des *quartzites*; et le tout, constituant l'ensemble du système du *trias*, repose sur les *grès houillers* ou sur les *terrains cristallins primitifs*.

Du côté de l'est, aux environs du Mont-Viso et sur le versant italien, les *schistes calcaréo-talqueux* reposent souvent immédiatement sur les *terrains cristallisés* dits *primitifs*, dont il n'est pas toujours facile de les séparer (1). Ceux-ci

(1) L'aspect de *schistes lustrés* ressemblant aux *schistes talqueux* des terrains primitifs peut se rencontrer, d'ailleurs, dans divers étages du *trias* alpin, depuis sa base jusqu'à sa partie supérieure. Nous avons déjà signalé cette structure dans des schistes associés aux *grès d'Allevard* et alternant avec eux (§ 48). A l'Echaillon, près Saint-Jean-de-Maurienne, les roches granitiques sont immédiatement recouvertes par une puissante série de schistes lustrés plus ou moins cristallins, alternant avec de petites assises de calcaires magnésiens, d'ardoises et de grès, et couronnés par des grès quartzeux blancs ou jaunâtres: ce n'est qu'au-dessus de cette série, épaisse de plusieurs centaines de mètres, que viennent les *gypses*, les *carnieules* et les

forment une large zone de montagnes, qui borde immédiatement les plaines du Piémont, et que l'on pourrait appeler la *région granitique du versant piémontais*.

§ 258. — **Roches éruptives.** — Aux divers groupes de couches que nous venons de caractériser dans ce qui précède, il faut ajouter, dans la constitution du sol du Briançonnais, des affleurements peu étendus, mais nombreux, de roches éruptives, ou considérées comme telles, qui s'y montrent intercalées :

1° Quelques affleurements de *spilites* (teinte V), épanchées à travers le *lias schisteux* (Villard-d'Arène, vallon de l'Alp, etc.) ;

2° Des *euphotides*, passant aux *variolites de la Durance* et à de grandes masses de *serpentes* (teinte O) ; elles se sont épanchées dans les *schistes calcaréo-talqueux*, ou entre ces schistes et les *calcaires du Briançonnais* (Mont-Genève et divers points du Queyras, jusqu'au Mont-Viso) ;

3° Des *porphyres dioritiques* (teinte π), à pâte verte, feldspathique contenant des cristaux d'*amphibole* : ils se montrent en filons transversaux ou en filons-couches dans les *grès houillers*, au Chardonnet, au Puy-Saint-André et à Presles.

schistes bariolés, rouges ou verts (Voir *Bull. de la Soc. géol.*, réunion extraordinaire, en septembre 1861.) En montant au col Iseran, on rencontre, immédiatement au-dessus du granite de Bonneval, des séries analogues encore plus épaisses, au-dessus desquelles viennent des *quartzites*, des *calcaires magnésiens*, des *gypses*, etc., continuant le système *triasique*. Ainsi, dans l'immense développement que prennent les *schistes lustrés calcaréo-talqueux* sur le versant piémontais, autour du Mont-Viso, etc., ces schistes peuvent représenter plusieurs étages du *trias* confondus en une série homogène ; tandis qu'aux environs de Modane, au Petit-Mont-Cenis, etc., ils ne forment que le groupe supérieur du *trias* de ces localités.

En dehors du massif de Pelvoux, les *terrains cristallisés* dits *primitifs* ne paraissent que sur très-peu de points : nous y rapportons, avec M. Elie de Beaumont, les schistes micacés du col de Fréjus, à l'O. de Briançon ; un petit affleurement au Plan de Phazy ; et enfin une partie des roches du Mont-Viso (1).

§ 259. — Cet exposé sommaire suffit pour indiquer que nous croyons pouvoir classer les terrains du Briançonnais, conformément aux lois générales de la répartition des fossiles et à la série classique des terrains, universellement reconnue dans l'Europe occidentale.

Les *grès à anthracite* sont, sans contredit, le groupe le plus constant dans son aspect, le mieux caractérisé par ses fossiles, et nous n'hésitons pas à le prendre pour horizon fondamental et à le rapporter au *terrain houiller*. Dans le Briançonnais, on ne voit affleurer nulle part la base de ce groupe. Mais, en Maurienne, entre Saint-André et Modane, et sur divers points de la Haute-Tarantaise, on voit ces mêmes *grès à anthracite* reposer régulièrement sur les terrains cristallisés, exactement comme les *grès à anthracite* de la Mure et de l'Oisans, que nous avons déjà rapportés au terrain houiller (§ 43) :

Les *calcaires du Briançonnais* appartiennent au système du *lias*, comme ceux du massif des Encombres, en Savoie, dont ils sont les prolongements évidents. Tous les détails et toutes les coupes que nous allons donner contribueront à

(1) Sur ma carte, j'avais aussi colorié, comme *terrain primitif*, un groupe de schistes verdâtres, d'aspect talqueux, qui affleure dans la vallée du Guil un peu en aval du fort Queyras ; je ne faisais que suivre en cela l'indication de la *Carte géologique de la France* ; mais un examen attentif m'a convaincu que ces schistes ne sont qu'une assise subordonnée au grand étage des *schistes calcaréo-talqueux*.

établir que les *grès à anthracite* sont absolument indépendants de ces calcaires et leur sont *inférieurs*, dans les conditions normales de superposition.

Entre ces deux groupes nettement définis et classés par leurs fossiles caractéristiques, il faut placer, dans l'ordre régulier de la superposition, d'autres groupes : celui des *grès blancs ou bigarrés et quartzites*, celui des *schistes calcaréotalqueux*, les *gypses et cargnieules*, assez nettement définis par leurs caractères minéralogiques, mais qui se sont montrés jusqu'ici dépourvus de fossiles. L'analogie de position, de structure et de composition chimique porte à les considérer, au moins avec beaucoup de probabilité, comme correspondant à différents termes de la série du *trias*.

La classification des terrains du Briançonnais se trouve ainsi complètement affranchie des anomalies qui la rendaient naguère impossible : elle devient très-simple et n'offre plus que des incertitudes de détail, moindres même que celles qui se rencontrent dans beaucoup de pays moins accidentés. Il était nécessaire de représenter, par un essai de carte vraiment *géologique*, ces résultats, que je considère comme acquis aujourd'hui à la science ; c'est ce qui me détermine à publier dès à présent une rectification partielle de ma *Carte géologique du Dauphiné*, concernant la région qui fait l'objet de ce chapitre.

La légende de cette nouvelle carte géologique du Briançonnais est suffisamment expliquée par ce qui précède. La teinte provisoire Q de notre première carte y est remplacée par deux teintes spéciales, *h* désignant les *grès à anthracite* ou *grès houillers*, et *q* désignant les *grès blancs ou bigarrés* et les *quartzites triasiques*. Le signe L^m des *schistes calcaréotalqueux du Queyras* faisant allusion à un rapprochement inexact avec les schistes du *lias*, nous l'avons remplacé par le signe *z*. Une teinte particulière *i* représente les *gypses* et *cargnieules*, qui n'avaient été indiqués précédemment que

comme une dépendance des *calcaires du Briançonnais*. Enfin, ces calcaires, précédemment désignés par le signe **J**, n'étant autre chose qu'un facies spécial du *lias*, et surtout des étages inférieurs et moyens de ce système, je les représente par la même teinte que le *lias* des chaînes centrales. Dans celui-ci, désigné par **L**, la structure schisteuse prédomine, et bien que tous les étages du *lias* s'y trouvent représentés, c'est le *lias supérieur* qui y a le plus grand développement. Pour indiquer cette différence si tranchée d'aspect et de structure, je désigne les calcaires compacts *liasiques* du Briançonnais par la notation **L'**.

La planche IV contient six coupes générales du Briançonnais, qui mettent en évidence les rapports *réels* des terrains, tels qu'ils se présentent sur les points les plus intéressants de ce pays. J'ai essayé de mettre dans le tracé de ces coupes la même précision que dans celles des planches I, II et III. Ces coupes n'indiquent que des superpositions parfaitement *visibles*, et l'échelle des hauteurs y étant la même que celle des distances horizontales, les inclinaisons des couches sont toujours figurées avec leur sens et leurs valeurs réelles. Les raccordements théoriques non visibles sont figurés en lignes pointées. La légende de ces coupes est la même que celle de la nouvelle *Carte géologique du Briançonnais*. Nous y joignons (pl. v) quelques coupes spéciales de localités qui seront décrites ci-dessous. Ces coupes et notre carte géologique mettront tous les observateurs à même de contrôler sur les lieux les résultats de nos explorations; et, s'ils veulent les comparer aux coupes et à la carte précédemment publiées par M. Sc. Gras, en 1854 (*Annales des mines*, 5^e série, t. V), ils pourront voir quelles sont celles qui s'accordent avec les faits et combien la géologie de cette partie des Alpes a pu être simplifiée et régularisée depuis quelques années.

Avant de décrire les principaux faits géologiques de la structure de ce pays, nous donnerons d'abord quelques détails

sur les *grès à anthracite*, qui en sont, à tous les points de vue, le terrain le plus intéressant.

Grès à anthracite.

§ 260. — Les grès que nous désignons spécialement sous ce nom sont ceux qui renferment tous les gisements de combustibles charbonneux exploités dans le Briançonnais, ainsi que dans la Maurienne et la Tarantaise. Avec les *grès blancs ou bigarrés* dits *quartzites*, ils forment principalement une large bande de terrain, qui est coupée en travers par la vallée de la Guisane, entre le Monestier et Briançon. Vers le sud, cette bande de grès se prolonge, des deux côtés de la Durance, jusqu'à l'Argentière et la Bessée, et, d'autre part, dans la direction du col des Ayes. Au nord, elle va en s'élargissant, par les cols du Chardonnet et de la Ponsonnière, le haut du bassin de Névache, les communes de Valloires et de Valmeinier en Maurienne, et traverse la vallée de l'Arc entre Saint-Michel et Modane.

Ces grès forment un terrain d'une puissance énorme qui ressemble complètement aux *grès à anthracite* de la Mure et de l'Oisans, ou au *terrain houiller* proprement dit. Il se compose entièrement de couches de grès plus ou moins grossiers et de schistes argileux micacés, sans mélange de couches calcaires. Dans les grès grossiers et les poudingues formés de matériaux roulés d'un certain volume, on distingue facilement des cailloux de *quartz*, de *gneiss*, de *micaschiste*, de *schistes talqueux*, de diverses roches feldspathiques compactes, de schistes argileux lustrés, verdâtres ou noirs; en un mot, des débris de toutes les roches plus ou moins schisteuses des terrains dits *primitifs*, situés au-dessous des *grès à anthracite* de la Mure et de l'Oisans (§ 41) : on n'y trouve

point de cailloux de *protogyne* massive et pas le moindre débris de roches calcaires (1).

La teinte générale de ces grès est d'un gris plus ou moins foncé, entremêlé de zones charbonneuses. La pyrite, le carbonate de fer y sont abondants, comme dans les grès houillers.

Les couches de grès ou de schistes argileux qui avoisinent les couches d'*anthracite* renferment, en général, des *empreintes végétales*, qui appartiennent toutes à des types de plantes terrestres ou d'eau douce caractéristiques du terrain houiller. Ce sont surtout des équisétacées, des lycopodiacées, des fougères, des sigillariées, etc. On n'y trouve point d'empreintes de plantes marines (fucoïdes) comme celles qui se rencontrent souvent dans les grès *nummulitiques*, ni aucun reste fossile d'animaux marins.

D'après les travaux de M. Ad. Brongniart, confirmés par les travaux plus récents de MM. Bunbury et Oswald Heer, toutes les empreintes déterminables se rapportent à des espèces connues dans le *terrain houiller*, ou à des genres exclusivement propres à ce terrain. Elles sont en partie les mêmes que celles de la Mure et de l'Oisans. Toutefois, dans les grès à anthracite de ces dernières localités, les empreintes les plus abondantes sont celles de *feuilles* de fougères, d'annulariées, etc.; les *tiges* de lycopodiacées, de sigillaires, etc., y sont plus rares et beaucoup moins variées. C'est précisément l'inverse dans les grès à anthracite du Briançonnais: les *feuilles* de fougères et autres plantes terrestres y sont très-rares, tandis que les *tiges* d'équisétacées, de lycopodiacées, de sigillaires, etc., sont abondantes, variées et souvent de très-grandes dimensions. Ces tiges sont accompagnées quelquefois de feuilles à nervures simples, parallèles, ressemblant à des feuilles de roseau.

(1) G. de Mortillet, *Prod. d'une géologie de la Savoie*, p. 37.

Cette différence, qui s'observe aussi entre diverses stations du *terrain houiller* dans d'autres contrées, semble indiquer que la végétation anthraciteuse du Briançonnais était plus marécageuse, plus aquatique, que celle de la Mure et de l'Oisans. On pourrait l'expliquer d'une manière satisfaisante, par la différence de configuration que devait présenter le bassin anthracifère dans ses diverses parties. A la Mure, dans l'Oisans, et aussi à Petit-Cœur et autres localités situées sur les versants immédiats de la grande chaîne granitique, la faible puissance et la discontinuité des *grès à anthracite* tendent à montrer qu'ils ont été formés dans des bassins circonscrits, dans les dépressions des terrains primitifs qui étaient déjà bouleversés et en partie émergés : ces terrains formaient un sol accidenté, sec par endroits, marécageux ou inondé ailleurs, et de là le mélange de plantes appartenant à ces différentes stations. Au contraire, les *grès à anthracite* du Briançonnais, ceux de la Haute-Maurienne et de la Haute-Tarantaise sont des dépôts beaucoup plus continus et plus puissants, qui ont dû être formés dans un bassin beaucoup plus vaste, dans un détroit bordé de larges plages marécageuses, entre le massif *primitif* des chaînes centrales et le massif *primitif* qui borde immédiatement les plaines du Piémont. De là le caractère plus généralement aquatique de la végétation qui a formé les couches charbonneuses de ce bassin. A Valloires en Maurienne, à Villarlurin en Tarantaise, on ne trouve encore que des *tiges*, comme dans le Briançonnais. Mais, vers les extrémités ouest et nord du bassin, il y a quelques stations où les feuilles de fougères reparaissent en abondance, par exemple, au col des Encombres, à Macot, à Taninges, etc., ce qui nous paraît indiquer le voisinage d'un rivage plus sec et plus accidenté.

Voici la liste des plantes fossiles de ce terrain, déterminées par M. Ad. Brongniart :

FOUGÈRES. — *Nevropteris gigantea* (Sternb.), Monestier de Briançon ;
 — *N. flexuosa* (id.), Macot en Tarantaise ;
 — *N. Soretii* (Ad. Brongn.), même localité ;
 — *N. rotundifolia* (id.), même localité ;
 — *Sphenopteris latifolia* (id.), le Monestier et Puy-St-Pierre, près Briançon.

LYCOPODIACÉES. — *Lepidodendron ornatissimum* (Sternb.), Chardonnnet, Puy-St-Pierre ;
L. crenatum (id.), mêmes localités ;
L. Sternbergii (Ad. Br.), col de Buffer ;
L. turbinatum (id.), mine de Combarine, au Puy-St-Pierre ;
L. indéterminé, l'Argentièrre et environs de Briançon ;
Lepidophyllum lineare (id.), Puy-St-Pierre ;
Lepidophloios (Sternb.) indéterminé, mine de Combarine.

EQUISÉTACÉES. — *Calamites Suckowii* (Ad. Br.), Chardonnnet, Puy-St-Pierre ;
C. Cistii (id.), mêmes localités, Tarantaise ;
C. approximatus (Sternb.), Chardonnnet ;
C. cannaeformis (Schl.), même localité ;
C. indéterminé, l'Argentièrre, Queyrières, etc.

SIGILLARIÈES. — *Sigillaria notata* (Ad. Br.), Chardonnnet ;
S. Brardii (id.), Combarine, col de Buffer ;
S. elongata (id.), mine de Combarine ;
S. lepidodendrifolia (id.), même localité ;
S. striata (id.), même localité ;
S. Schlotheimii (Sternb.), Puy-St-Pierre ;
S. tessellata (Ad. Br.), Chardonnnet, Puy-St-Pierre ;
Stigmaria fivoïdes (id.), Puy-St-Pierre ; col de Buffer ;
S. indéterminé, environs de Briançon.

§ 264. — L'anhracite du Briançonnais est en couches parfaitement régulières, intercalées dans les grès (1). Ces couches

(1) Nous empruntons une partie des détails suivants à une note sur les gîtes d'anhracite du Briançonnais, communiquée à la Société géologique, en septembre 1861 (*Bull. de la Soc. géol.*, 2^e sér., t. XVIII), par M. Baudinot. Nous espérons que ce savant ingénieur des mines publiera prochainement une étude géologique détaillée et une statistique complète de ce bassin anhracifère.

ont une puissance moyenne, généralement assez faible, un mètre environ ; mais elles présentent souvent, comme celles de la Mure, des amincissements ou des renflements qui dépendent sans doute des étirages ou des refoulements énergiques qu'elles ont éprouvés lors des bouleversements du terrain : dans les renflements, la puissance atteint quelquefois plusieurs mètres (3 à 4 mètres dans la couche de Combarine, et même 8 mètres dans celle de Malacombe). On y observe peu de *failles* proprement dites ; mais leur plongement est, en général, assez prononcé, tantôt dans un sens, tantôt dans l'autre. Malgré ces dérangements, l'orientation des couches est, à très-peu près, constante : elle oscille de quelques degrés à peine autour de la direction N. 8° O., qui est d'ailleurs, comme nous le verrons, celle des traits orographiques les plus marqués de la configuration du pays. On ne connaît pas encore d'une manière positive la correspondance entre les couches des diverses exploitations, ni, à plus forte raison, le nombre total des couches distinctes qui affleurent dans les environs de Briançon. Dans certaines localités, par exemple à l'Argentière et au Chardonnet, il y a au moins trois ou quatre couches distinctes ; mais il me paraît probable que ce chiffre ne représente pas encore le nombre total des couches du bassin.

L'anhracite du Briançonnais, et il faut en dire autant de celle de la Savoie, est généralement de mauvaise qualité et bien inférieure à l'anhracite de la Mure. Elle est très-sèche, le plus souvent friable et de plus assez impure : la proportion des cendres y varie depuis 4 p. % jusqu'à 30, et même au-delà. L'état ordinairement friable de ce combustible paraît indiquer, dans la plupart des cas, que c'est de l'anhracite broyée sur place, réduite en menus et reconsolidée par la pression : c'est un mélange de petits fragments anguleux, à cassure vitreuse ou conchoïde et d'une poussière noire, tachant fortement les doigts. D'autres fois l'anhracite a une structure feuilletée et

semble avoir été laminée, comme si elle avait été molle. Cette modification de l'anhracite parait devoir être attribuée aux dislocations très-énergiques qu'a subies l'ensemble du terrain et qui ont dû produire des glissements du toit sur le mur, dans chaque couche de charbon, parce que ces couches sont des plans de séparation facile. Des faits analogues s'observent en effet, quoique avec moins de généralité, dans divers gisements d'anhracite, où les pressions résultant des bouleversements du sol se sont exercées avec moins d'intensité et sur une moindre échelle. Certaines parties des anhracites de la Mure, surtout dans les petites couches, sont à l'état friable ; c'est le cas général des anhracites de Laval et autres points de la chaîne de Belledonne (§ 39). Dans les mines de Communay (§ 9), l'anhracite qui n'a point été broyée par les dislocations du sol n'est nullement tachante et a une cassure vitreuse à facettes brillantes assez étendues ; mais partout où la couche a éprouvé un pli brusque, vertical ou très-incliné, elle est étranglée par la compression et l'anhracite a été broyée, puis reconsolidée jusqu'à un certain point. Dans ces parties très-bouleversées, où il y a eu des glissements avec pressions très-fortes, les schistes argileux qui renferment les couches de charbon ont été torturés, plissés et se divisent en feuillets présentant des surfaces brillantes de glissement. Alors les empreintes végétales sont, en général, effacées ; elles se retrouvent là où les schistes argileux ont conservé leurs feuillets plans, et par suite l'anhracite doit y être plus généralement intacte et non broyée (1).

Les anhracites friables sont employées à la cuisson de la chaux et au chauffage domestique. Pour ce dernier usage, on est souvent obligé de leur donner une certaine consistance en les pétrissant avec un peu d'eau. Dans quelques localités, on

(1) Drian, *Bull. de la Soc. géol.*, 2^e sér. t. XVIII.

rencontre aussi des anthracites dures dont on peut distinguer deux variétés : les unes ont une cassure grenue, brillante, mais à grains plus gros et d'un noir moins foncé que les variétés friables ; elles sont généralement impures et d'une combustion difficile. Par une exception remarquable, on trouve dans la concession dite des Éduits, près Chantemerle, une anthracite plus pure, qui se rapproche de celles de La Mure. Cependant elle donne encore près de 20 p. % de cendres, et on ne sait encore jusqu'à quel point on peut espérer que sa structure se maintiendra compacte. D'autres anthracites ont une cassure conchoïde ou terreuse mate, et quelquefois se divisent en prismes à peu près réguliers, à la manière du coke. Cette dernière variété, quand elle renferme peu de cendres, peut servir à la forge et aux opérations métallurgiques ; il en existe plusieurs petites couches au Chardonnet, dans la partie supérieure de la formation.

DESCRIPTION GÉOLOGIQUE DU BRIANÇONNAIS.

§ 262. — Nous diviserons le Briançonnais en trois zones géologiques, dans le sens, à peu près nord-sud, de la direction des chaînes : la première ou zone occidentale, est caractérisée par ses nombreux affleurement de *grès à anthracite* ; la zone mitoyenne est presque entièrement occupée par un énorme développement de *calcaires du Briançonnais* avec des affleurements de *gypses* et de *quartzites triasiques* ; enfin, la zone orientale est celle des *schistes lustrés calcaréo-talqueux*, avec de nombreux pointements d'*euphotides* et de *serpentes*.

Zone occidentale ou des grès à anthracite.

Puy Saint-Pierre. — Les *grès à anthracite* constituent,

dans les environs de Briançon, une formation d'une puissance considérable, qu'on peut comparer à celle des dépôts houillers les plus développés. On peut s'en faire une première idée par la coupe que présente, en face de Briançon, la côte du Puy Saint-Pierre, depuis le bord de la Durance jusqu'à la base des escarpements de N.-D. des Neiges.

Dans ce trajet, correspondant à une différence de niveau de plus de 800 mètres, on ne rencontre que les grès à anthracite, en couches plus ou moins inclinées, plongeant constamment vers l'intérieur de la montagne, de sorte que l'épaisseur totale de ces grès est encore bien supérieure à la hauteur verticale sur laquelle on les traverse. Cependant, au niveau de la vallée de la Durance, on ne voit pas la base de ces grès et on ne peut savoir jusqu'à quelle profondeur ils règnent encore.

Les assises inférieures h^1 (pl. v, fig. 4) sont des grès à gros grains ou à grains moyens, en bancs épais, dans lesquels on ne trouve que des traces insignifiantes d'anthracite. Ils règnent sur une hauteur de plus de 300 mètres, jusqu'au village du Puy St-Pierre (altitude 4,580 mètres). A partir de ce village, on traverse, sur une hauteur à peu près égale, la zone charbonneuse h^2 composée de grès généralement plus fins et plus tendres. On y rencontre plusieurs exploitations dont les plus importantes sont celles de Combarine; elles fournissent le combustible le plus pur du Briançonnais. La principale couche présente une épaisseur d'un à deux mètres, qui se réduit quelquefois à cinquante centimètres et présente ailleurs des renflements de trois à quatre mètres d'épaisseur. On trouve dans ces exploitations de nombreuses empreintes végétales citées dans la liste ci-dessus.

Plus haut, on rencontre encore de petites fouilles établies sur des couches de charbon d'une moindre importance, et on arrive à un plateau gazonné qui s'élève en pente douce jusqu'au pied des escarpements. Cette dernière partie de la coupe est formée par des grès h^3 , généralement à grains moyens,

peu ou point charbonneux qui terminent le groupe des *grès à anthracite*.

Ces grès sont surmontés de grès plus grossiers et de poudingues quartzeux *p*, blancs ou rougeâtres; ceux-ci passent à des grès blancs, durs, et à des *quartzites* compactes *q*, blancs ou verdâtres, qui forment les premiers gradins de l'escarpement. Enfin on arrive à une puissante assise de calcaire compacte *c* sur laquelle est bâtie la chapelle de N.-D. des Neiges (2,297 mètres). De là au pic de Prorel (2,572 mètres), et ensuite à travers la vallée de Fréjus, on rencontre une suite de terrains bouleversés sur lesquels nous reviendrons plus loin (§ 274).

§ 263. — **Vallées de la Guisane et de la Clarée.** —

On peut étudier de même les grès à anthracite, non moins développés, dans la vallée de la Guisane, par exemple en montant de la Salle au col de Christoul, ou du Monestier au col de Buffer (pl. iv, fig. 3). Dans les hauteurs, ces grès *h* sont en couches peu inclinées et forment une croupe ondulée en partie gazonnée; on y trouve de nombreux affleurements d'anthracite et des empreintes végétales sur quelques points. Des deux côtés du col de Buffer ils sont recouverts par un groupe *q* de *grès blancs* et de *quartzites*. Ce groupe sert lui-même de base à de grandes masses de calcaires compactes *L'*, dont la stratification est à peu près horizontale en grand; celle qui est au N.-O. du col continue, dans cette direction, jusqu'après du col du Chardonnet; l'autre, au S.-E., constitue le pic isolé du Grand-Aréas, entre les cols de Buffer et de Christoul. Du côté de ce dernier, le calcaire *L'* semble reposer directement sur le *grès à anthracite h*, sans *quartzites* intermédiaires; mais le défaut de parallélisme de leurs couches indique, très-probablement, que ce contact est le résultat d'une *faille*. Un peu plus au S.-E., entre les cols de Granon et de Bertaud, on retrouve les *grès bigarrés* et les *quartzites q*,

très-développés, régulièrement intercalés entre les *grès houillers*, *h*, et les calcaires, *L'*, mais en couches verticales ou un peu renversées, comme les représente la coupe.

En descendant du côté de Névache, on reste encore dans les *grès houillers* jusqu'au fond de la vallée. Si l'on remonte la Clarée, on traverse de nouveau ces grès, dont les couches plongent généralement à l'O.-S.-O. (pl. iv, fig. 2). Au-dessus d'eux, à l'O. et en amont de Laval, se présente un énorme développement de *grès à gros grains*, de *poudingues bigarrés*, de *grès blancs ou bigarrés*, verts ou rougeâtres, passant à des *quartzites* blancs très-durs; c'est, de tout le Briançonnais, la localité où les *grès triasiques* se montrent sur la plus grande épaisseur. On monte à travers ce groupe jusqu'au lac d'où sort la Clarée, en-dessous du col des Rochilles (pl. iv, fig. 4). Enfin ce col est ouvert dans de grandes masses calcaires *L'*, prolongements évidents de celles du col de Buffer.

§ 264. — **Montagne du Chardonnet.** — Au lieu de remonter la Clarée jusqu'à sa source, on peut traverser la même série de couches en prenant le chemin du col du Chardonnet, par lequel on va de Névache au Lauzet. Ce trajet montre une des coupes les plus belles et les plus importantes du Briançonnais; nous avons essayé de la représenter exactement dans le profil fig. iv, pl. 2. Ce profil n'est, du reste, qu'un croquis fidèle de ce que l'on voit sans interruption sur la droite, en suivant le chemin du col depuis le hameau de Queyrelin jusqu'au village du Lauzet. Nous avons figuré seulement en lignes pointées les raccordements par lesquels nous croyons pouvoir expliquer les réapparitions des divers groupes dans les situations rigoureusement indiquées par les parties en lignes pleines.

La première partie de la montée, depuis la Clarée jusqu'à la base de la roche de Queyrelin, montre les assises supérieures des *grès houillers*, *h*, plongeant uniformément à l'O.-

S.-O. Elles sont recouvertes parallèlement par des couches de poudingues et de grès quartzeux bigarrés, base du groupe *q* des grès quartzeux *triasiques*. Sur ceux-ci repose la grande masse des calcaires compactes *L'* formant la roche de Queyrelin; du côté de l'E., leurs couches sont relevées sous une faible inclinaison, comme celle des grès; du côté de l'O., au contraire, elles sont redressées presque verticalement et les *quartzites, q*, se redressent avec ces calcaires. Cette disposition contraste complètement avec celles des *grès houillers, h*, dans lesquels on rentre, à partir de là, jusqu'au sommet du col; on voit clairement qu'il y a une faille (F) entre la roche de Queyrelin et ce massif de grès formant les crêtes du Chardonnet.

Cette faille n'a rien d'hypothétique; on la voit plus nettement que nous ne pouvons l'indiquer sur un profil à petite échelle. Dans le glissement relatif des deux bords, les couches de la roche de Queyrelin, formant la lèvre inférieure, ont été, comme c'est l'ordinaire, *retroussées* contre la faille. Quant aux grès houillers *h* du Chardonnet, formant la lèvre supérieure, ils sont brisés et disloqués en petits lambeaux au bord de cette grande fracture; sur le chemin du col, la faille est indiquée par une zone d'une certaine largeur de *grès houillers* brisés, traversés par des filons de *quartz* qui empâte des fragments de grès; une partie de cette zone est occupée par un large filon de *fer spathique*, passé, en grande partie, à l'état d'hydrate, enveloppant lui-même le quartz et les fragments de grès houiller et formant une brèche analogue à celle de la Chevrette (§ 87).

Le massif de grès houillers formant la lèvre supérieure de cette faille est disloqué lui-même par plusieurs failles secondaires, dont une bien apparente, *f*, limite à l'est le pic culminant du Chardonnet. Abstraction faite de ces petites failles, les grès houillers de la montagne du Chardonnet présentent une disposition en *fond de bateau* et se relèvent à l'E. et à l'O., comme l'indique notre coupe. Le col est un plateau for-

mé par une assise de grès riches en affleurements charbonneux et en empreintes végétales; on y trouve surtout de grosses tiges de *lepidodendron*, de *calamites* et de *sigillaria* (§ 260). Les grès houillers règnent encore au-dessus de ce plateau, à la base des escarpements du Chardonnet, et ils sont surmontés par des poudingues bigarrés, de grandes masses de *quartzites* blancs, verts ou rougeâtres, découpées par de profondes fissures en aiguilles escarpées.

Des filons-couches de *porphyre dioritique* (§ 258) sont injectés dans les assises supérieures des *grès houillers* et à la limite de ces grès et des *poudingues bigarrés*. Ce porphyre est d'un vert foncé, dur et tenace, à cassure esquilleuse, et contient des cristaux disséminés d'*amphibole* noire, souvent aussi des grains de *quartz* vitreux, des *pyrites*, etc. La pâte présente à peu près la composition chimique du feldspath ordinaire des *diorites* (§ 73), sauf une plus forte proportion de chaux et de protoxyde de fer; on peut la considérer comme un *feldspath compacte* coloré en vert foncé par un mélange intime d'*amphibole* ou d'un autre silicate analogue. Cette roche a donc la structure d'un *porphyre*, avec la composition minéralogique des *diorites* ordinaires, et c'est pourquoi nous la désignons sous le nom de *porphyre dioritique*.

Le premier affleurement de ces porphyres, π , correspond à la faille f , par laquelle, peut être, une partie de cette roche éruptive est venue au jour: Au près de cette roche éruptive, les grès sont traversés par des filons quartzeux contenant du *cuivre pyriteux* et un peu de *cuivre gris*; ce gîte, exploité il y a trente ans, a été abandonné à cause de sa situation élevée et de la difficulté des transports.

Si l'on gravit les crêtes du Chardonnet, formées par les *quartzites* g , et que l'on se dirige vers le N., on arrive à un glacier reposant sur ces quartzites, et on les voit se raccorder avec ceux qui supportent le prolongement des calcaires massifs de la roche de Queyrelin. Ces calcaires, redressés en

forme de V à branches presque verticales, se prolongent au N.-N.-O., à l'E. du col de la Ponsonnière, et vont rejoindre les calcaires, pareillement redressés, du col des Rochilles (pl. iv, fig. 1). Du col du Chardonnet, le col de la Ponsonnière offre l'aspect représenté pl. v, fig. 2.

§ 265. — **Gisement de graphite.** — Le versant occidental de la montagne du Chardonnet montre les tranches des *grès à anthracite*, montant vers l'O., avec une inclinaison d'environ 40°. Depuis le col jusqu'au milieu de la pente qui descend dans le vallon de la Ponsonnière, ces grès renferment plusieurs couches charbonneuses, et ils sont entremêlés de filons-couches de *porphyre dioritique*. C'est là que l'on rencontre des lits de *graphite* ou *plombagine*, provenant d'une transformation de l'anthracite, que l'on peut vraisemblablement attribuer à l'influence de la roche éruptive. Ce gisement est connu depuis longtemps par un mémoire célèbre de M. Elie de Beaumont (*Ann. des sciences naturelles*, 1^{re} série, t. 15, 1828). Nous décrivons en peu de mots la coupe de cette partie du terrain houiller telle que nous l'avons observée en 1857, en commençant par les couches inférieures et remontant jusqu'un peu au-dessus du niveau du col.

Les couches les plus basses que l'on observe facilement dans ces escarpements, au-dessus des talus de débris mouvants qui descendent dans le vallon de la Ponsonnière, présentent, sur une hauteur d'environ 15 mètres, un grès qui rentre dans les variétés ordinaires des *grès à anthracite* (M. Elie de Beaumont).

Au-dessus vient un banc de *porphyre dioritique*, d'environ 6 m. de puissance; M. Elie de Beaumont signale un grand bloc de grès, d'environ 1 m. d'épaisseur; sur 4 m. de longueur, qui se trouve empâté dans cette roche éruptive.

Puis 15 à 20 mètres de grès durs, à grains généralement fins; les dernières couches prennent une teinte charbonneuse. Ils supportent une petite couche d'*anthracite* sèche et d'une combustion difficile, recouverte par un lit de grès argileux fin, noir, contenant beaucoup

d'empreintes végétales. C'est sur l'affleurement de cette couche de charbon que l'on avait construit la baraque des ouvriers, lors de l'exploitation du *graphite*.

Immédiatement au-dessus du lit argileux à empreintes végétales vient un banc concordant de porphyre vert avec cristaux d'*amphibole*; il n'a pas plus d'un mètre d'épaisseur. Ce banc ou *filon-couche* paraît continuer régulièrement sur une certaine étendue, et on peut le suivre vers le nord sur plus de 50 mètres le long du petit talus formé par la couche tendre qu'il recouvre; celle-ci, au contact même, est remplie d'empreintes végétales.

Au-dessus de ce banc porphyrique, vient une épaisseur d'environ 25 mètres de grès durs, quartzeux, d'un gris verdâtre. Ils supportent le premier gisement de *graphite*, entièrement analogue à celui de l'antracite que nous venons de décrire. C'est d'abord un lit de 0^m 30 de grès noir, argileux, avec empreintes végétales abondantes et bien distinctes, quoique mal conservées. Puis un banc porphyrique d'un mètre, entièrement semblable à celui de la baraque; il forme un filon-couche qui ne paraît pas s'étendre vers le nord, comme le précédent. Immédiatement au-dessus de ce porphyre se trouve le gîte de *plombagine*, formant une couche irrégulière de 1^m 50 à 2^m; c'est un graphite très-impur, ou plutôt une argile schisteuse noire, contenant des rognons et de petits lits de *graphite*.

Cette plombagine est onctueuse au toucher, se taille au couteau et trace bien sur le papier; mais elle donne un trait d'un gris peu foncé; elle est souvent tachée de rouille et ne présente pas de morceaux assez purs pour servir à la fabrication des crayons. Elle peut être employée pour adoucir les frottements, pour faire des creusets, etc., et on l'a exploitée pour ces divers usages. Faut-il d'un écoulement suffisant de cette matière, l'exploitation, reprise plusieurs fois, est complètement abandonnée aujourd'hui.

Dans l'argile graphiteuse, on voit, comme l'indique M. Elje de Beaumont, s'insérer presque horizontalement des ramifications tuberculeuses de la roche porphyrique: aux surfaces de séparation, les feuillettes de l'argile, souvent contournés, se couvrent d'enduits plus ou moins épais de graphite. En suivant cette couche un peu au sud de l'exploitation, M. de Beaumont a vu que l'argile schisteuse qui formait le toit du *graphite* était endurcie et présentait des empreintes végétales, en partie garnies d'*anthracite*. Ce fait établit clairement la liaison qui existe entre ce combustible et le graphite. Parmi les empreintes recueillies dans cette localité, M. Ad. Brongniart a reconnu les *Calamites Suckowii* (?) et *C. Cistii*; des *Sigillaria* indéterminables, dont un paraît très-voisin du *S. tessellata*.

Par-dessus ce premier gisement de graphite, viennent des grès fins,

très-quartzeux, sur cinq à six mètres; puis une petite couche noire, à empreintes végétales, recouverte encore par un quatrième filon-couche, d'un à deux mètres d'épaisseur, de porphyre contenant beaucoup de cristaux d'amphibole. « Au lieu d'être intercalé simplement « dans toute son étendue, entre les mêmes couches de grès, ce filon en « coupe plusieurs et passe obliquement entre les deux parties sépa- « rées » pour redevenir parallèle aux couches (M. Élie de Beaumont). Sur la partie de ce filon qui recouvre le lit à empreintes végétales, il est recouvert lui-même par des grès quartzeux d'un grain très-serré; et entre le porphyre et ces grès, on voit des nids nombreux et irréguliers de *plombagine*, qui sont évidemment les résidus d'une même couche charbonneuse. Cette plombagine est plus pure, moins rouillée et de bien meilleure qualité que celle du gisement inférieur.

Les grès durs et compacts qui la recouvrent ont environ 20 mètres d'épaisseur; en montant obliquement dans la direction du col, on voit que ces grès supportent encore une troisième couche de graphite: on y a ouvert une galerie de 10 mètres de long. Cette couche est de qualité médiocre. Sur le point où on la rencontre d'abord, elle est recouverte par des grès noirs, schisteux, sans intercalation de porphyre; mais, en la suivant dans la direction du col, on voit s'intercaler encore, entre le graphite et ces grès, un cinquième filon-couche de cette roche éruptive, avec nombreux cristaux d'amphibole.

Les grès qui surmontent cette dernière couche de graphite contiennent des empreintes végétales et forment la base d'une assise de grès tendres, charbonneux, à laquelle appartiennent ceux du col même. Les grès houillers continuent, au-dessus du niveau du col, à la base des escarpements du Chardonnet; ils contiennent encore de petites couches charbonneuses et un gisement de graphite, et sont traversés et recouverts par d'autres filons-couches de porphyre vert, comme nous l'avons dit ci-dessus.

En résumé, de nombreux filons-couches de *porphyre dioritique* sont intercalés dans les strates des grès houillers du Chardonnet. Ils ont naturellement profité, pour s'y injecter, des plans de séparation facile que présentent les couches charbonneuses, et c'est pour cela qu'à cinq reprises au moins, nous rencontrons, dans cette coupe, des lits charbonneux comprimés par la roche éruptive, et la plupart transformés, par son contact immédiat, en *graphite*. Quand on examine

ces gîtes, on y trouve, du reste, tous les passages de l'antracite dure, brûlant sous le soufflet de forge, au graphite tendre, traçant et très-difficilement combustible. La transformation est donc évidente. Quant aux grès en contact immédiat avec les filons de porphyre, il convient de remarquer qu'ils ne paraissent pas avoir éprouvé d'altérations notables accusant l'action d'une température très-élevée, et que les empreintes végétales n'y sont nullement effacées. Cette circonstance tendrait donc à faire penser que la transformation de l'antracite en graphite a pu avoir lieu sans intervention d'une très-forte chaleur.

Au-dessous du niveau de la couche d'antracite sur laquelle était la baraque de la mine, il existe encore au moins une autre couche d'antracite, plus pure, d'un aspect mat, et se divisant en prismes, comme le coke. Les dernières couches de grès houillers peu inclinées dont on voit affleurer les tranches en descendant dans le vallon de la Ponsonnière, sont des grès quartzeux à gros grains, passant au poudingue, analogues à ceux que nous avons vus au-dessous du Puy-Saint-Pierre, à la base du terrain houiller (§ 262).

§ 266. — **Vallon de la Ponsonnière.** — Le thalweg du vallon de la Ponsonnière est creusé dans des grès remplis d'empreintes végétales et très-riches en antracite. On ouvre chaque année, sur les affleurements, des trous pour l'extraction du charbon, qui sert aux habitants du Lauzet et s'exporte, de l'autre côté du Lautaret, jusqu'à la Grave. A cause du manque absolu de bois, il est impossible d'établir des galeries d'une certaine étendue, et l'antracite pris aux affleurements, dans ces couches très-bouleversées, est toujours friable ou réduit en menus. Les couches sont presque verticales, plongeant vers l'E. sous un angle d'environ 70°. Leur position contraste ainsi avec celle des couches inférieures du terrain houiller du Chardonnet, et, d'autre part, l'abondance du

charbon et des empreintes végétales tend à les faire regarder comme correspondant à la partie supérieure de ce terrain. Il y a donc ici une discontinuité brusque et complète qui ne peut s'expliquer que par une *faille*, et qui deviendra plus évidente encore par les fait ci-dessous.

Dans cette faille, un peu au N. du sentier de la mine du Chardonnet, on voit affleurer encore un filon considérable de porphyre vert semblable à ceux que nous avons décrits plus haut. Tous ces affleurements de porphyre semblent d'ailleurs, comme l'a remarqué M. Élie de Beaumont, être des ramifications d'une grande masse de même nature qui perce, un peu plus au N., en arrière des escarpements de la mine de graphite, et paraît s'élever jusqu'aux cimes les plus hautes de la montagne du Chardonnet.

Les grès à anthracite du vallon de la Ponsonnière sont adossés, du côté de l'O., à des *quartzites* inclinés de même et disloqués en aiguilles, qui règnent sur toute la rive droite du ruisseau venant du col de la Ponsonnière. Ces quartzites, à leur tour, semblent reposer sur de grandes masses de calcaires compactes, extrêmement bouleversées et dont la stratification, peu distincte, est encore à peu près verticale. En descendant de la Ponsonnière aux granges de l'Alp (pl. IV, fig. 2) on passe dans une coupure étroite où l'on aperçoit très-bien, des deux côtés, surtout au N., la disposition figurée dans notre coupe. Après cet ensemble de couches-disloquées, on traverse des calcaires compactes semblables aux précédents, mais nettement stratifiés, inclinés régulièrement de 30° vers l'E.; ils reposent sur des *quartzites* inclinés de même, et ceux-ci sur des *grès à anthracite*, qui affleurent tout au bas de la pente, presque au niveau des prairies de l'Alp, et qui, emportés par érosion sur la largeur de ces prairies, se retrouvent au N., 50° O. des chalets, dans la position indiquée par notre coupe. Ces grès contiennent une petite couche d'anthracite et des empreintes végétales abondantes (*Calamites*).

Ces deux séries inverses et symétriques, *grès à anthracite, quartzites, calcaires*, puis *calcaires, quartzites, grès à anthracite*; la première, en couches toutes bouleversées, la seconde, régulièrement stratifiée; la première, inverse de ce que nous avons vu dans toutes les localités précédentes; la deuxième, conforme à cette succession, conduisent à considérer la disposition du massif compris entre l'Alp et la Ponsonnière comme résultant d'un repli de l'ensemble des trois terrains sur lui-même. Il suffit de représenter rigoureusement cette disposition, comme nous le faisons, en lignes pleines, sur notre coupe, au-dessus du niveau du chemin, pour en conclure naturellement le repli figuré par les lignes pointées.

§ 267. — **Faille de Terre-Noire.** — Des deux côtés de l'Alp, on retrouve brusquement des calcaires compactes, en couches presque horizontales ou plongeant au N.-E., butant contre les *quartzites* et les *grès houillers*. Ils ne s'enfoncent point sous ces grès, et le contact est évidemment le résultat d'une *faille*, que l'on voit, avec toute la netteté possible, au N.-O. des chalets de l'Alp, telle que notre coupe la représente. Nous la désignons sous le nom de *faille de Terre-Noire*, parce que, en suivant sa direction vers le N.-O., à un kilomètre environ, on arrive à la mine d'anthracite de ce nom, exploitée au-dessus des granges de l'Étret, entre le Lauzet et la Madeleine, au pied des escarpements de Roche-Colombe. La faille s'y présente avec la même évidence qu'à l'Alp, comme l'indique le profil pl. v, fig. 3.

§ 268. — **Galibier.** — La même faille se prolonge à mi-hauteur des escarpements du Galibier, jusqu'au-delà du col de ce nom, comme nous l'indiquons dans la coupe pl. iv, fig. 4. Elle fait affleurer une zone de grès carbonneux noirs, surmontée d'un gradin abrupt de *quartzites* blancs, très-visibles l'un et l'autre à l'E. du chemin du col du Galibier.

Au-dessus de ce col et sur le versant de Savoie, on ne voit plus affleurer que le *quartzite*, qui cesse même bientôt, un peu au N. de la grange du Galibier (Savoie), et la faille qui le faisait apparaître ne se continue pas au-delà.

L'énorme massif de calcaire qui forme le Grand-Galibier (ou montagne de *Terre-Noire*, Bourcet), entre cette faille et le col de la Ponsonnière (pl. iv, fig. 1), n'est donc autre chose que le prolongement des calcaires repliés sur eux-mêmes entre l'Alp et le bas du vallon de la Ponsonnière (pl. iv, fig. 2). Les couches en sont aussi manifestement repliées et flanquées des deux côtés de *quartzites*, *q*, et de *grès à anthracite*, *h*. Cette disposition devient très-nette quand on peut embrasser d'un coup-d'œil l'ensemble de cette montagne, comme de Bonnenuit (Savoie) ou des hauteurs au S. du Monestier. Du col de la Ponsonnière on peut suivre, sans interruption, le contact du grès houiller avec les calcaires, tout le long de la vallée de Valloires jusqu'à Saint-Michel en Maurienne. On peut ainsi s'assurer, d'une manière évidente, que les couches qui forment le massif calcaire du Galibier sont les prolongements immédiats de celles du massif des Encombres, dans lequel les explorations récentes, contrôlées par la réunion de la Société géologique de France, ont démontré péremptoirement la réalité des replis et du renversement général des calcaires contenant les fossiles du *lias* et de l'*infra-lias*. Ainsi les calcaires des Encombres, non plus que ceux de la Ponsonnière et du Grand-Galibier, ne plongent réellement sous les *grès à anthracite*; leur inclinaison générale vers l'E., qui avait conduit M. Élie de Beaumont et beaucoup d'autres géologues à admettre cette superposition et à considérer ces calcaires comme *inférieurs* et *antérieurs* aux *grès à anthracite*, n'est, en réalité, que le résultat d'un repli avec renversement plus ou moins prononcé.

§ 269. — Cette apparence anormale de superposition des

grès houillers aux couches du *trias* et aux calcaires du *lias*, est un des faits les plus importants de la structure des Alpes françaises. A partir de la Ponsonnière, on l'observe dans toute la traversée de la Savoie, à Valloires, à Saint-Michel, aux Encombres, à Saint-Martin de Belleville, à Brides, à Aime, au Petit-Saint-Bernard et plus loin encore, à la Thuile, dans la vallée d'Aoste. Cependant, les rapports de position des terrains bouleversés ne se présentent pas partout de la même manière. Tantôt, comme à la Ponsonnière, la série renversée comprend à peu près tout l'ensemble des couches que l'on voit, un peu plus à l'E., en superposition régulière; alors il y a repli des terrains *sous eux-mêmes*, sans *faille* proprement dite, bien marquée. Ailleurs, il y a eu rupture, *faille* et chevauchement des deux bords de la fracture, de telle sorte que le *grès houiller*, en position normale, se trouve en contact immédiat, par ses couches inférieures, avec le *trias* ou avec les calcaires du *lias*.

Toutes ces variations de rapports se présentent dans le trajet de la Ponsonnière aux Encombres. A Valloires, entre le village de l'Église et le hameau du Verney, les *grès à anthracite* sont en contact immédiat, par leurs tranches, avec le calcaire sur lequel est bâtie la chapelle de Saint-Pierre, et les deux terrains sont évidemment et simplement en *faille* l'un par rapport à l'autre. La même chose nous paraît avoir lieu un peu au N. du Monestier, comme nous le représentons pl. iv, fig. 3, entre le gradin calcaire qui borde la vallée et le terrain *houiller* qui s'élève jusqu'au col de Buffer et qui est le prolongement immédiat de celui du Chardonnet.

Ces variations de rapports entre les terrains bouleversés, concourent encore à prouver combien il faut se mettre en garde contre les apparences de superpositions résultant des *failles* ou des *renversements* qui ont lieu souvent au bord de ces fractures. Ces accidents sont exactement comparables à ceux que nous avons figurés (pl. II) dans les terrains de la Char-

treuse, et l'on peut surtout en trouver tous les analogues dans les dislocations du flanc occidental des vallées de Saint-Pierre de Chartreuse, de Saint-Pierre d'Entremont et d'Entremont le Vieux. On peut comparer, notamment, la structure du Grand-Galibier à celle du Grand-Som ou à celle du Charmant-Som. Qu'on y remplace, par la pensée, les groupes J^2 et N^1 par le *terrain houiller*, l'étage N^2 par l'ensemble des couches *triasiques* et des calcaires du *lias*; les coupes de la Chartreuse représenteront tous les accidents de *failles*, de *renversements*, de *superpositions anormales*, qui ont rendu si longtemps incompréhensible la structure du Briançonnais, de la Maurienne et de la Tarantaise.

§ 270. — **Vallon du Galibier.** — Le vallon du Galibier avec les pics et les autres petits vallons compris entre le Grand-Galibier et la crête des Trois-Évêchés, présente un ensemble de dislocations extrêmement compliqué. Nous avons essayé de les représenter par deux coupes voisines (pl. iv, fig. 4), partant toutes deux de la crête la plus élevée et passant, l'une par le col de Galibier et les points culminants, jusqu'au sommet des Trois-Évêchés; l'autre, par les chalets de la Mendette, se dirigeant vers l'hospice du Lautaret. L'inspection de ces deux coupes indiquera, mieux que tous les détails descriptifs, la manière dont nous croyons pouvoir comprendre la structure de ces localités. Tous les affleurements de *quartzites* et de calcaires compactes que l'on y remarque nous paraissent appartenir aux mêmes étages de *quartzites*, *q*, et de calcaires *liasiques*, *L'*, signalés jusqu'ici, et n'en être que des réapparitions résultant de *failles* et de *renversements*. Le calcaire qui forme le sommet du col correspond évidemment à celui que nous avons vu entre l'Alp et le Lauzet, au pied de la faille de Terre-Noire. Les *gypses*, *i*, du même col, qui se prolongent fort loin au N., dans le flanc gauche de la vallée de Valloires, et au S., vers la Madeleine, sont dans les mêmes conditions de

gisement que tous les autres gypses du Briançonnais, et nous les rapportons au *trias*, comme les *quartzites*, *q*, qui leur servent de base au point le plus bas du col. La fracture qui fait affleurer ces derniers continue à peu près suivant l'axe du vallon du Galibier, et fait apparaître encore, dans la déchirure des quartzites, un lambeau de *grès à anthracite*, *h*; ces grès forment la base des premiers escarpements au N.-E. des chalets de la Mendette; à une demi-heure environ au-dessus de ces chalets, on y a fait de petites fouilles. L'affleurement est très-restreint, extrêmement bouleversé et très-pauvre en charbon.

§ 271. — **Trois-Evêchés ; Goléon ; Aiguilles d'Arves.** —

La crête des Trois-Evêchés appartient à un système de grès particuliers E, qui ont été pendant longtemps confondus avec les *grès à anthracite*. Ces grès forment une zone importante, qui va en s'élargissant vers le nord, dans les cimes de Goléon et des Aiguilles d'Arves, et est coupée par la vallée de l'Arc, à St-Julien-en-Maurienne, sur une traversée de plus de trois kilomètres. Ils semblent, au premier coup-d'œil, intercalés régulièrement, entre les calcaires compactes L' de la Mendette, de Bonnenuit, de Valloires et des Encombres, qui s'appuient sur eux à l'est, et les schistes argilo-calcaires L du Lautaret, de la Grave, des Arves et de Saint-Jean-de-Maurienne, sur lesquels ils reposent du côté de l'ouest. L'intercalation de ces grès entre deux zones calcaires contenant l'une et l'autre des fossiles du *lias*, leur superposition évidente au *lias*, du côté de l'ouest, ont été pendant longtemps présentées comme des preuves sans réplique de la liaison du *grès à anthracite* avec les calcaires du *lias* et de leur classification dans le système *liasique*.

Mais un examen attentif de ces grès prouve qu'ils sont bien différents des *grès à anthracite*, et qu'ils ne renferment ni *anthracite*, ni *empreintes végétales houillères*. La question

de leur classement est donc, en réalité, indépendante de celle des vrais *grès à anthracite*.

La crête des Trois-Evêchés finit brusquement au col du Lautaret; la zone de grès E, dont elle est formée, diminue rapidement de largeur et va se terminer, dans le haut de la vallée de la Guisane, sur le flanc des montagnes granitiques de la rive droite. Les nouveaux travaux de la route, entre la Madeleine et le Lautaret, ont coupé ces grès et en montrent les caractères : on peut aussi les étudier entre le Lautaret et la Mendette, surtout dans le vallon d'où provient la branche gauche de la Guisane. Bien qu'ils soient noircis çà et là par des indices charbonneux, ces grès n'ont point l'aspect ordinaire des *grès houillers*; ils alternent, par petites assises, avec des *ardoises* et des schistes argilo-calcaires, ce qui les distingue encore nettement des *grès à anthracite*.

La limite de ces grès E passe à environ 200 m. au N. E. de l'hospice du Lautaret : ils s'appuient sur des calcaires grenus, gris, en couches peu épaisses, contenant des bélemnites et des débris d'encrines, dans lesquels on a ouvert de petites carrières de pierres à chaux, tout auprès de l'hospice. En suivant la base des escarpements des Trois-Evêchés, du côté du Villard-d'Arène, on continue de trouver beaucoup de bélemnites et quelques ammonites, dans ces assises du *lias L*, au-dessus desquelles la crête est formée par les grès. La coupe *pl. IV, fig. 4*, indique que les couches du *lias L* ont une inclinaison de plus en plus forte à mesure qu'on s'élève; les assises supérieures (en apparence) sont composées principalement de calcaires plus ou moins grenus, qui ressemblent beaucoup aux assises moyennes ou inférieures du *lias* de l'Oisans, de la Mure, etc.; et de plus on y remarque l'intercalation d'un grand filon-couche de *spilite*; enfin, elles semblent recouvertes, sur différents points, par des masses de *carnieule* et de *gypse*. Cette disposition porte à présumer que la coupe du *lias L*, depuis la Romanche jusqu'à la crête des Trois-Evêchés,

est plus compliquée qu'elle ne le semble d'abord et qu'on ne l'a représentée jusqu'ici ; et il est possible que ce terrain y soit complètement replié sur lui-même, de sorte que les affleurements les plus élevés seraient ceux de ses assises inférieures, et que les *gykses*, probablement *triasiques*, se trouveraient aussi renversés avec lui. Quoi qu'il en soit de cette complication, qui réclame de nouvelles études, le groupe des grès E semble reposer sur la tranche de ces couches du *lias*, ou buter contre elles, en stratification discordante, comme nous le représentons dans notre coupe. C'est ce que l'on voit assez bien, à l'extrémité N. O. de la crête des Trois-Evêchés, où les terrains sont coupés à peu près perpendiculairement à la stratification, sur la rive gauche du torrent de Goléon, en face des granges de Valfroide. Cette disposition paraît donc indiquer une indépendance complète entre le *lias* L et les grès E qui se seraient déposés sur les tranches de ses couches bouleversées.

En remontant le torrent de Goléon, on arrive à l'entrée du vallon de ce nom, creusé tout entier dans les grès E, entre le pic de Goléon et le col de même nom, qui sont aussi formés de ce même terrain. Au bas du vallon de Goléon, dans les assises inférieures de ce grand système de grès, on trouve des assises d'*ardoises* bleuâtres, semblables à celles d'Orcières, de Salce (§ 252), etc., et bien meilleures que celles du *lias* de la Grave. Un peu au-dessus, les grès renferment des indices de charbon, ressemblant à celui de Saint-Bonnet (§ 238), et différent de l'anhracite des *grès houillers* : les recherches faites sur ces indices n'ont amené la découverte d'aucun gîte exploitable. On aperçoit quelques *empreintes végétales* dans les grès schisteux qui accompagnent ces traces de charbon ; mais ce ne sont point des plantes de la flore houillère, ce sont des empreintes peu distinctes de *fucoïdes*, et l'on en retrouve encore quelques autres dans les grès schisteux, argileux, tendres, dans lesquels est creusé le vallon de Goléon. La crête

du col de Goléon est formée de grès plus solides, où sont intercalés des bancs de calcaires argileux, gris ou jaunâtres.

Ces divers faits montrent que le terrain des grès du Goléon et des Trois-Evêchés diffère complètement des *grès à anthracite*, et qu'il a, au contraire, une grande ressemblance avec le terrain *nummulitique* de l'Embrunais; analogie que nous verrons bientôt confirmée par des preuves positives.

Du vallon de Goléon, on voit ce système de grès se prolonger sur le versant oriental des Aiguilles d'Arves. Ces aiguilles si remarquables, qui sont, avec le pic de Goléon, les sommets les plus élevés de tout le massif (la plus haute dépasse 3500 mètres), sont formées d'une roche particulière, dont on trouve beaucoup de blocs, entraînés par les glaciers, dans le vallon de Goléon. C'est un conglomérat grossier, composé de galets roulés de roches très-diverses et d'un sable granitique, agglutinés par du carbonate de chaux. Parmi ces galets, on distingue plusieurs variétés de granite ou de *protogyne* paraissant provenir de la chaîne de Belledonne ou du massif du Pelvoux, des *gneiss* analogues à ceux des mêmes montagnes ou des Grandes-Rousses, des *eurites*, des *porphyres verts*, semblables aux *grès à anthracite* de l'Oisans; enfin, beaucoup de *calcaires* noirs ou d'un gris foncé, contenant souvent des débris d'encrines et d'autres fossiles marins. Cette composition distingue éminemment le poudingue des Aiguilles d'Arves d'avec les conglomérats du terrain houiller (§ 260) et même de tous les conglomérats inférieurs au lias, dans lesquels on ne trouve jamais de galets calcaires contenant des fossiles. Ces galets calcaires, dont le volume et l'état imparfaitement arrondi annoncent une origine peu lointaine, proviennent évidemment des assises supérieures du lias, qui forment la base des Aiguilles d'Arves du côté de l'ouest: M. Elie de Beaumont a signalé depuis longtemps dans ces couches l'existence d'encrines, de bélemnites, d'ammonites, etc.; nous y avons trouvé, M. Pillet et moi, des

exemplaires reconnaissables d'*Ammonites radians* et *A. heterophyllus*.

Le poudingue des Aiguilles d'Arves est donc bien un dépôt *postérieur* aux calcaires du *lias* sur lesquels il s'appuie du côté de l'ouest, et composé, en partie, de débris de ces calcaires. C'est un *banc de galets* accumulés par la mer, sur un rivage que formaient les calcaires du *lias*, déjà émergés, à une époque où les soulèvements alpins avaient déjà fait apparaître, par des dislocations considérables, presque toutes les roches que nous voyons affleurer aujourd'hui dans l'Oisans et le Briançonnais. Ainsi, par sa composition même, on peut préjuger que le poudingue des Aiguilles d'Arves appartient à une formation géologique plus récente que tous les autres terrains de cette région.

Au nord et au sud des Aiguilles, ce poudingue s'amincit et disparaît rapidement, et les calcaires du *lias* L sont recouverts directement par la grande formation de grès E qui s'appuie sur l'autre revers des Aiguilles ; c'est ce que l'on voit très-nettement en franchissant le col des Pics, situé au nord des Aiguilles, dans les assises inférieures de ces grès, analogues à celles du bas du vallon de Goléon. Le poudingue des Aiguilles n'est qu'un dépôt local, un *banc de galets*, à la base de cette grande formation, dont il fait évidemment partie.

§ 272. — **Montricher et St-Julien.** — Au nord des Aiguilles d'Arves, le même groupe de couches constitue la crête qui sépare le bassin d'Arves d'avec Valloires ; et passant par les hauteurs des Albiez et de Montricher, il traverse la vallée de l'Arc, entre Montricher et Villard-Gondran, sur la rive gauche, et de part et d'autre de Saint-Julien, sur la rive droite. Dans ces localités, les grès alternent avec de nombreuses assises d'*ardoises*, aussi développées que les grès, et exploitées sur un grand nombre de points. Ces ardoises ressemblent complètement à celles du terrain nummulitique des Hautes Alpes,

et deviennent, comme elles, d'un jaune nankin par leur exposition à l'air.

Ce terrain repose évidemment sur le lias schisteux de Saint-Jean de Maurienne, et l'on retrouve même à sa base, près de Villard-Clément, des conglomérats analogues à ceux des Aiguilles d'Arves. Mais, d'autre part, il semble s'enfoncer à l'E. sous le massif des Encombres, prolongement des calcaires compactes L' de la Mendette, du Galibier et de Valloires, et renfermant aussi des fossiles liasiques. Il semblait donc, jusqu'ici, intimement lié au lias par la stratification, et on le rapportait généralement à ce système, ou à un étage jurassique indéterminé.

Une heureuse découverte de fossiles est venue trancher toutes les incertitudes et a contribué, en même temps, à hâter la solution des difficultés de cette partie des Alpes. A la suite d'une excursion que nous avons faite ensemble aux Aiguilles d'Arves, en août 1859, MM. Pillet et Coche trouvèrent, dans les éboulements d'une carrière ouverte sur la rive gauche de l'Arc, en dessous de Montricher, des fossiles empâtés dans un grès à ciment calcaire et dans un calcaire cristallin blanc, intimement associés aux ardoises et aux grès qui forment la masse du terrain. Au mois de janvier suivant, M. Pillet me communiqua ces fossiles, que je reconnus être des *nummulites*; nous en conclûmes immédiatement la confirmation des présomptions auxquelles m'avait conduit, comme nous le verrons plus loin, la coupe du col de l'Échauda (voir § 274), c'est-à-dire, la classification des grès de Montricher, des Aiguilles d'Arves, du Goléon, etc., dans le *terrain nummulitique*.

Les *nummulites*, fossiles caractéristiques des terrains tertiaires, se trouvaient ici dans un groupe de couches intercalé, *en apparence*, entre deux autres groupes contenant les fossiles du lias, en même temps que les plantes fossiles de la houille se trouvaient dans des grès à anthracite, superposés, *en apparence*, à ces couches liasiques.

Les géologues qui voyaient dans ces divers groupes une série régulière d'étages superposés, auraient été, dès lors, forcés d'admettre non plus une seule, mais deux exceptions simultanées et également choquantes aux lois les mieux constatées de la distribution des fossiles dans la série des terrains. Il devenait évident que l'ordre apparent de superposition n'était réellement pas l'ordre de formation, et que la position des plantes *houillères* au-dessus des fossiles du *lias* devait s'expliquer, en même temps que celle des fossiles du *lias* au-dessus des *nummulites*, par des dislocations accompagnées de *renversements*.

Du côté de l'ouest, le terrain des grès à *nummulites*, E, repose sur le *lias* schisteux, L, qui s'appuie lui-même sur les *grès houillers*, h, du flanc oriental des Grandes-Rousses (§ 108) et le plus souvent sur les terrains cristallisés, Y; c'est l'ordre normal de succession. Du côté de l'E., au contraire, les couches à *nummulites* de Montricher semblent recouvertes par les calcaires compactes du *lias*, L', de Valloires et du massif des Encombres, et ceux-ci semblent l'être à leur tour par les *grès houillers*; c'est évidemment un ordre anormal de superposition apparente et non réelle, résultant de *renversements* et de *failles* ou de la combinaison de ces deux sortes d'accidents. Ces données paléontologiques confirment donc, de la manière la plus décisive, le *renversement* des calcaires compactes L', qui semblent s'enfoncer sous les *grès à anthracite*, comme il avait été déduit, aux Encombres, par M. Alph. Favre, et au Chardonnet par moi, des études stratigraphiques que nous avons résumées ci-dessus. Plus récemment encore, M. l'abbé Vallet a découvert, dans le massif des Encombres, une assise contenant les fossiles caractéristiques de l'*infra-lias*, dont les affleurements multipliés servent de points de repère pour démontrer avec la plus parfaite précision la *réalité* des dislocations, des replis et des renversements que les divers étages du *lias* ont subis dans cette montagne. Ces résultats,

sanctionnés par la réunion de la Société géologique, ont établi d'une manière éclatante l'accord de la stratigraphie alpine avec les lois de la distribution des fossiles, et la confiance que l'on doit accorder à celles-ci pour la détermination des terrains, alors même qu'au premier abord elles semblent en contradiction avec l'ordre *apparent* de la superposition.

§ 273. — Ainsi, le grand système de *grès*, entremêlés d'assises d'*ardoises* et de couches calcaires, qui s'étend depuis le Lautaret jusqu'au-delà de Saint-Julien en Maurienne, appartient au terrain *nummulitique*; il est, très-probablement, replié sur lui-même, entre deux masses de *lias*, l'une sur laquelle il repose régulièrement, à l'ouest; l'autre renversée avec lui, du côté de l'est. Les *nummulites* de Montricher, qui se trouvent dans l'assise la plus élevée en apparence, près du contact de cette seconde masse de *lias*, appartiennent donc, très-probablement, à la base du terrain et on devrait les retrouver dans les premières couches superposées au *lias* du Lautaret, de la Grave et de Saint-Jean de Maurienne. Jusqu'ici c'est en vain que je les ai cherchées dans cette position; mais nous avons vu déjà combien est irrégulier et essentiellement local le développement des couches fossilifères à la base du terrain nummulitique.

Les nummulites de Montricher appartiennent évidemment à des espèces différentes de celles des environs de Gap. D'après l'examen qui en a été fait par M. d'Archiac, on y trouve deux grandes espèces, *Nummulites complanata*, Lam. et *N. Dufrenoyi*, d'Arch.; une petite espèce renflée, *N. Ramondi*, Desf., extrêmement abondante, et peut-être encore, mais avec doute, vu le mauvais état de conservation, les *N. planulata*, d'Orb., *N. perforata*, id., et *N. variolaria*, Sow. On y trouve aussi des orbitoïdes (*O. submedia*, d'Arch.), de grandes huîtres et quelques oursins, dont un a paru se rapporter au *Conoclypus anachoreta*, Ag.

Cette faune fossile est complètement différente de celle de Saint-Bonnet et de Faudon, mais elle est celle des assises inférieures du terrain nummulitique de Thônes, près d'Annecy. Comme nous l'avons déjà dit (§ 254), elle indique l'existence d'un étage inférieur, qui manque à la base du terrain nummulitique des environs de Gap ; mais cela n'empêche pas de considérer le grand étage des grès et des schistes ardoisiers qui viennent au-dessus comme le prolongement des grès et des schistes analogues qui forment la grande masse du terrain nummulitique d'Orcières, de Vallouise, etc.

§ 274. — **Vallon de Fréjus, col de l'Échauda.** — Le renversement général de la superposition, tel qu'il se montre sur le flanc ouest de la Ponsonnière et dans presque toute la traversée de la Maurienne et de la Tarantaise, se retrouve encore, sur une certaine étendue, au sud de la Guisane. Les *grès houillers* du Puy-Saint-Pierre (§ 262) tournent au N.-O., en prenant une inclinaison de plus en plus grande, aux Éduits et dans tout le coteau de la rive droite, en face de Saint-Chaffrey. Plus loin, en face de Chantemerle et de la Salle, ils sont devenus verticaux, puis ils se renversent de plus en plus. Les *quartzites*, prolongements de ceux de l'escarpement de Notre-Dame des Neiges, éprouvent les mêmes changements d'inclinaison, deviennent verticaux au hameau de Gaudessart, et sont renversés, en face de la Salle, dans la gorge qui descend du vallon de Fréjus et dans l'énorme banc rocheux qu'ils forment au-dessus du Bès. Les calcaires, correspondant à ceux de Notre-Dame des Neiges, éprouvent le même renversement, dans le flanc N.-O. du vallon de Fréjus, entre le Bès et le col de l'Échauda. Cette disposition des divers terrains est représentée dans notre coupe pl. IV, fig. 4.

Au milieu des calcaires du vallon de Fréjus, on remarque une assise de grès ou de schistes argileux, colorés de nuances variées, rouges, verdâtres ou noirs, dans lesquels se trouvent

des lits d'argile schisteuse noire contenant des enduits et des rognons de *graphite*. L'exploitation de ce graphite a été tentée il y a quelques années; la matière était même plus pure, plus onctueuse que la plombagine du Chardonnet; mais les gîtes paraissent fort restreints. Le gisement de ce graphite est tout différent de celui du Chardonnet; les couches qui le renferment ne ressemblent en rien aux *grès houillers* et paraissent intercalées régulièrement dans le système des calcaires L', prolongements évidents de ceux du Grand-Galibier et de la Ponnrière.

Ce n'est pas, du reste, le seul gisement de *graphite* signalé dans le Briançonnais, en dehors du *terrain houiller*; nous en avons déjà mentionné un autre, en Vallouise, dans des couches qui paraissent dépendre du terrain *nummulitique* (§ 248).

Depuis le bas du vallon de Fréjus jusqu'au flanc de la Montagnole, contrefort du massif granitique du Pelvoux (pl. IV, fig. 4), les couches inclinent constamment vers l'est, et il semblerait, au premier abord, qu'elles forment une série régulière d'étages, dont le plus ancien serait celui qui repose immédiatement sur le granite Y. Or, comme nous l'avons déjà indiqué (§ 248), les couches qui s'appuient immédiatement sur le granite sont remplies de *nummulites* et sont, incontestablement, le prolongement du terrain nummulitique de Vallouise. Ainsi, l'ensemble des assises calcaires L' situées de part et d'autre du col de l'Échauda semble, d'une part, reposer sur le terrain *nummulitique*; d'autre part, s'enfoncer sous les *quartzites* du Bès et les *grès à anthracite* de la Saille. Il est évident que ce ne peut pas être une superposition normale; il y a renversement général de la série des terrains, ou plutôt, comme aux Encombres et comme dans le massif du Galibier, combinaison de failles et de replis avec renversements partiels. Le col de l'Échauda est ouvert dans une large zone de *gypse*, qui est le prolongement évident de celle du col de

Galibier ; les calcaires situés à l'ouest de ce col correspondent à ceux de la Mendette, et il doit y avoir une *faille* entre eux et le *gypse*, au col même. Ces calcaires L' sont *renversés* sur le terrain *nummulitique* E ; entre les deux terrains, on remarque une zone de *carnieules ca*, dont la teinte a fait donner à cette partie de la montagne le nom de Terre-Rouge. Je ne pense pas que ces *carnieules* soient *triasiques*, comme ceux qui accompagnent les *gypses*, dans la plupart de leurs gisements ; ils me paraissent plutôt correspondre à certaines masses de *carnieules* et de *gypses* que l'on trouve, dans les Basses-Alpes, entre les terrains jurassiques et le terrain nummulitique, et qui dépendent probablement de ce dernier. Quant aux calcaires situés entre le col de l'Échauda et les granges de Fréjus, ils correspondent à ceux du Grand-Galibier et du Perron des Encombres, et ils doivent être au moins une fois repliés et renversés sur eux-mêmes, comme nous l'avons établi plus haut.

§ 275. — **Col de Fréjus, Prorel.** — Au midi du vallon de Fréjus, s'élève une pente couverte de végétation et de débris, qui est formée de schistes tendres, cristallins, offrant tout l'aspect des *schistes talqueux* des terrains *primitifs* ; ils sont figurés comme tels par le signe γ , sur la *Carte géologique de France*, et nous croyons devoir, jusqu'à preuve du contraire, maintenir cette classification. La stratification de ces roches et leurs rapports avec les terrains environnants sont difficiles à apprécier : au nord, ils sont probablement limités par une *faille*, mais au sud, ils supportent des grès peu épais et des masses isolées de calcaires compactes, particulièrement celle qui forme la roche de Paluel, et ils s'étendent jusqu'au pied du pic de Prorel.

Ce pic, remarquable par son isolement, et d'où l'on embrasse le plus admirable panorama de tout le Briançonnais, domine, d'autre part, le plateau de Notre-Dame des Neiges, et on le

gravit facilement en trois quarts d'heure à partir de la chapelle. Aux calcaires sur lesquelles celle-ci est bâtie, succède une large zone de *gypsc*, sans stratification distincte, qui en est probablement séparée par une *faille*; ces gypses sont recouverts par d'autres calcaires compactes, sans doute identiques à ceux de Galibier et de Briançon, qui forment tout le soubassement du pic du côté de l'est. Mais le pic même est entièrement composé d'un *conglomérat grossier*, contenant des fragments de toutes les sortes de roches du Briançonnais, plus ou moins roulés, ayant jusqu'à trois ou quatre décimètres de diamètre et souvent plus. Ces fragments sont réunis par un ciment calcaire compacte, dans lequel j'ai aperçu quelques traces de coquilles (huîtres, peignes, etc.??). Il est impossible de ne pas remarquer l'analogie de ce conglomérat avec celui des Aiguilles d'Arves, et il me paraît probable qu'il appartient aussi aux terrains tertiaires. Cependant, vu son peu d'étendue et son isolement de la zone *nummulitique*, je n'ai pas cru pouvoir poser cette assimilation comme certaine ni représenter ce conglomérat par la lettre E.

Des conglomérats analogues paraissent exister aussi, avec un développement assez grand, dans les sommités peu accessibles de la montagne des Tenailles, qui paraît présenter à peu près la même constitution que celle de Frorel, avec des proportions beaucoup plus considérables.

§ 276. — Nous avons examiné avec détail les relations des *grès à anthracite* et des autres terrains au N.-O. de Briançon, parce que c'est dans ces localités surtout qu'on avait cru trouver des preuves de la superposition ou de l'association intime des *grès à anthracite* aux calcaires du *lias*. Nous examinerons maintenant les relations des mêmes terrains vers les limites est et sud de la grande zone des *grès à anthracite*.

Névache, Mont-Thabor. — A Névache, on a cru voir une

superposition des *grès à anthracite* aux *calcaires du Briançonnais* ; la coupe pl. IV, fig. 2, montre la coupe naturelle du contact de ces deux terrains, d'après le croquis exact que j'en ai pris sur les lieux. Il est évident que c'est une *faille* des mieux caractérisées, au bord de laquelle les *grès houillers*, *h*, formant la lèvre supérieure, sont *cambrés* et les calcaires, *L'*, formant la lèvre inférieure, sont *retroussés*, comme cela arrive le plus souvent dans les failles classiques du Jura, de la Chartreuse, etc.

Cette *faille*, à la limite orientale de la zone houillère, n'est pas toujours aussi marquée, et même souvent elle n'existe pas. Ainsi, au nord de Névache, elle devient de moins en moins prononcée, et bientôt les *grès houillers* sont recouverts régulièrement par les *quartzites*, *q*, qui plongent à l'est et se recourbent en *fond de bateau* sous le sommet du Mont-Thabor (pl. IV, fig. 1). Le mamelon arrondi qui couronne cette montagne est, comme l'a indiqué depuis longtemps M. Sismonda, formé de *gypse*, *i*, et de calcaire compacte, *L'*, reposant sur les *quartzites*, *q*. Ces calcaires ont une structure un peu feuilletée et noduleuse ; ils contiennent des encrines et des coquilles fortement empâtées, et ils rappellent parfaitement certaines couches qui accompagnent les lumachelles de l'*infra-lias*, dans les localités où celles-ci sont bien caractérisées. Ainsi, par ces caractères, comme par sa position immédiatement au-dessus du *gypse*, le calcaire de la chapelle du Mont-Thabor me paraît pouvoir être rapporté à l'*infra-lias*. Il ne forme qu'un mamelon d'une très-petite étendue ; la pyramide du signal, située à quelques minutes de là, est sur le *quartzite*.

§ 277. — **Briançon.** — Au sud de Névache, la *faille* limitant à l'est la zone des *grès houillers* suit le flanc oriental du vallon de Longet et passe ensuite dans le haut du vallon de Granon. Mais elle est de moins en moins marquée, et même les couches de ses deux bords se raccordent dans les crêtes,

entre Granon et le col de Cristoul, avec un renversement très-net, comme la représente la coupe pl. IV, fig. 3. Mais, plus au sud, on voit la faille reparaitre et se prononcer de plus en plus vers la vallée de la Guisane, comme vers celle de la Clarée; un peu au nord de Briançon, la faille se présente comme nous l'indiquons pl. IV, fig. 4, entre les *grès houillers*, *h*, de Saint-Chaffrey, surmontés par les *quartzites*, *q*, et, d'autre part, les calcaires L' de la Croix de Toulouse, prolongements de ceux de Briançon.

La ville de Briançon est bâtie sur la limite occidentale de la grande zone des calcaires compactes L', qui forment la lèvre inférieure de cette faille; les *quartzites* et les *grès houillers* qui en formaient le bord supérieur, comme au nord de la ville, dans la coupe précédente, ont été emportés par l'érosion, au confluent de la Durance et de la Guisane. Cependant, on aperçoit encore un petit affleurement de *quartzites* dans la pente à l'ouest de la ville, et un affleurement de *grès houiller*, *h*, tout en bas, à Sainte-Catherine, près des usines de MM. Chancel. Le contact de ces terrains avec les calcaires L', au bord de la faille, est ensuite masqué par la grande terrasse d'alluvions anciennes A' formée au débouché de la gorge de Cervières. Mais un peu plus loin, entre cette gorge et celle des Ayes, les calcaires sont retroussés verticalement vers l'ouest, les *quartzites* apparaissent entre eux et les *grès houillers* du Grand-Villard: les rapports des terrains se retrouvent à peu près dans les mêmes conditions que dans la crête de Granon. Le torrent des Ayes coupe obliquement ces terrains bouleversés; à la hauteur des granges de Piésec, leur disposition est représentée par le profil pl. V, fig. 4.

Le terrain houiller se montre à découvert jusque dans le haut du vallon des Ayes, au-delà du hameau; il forme une voûte centrale de soulèvement, flanquée régulièrement de *quartzites*, *q*, et de calcaires L' (pl. IV, fig. 5).

Briançon domine l'extrémité nord-est d'une petite plaine ou

large vallée, de plus de six kilomètres de long, creusée dans les *grès houillers*, qui la bordent des deux côtés et forment les pentes inférieures des montagnes, au Puy-Saint-Pierre, au Puy-Saint-André et à Presles, sur la rive droite, au Grand-Villard, sur la rive gauche. Les sommités des montagnes qui entourent cette petite plaine sont formées par des masses diversement disloquées de calcaires compactes L', et l'on trouve constamment, entre eux et les *grès houillers h*, la zone des *grès quartzeux blancs ou bigarrés*, dits *quartzites*, *q*, dont on peut suivre de l'œil presque tous les affleurements, à l'aide de leur aspect caractéristique. Ces *quartzites*, s'abaissant graduellement avec l'ensemble des terrains, du côté du sud, viennent resserrer et barrer la vallée au-dessous du village de Presles; ils forment les roches abruptes auxquelles est appuyé le pont, à l'endroit où la Durance, quittant la plaine de Briançon, s'engouffre dans les gorges de Queyrières.

§ 278. — **Presles, Saint-Martin, Queyrières.** — De Presles à l'Argentière, la vallée de la Durance présente des accidents très-complicés, qui en rendent la structure très-difficile à débrouiller; ces accidents donnent lieu à des apparences trompeuses de superpositions, qui ont induit en erreur presque tous les géologues, et moi-même entre autres, jusqu'à ces dernières années. Si l'on considère seulement les parties élevées de ses deux flancs, en faisant abstraction des masses qui occupent le fond et dans lesquelles la Durance a creusé son lit, cette partie de la vallée ressemble beaucoup à la plaine de Briançon; c'est aussi, en somme, un vaste *cirque* ouvert par le déchirement profond des terrains, *lias*, *quartzites* et *grès houillers*. Mais, dans la rupture centrale de ce cirque, s'est affaissée une grande masse de calcaires, très-bouleversés, appartenant aux assises inférieures des calcaires *liasiques* L'; cette masse s'est détachée de la voûte de soulèvement et s'est affaissée tout d'une pièce entre les deux flanquements; cet

affaissement central a eu lieu entre deux *failles*, souvent compliquées de plusieurs autres petites *failles* échelonnées. On peut se représenter exactement cette disposition en imaginant ce qui aurait lieu pour les différentes parties d'une voûte dont on viendrait à écarter les deux voussoirs : la clef de voûte s'affaisserait dans le centre et les autres pièces du cintre s'affaisseraient en échelons, jusqu'à combler le vide résultant de l'écartement des piliers. On se figurera dès lors sans peine toute la complication que doivent présenter, dans les détails, les rapports de contact et de superposition ou de juxtaposition des divers terrains, dans cette partie de la vallée de la Durance.

Entre le pont de Presles et le village de Saint-Martin, on voit les *grès houillers* reparaître sous les quartzites, qu'une faille relève bien au-dessus du niveau de la route. De Saint-Martin à Queyrières, la route est constamment tracée dans les *grès houillers*, qui forment, au-dessus, une pente de quelques centaines de mètres de largeur. On a ouvert dans ces grès de nombreuses galeries pour l'exploitation de l'*anthracite*; à cause de leur situation sur le bord de la grande route, ces gîtes sont connus et exploités depuis longtemps. La principale couche exploitée a une puissance variable, ordinairement d'un à deux mètres; elle affleure, sur un kilomètre environ, suivant la direction moyenne N. 7 à 8° O. et plonge sous la montagne, vers l'est, sous un angle de 40 à 50°. Dans le ravin de Queyrières, au lacet de la route entre les deux villages, on distingue encore deux autres couches de charbon. On trouve dans les grès quelques empreintes de tiges, surtout de *calamites*.

Ces mines sont les mieux placées des Hautes-Alpes pour la commodité des transports, mais le charbon en est très-friable et de qualité inférieure à celui de Combarine, au Puy-Saint-Pierre, et de quelques autres localités des environs de Briançon. Elles ont été sujettes, à diverses reprises, à des dégagements de *feu grisou*; ce fait s'est produit dans plusieurs autres mines

du Briançonnais, tandis qu'il est inconnu dans celles de la Mure.

Au-dessus de la route, les *grès houillers* sont recouverts en stratification concordante par les *quartzites*, et ceux-ci, divisés en deux bandes par une *faille*, sont recouverts, dans le haut de la montagne, par les calcaires (pl. IV, fig. 5). De l'autre côté de la route, un peu avant Queyrières et sous ce village même, dans la gorge de la Durance, commence à se montrer un groupe de calcaires noirs ou d'un gris foncé, grossièrement feuilletés, dont les couches plongent aussi vers l'est et semblent ainsi s'enfoncer sous les grès à anthracite. Le rocher auquel sont adossées les maisons de Queyrières est formé des couches supérieures de ces calcaires. De là à Sainte-Marguerite, la route suit presque exactement la limite de ces calcaires et des grès sous lesquels ils s'embent s'enfoncer. Mais on peut aisément se convaincre que cette superposition apparente présente des circonstances très-irrégulières; au contact, les calcaires sont extrêmement contournés en tout sens et comme *laminés*; les grès sont brisés et, sur une partie du trajet, un lambeau de *quartzite* vient s'intercaler à la ligne de séparation des deux terrains. On ne peut donc pas dire que l'on voit le calcaire plonger *réellement* sous les grès à anthracite, et les détails du contact s'expliquent beaucoup mieux dans l'hypothèse d'une faille dont la route suivrait la direction, que dans l'hypothèse d'une superposition régulière.

A partir de Sainte-Marguerite, la route tourne sur la droite vers l'ouest, en se rapprochant de la gorge de la Durance; elle abandonne ainsi la ligne du contact des grès et des calcaires et descend en lacets, à travers ceux-ci, sur les villages de la Bessée. Le contact des deux terrains se suit encore de l'œil, à l'est de la route, par le hameau des Molières, jusqu'au ravin qui tombe entre les deux villages de la Bessée; mais la zone de grès se termine brusquement, et les calcaires compactes l', formant la crête qui la domine constamment depuis les environs

de Briançon, viennent ainsi en contact immédiat avec les calcaires schisteux de la route et de la gorge de la Durance, sur lesquels ils reposent régulièrement.

Cette brusque terminaison de la bande de *grès houillers*, ainsi que des *quartzites* qui la recouvrent, est encore une raison de plus pour faire attribuer à une *faille* la position en apparence *inférieure* des calcaires schisteux de Queyrières et de la Bessée.

§ 279. — Calcaires schisteux des gorges de la Durance.

— Les calcaires plus ou moins schisteux dont nous venons de suivre la limite orientale depuis Queyrières jusqu'à la Bessée, forment un lambeau important, dont le contour est à peu près celui d'un parallélogramme de six kilomètres de long sur près de trois kilomètres de large; la Durance et la Gyronde, rivière de Vallouise, y sont encaissées profondément, à leur confluent. Sur ces calcaires, à peu près aux quatre angles du parallélogramme, sont situés les villages de la Bessée, de l'Argentière, des Vigneaux et le hameau du Bouchier.

C'est près de ce dernier, à la chapelle de saint Hippolyte, que le calcaire (L') commence à se montrer, sur la rive droite de la Durance, et l'on voit (pl. IV, fig. 5) qu'il repose sur des *quartzites blancs ou bigarrés*, *q*, comme le calcaire qui forme les cimes des montagnes, des deux côtés de la vallée. Au Bouchier, ce calcaire bute contre le pied d'un escarpement de *quartzites*, *q*; à quelques centaines de pas plus au nord, on voit même affleurer, entre deux, un petit lambeau de *grès houillers*, *h*. Ce contact est encore évidemment le résultat d'une *faille*, laquelle même est doublée d'une autre faille, au-dessus et au S.-O. du Bouchier, faisant affleurer le *grès houiller*, *h*, dans une fracture du *quartzite*, *q*, (pl. IV, fig. 5). Cet affleurement de *grès houiller* continue dans la direction du S.-O., par suite de la même faille, et vient passer au N.-O. des Vigneaux, au hameau de Rioucros. Là, ainsi

qu'au-dessus du Bouchier, il est le siège de quelques petites exploitations d'anhracite.

Ainsi depuis le Bouchier jusqu'aux Vigneaux, le calcaire du centre de la vallée se trouve en contact, à son bord N.-O., tantôt avec les *quartzites*, *q*, tantôt avec des couches plus ou moins basses du *grès houiller*, *h*; ce contact a donc, de ce côté encore, tous les caractères d'une *faille*.

Il en est de même des Vigneaux à l'Argentière : dans cet intervalle, la calcaire du fond de la vallée est limité par une ligne à peu près N.-S., comme de Queyrières à la Bessée, et il se trouve en contact par son bord, tantôt avec les couches supérieures des *grès houillers*, comme à Rioucros, tantôt directement avec les *quartzites*, à Côte-Olivière, à peu près à mi-chemin des Vigneaux à l'église de l'Argentière; tantôt enfin avec des assises assez basses du terrain houiller, qui affleure au-dessus de lui, avec une épaisseur de plusieurs centaines de mètres, entre l'église de l'Argentière et la mine de plomb argentifère ouverte dans les *quartzites*. De ce côté encore, le contact des calcaires et des grès ne peut donc être considéré que comme un abouchement irrégulier résultant d'une *faille*.

A son extrémité sud, sur la rive droite du Fournel, près de l'ancienne fonderie, ce contact se présente avec une apparence de superposition régulière qui m'avait trompé, il y a quelques années, et m'avait fait admettre que les calcaires schisteux de l'Argentière étaient réellement inférieurs aux *grès à anthracite*. La fig. 5, pl. V, représente rigoureusement, telle qu'on la voit, la disposition des couches traversées par le Fournel depuis les gorges au-dessus de la mine jusqu'au niveau de la vallée de la Durance; les croquis ont été pris sur la rive droite, sauf l'intervalle *m n*, où ils l'ont été sur la rive gauche. Cette coupe montre que le grès houiller *h* est trop bouleversé pour qu'on puisse attacher quelque importance à l'apparence de sa superposition, sur un espace très-restreint, au calcaire schisteux *cs* du bord de la Durance; cet abouchement des deux

terrains s'explique très-bien par une *faille* pareille à celles qui découpent le massif houiller lui-même, entre ce point et l'entrée de la galerie d'écoulement.

Ainsi ce contact anormal des calcaires schisteux de l'Argentièrre avec le grès houiller, ne force nullement à admettre qu'ils sont plus anciens que celui-ci et ne s'oppose point réellement à leur réunion avec les calcaires *liasiques* L'. Sur la rive gauche de la Durance, en face de ce point, on voit les mêmes calcaires schisteux immédiatement à la base des calcaires compactes L', avec lesquels ils se lient inséparablement; ils n'en sont évidemment qu'une subdivision, un étage inférieur, plus distinct dans ces localités qu'auprès de Briançon, et correspondant probablement à l'*infra-lias*. Jusqu'ici on n'a pu y trouver aucune trace de fossiles.

§ 280. — **L'Argentièrre.** — La coupe fig. 5, pl. V, montre l'épaisseur sur laquelle affleure le terrain *houiller*, *h*, au bord de la gorge du Fournel; on y a ouvert quelques exploitations; le charbon y est généralement très-friable, par suite de l'état bouleversé du terrain. La galerie d'écoulement ouverte pour rejoindre la mine de l'Argentièrre et non encore terminée, a traversé, sur cent soixante-dix mètres de longueur, les assises supérieures de ces grès, et a rencontré trois couches d'anthracite d'environ un mètre d'épaisseur chacune. On y a trouvé une belle tige de *lepidodendron* de dix centimètres de diamètre, avec beaucoup d'autres empreintes de *lepidodendron*, de *calamites*, etc. Après ces grès, la galerie traverse des *poudingues bigarrés*, sur cinquante mètres environ, puis atteint des *grès blancs* passant au *quartzite*.

Cette succession se voit très-nettement au jour en montant de l'église de l'Argentièrre à la mine. Avant d'atteindre le hameau de la Bourgeat, on rencontre le *grès houiller*; sa stratification, d'abord peu visible, devient plus nette dans le haut; il plonge vers l'ouest et s'enfonce sous les escarpements de

St-Roch (fig. 6, pl. V), constitués par les *poudingues bigarrés* et les *quartzites*. Les *poudingues p* sont en gros bancs qui plongent d'environ 60° vers l'ouest ; leur puissance est d'environ cinquante mètres. Ils sont recouverts parallèlement par les grès quartzeux blancs *q* (*quartzites*), quelquefois un peu nuancés de rouge et de vert, dans lesquels sont les galeries d'exploitation de la mine de plomb argentifère. Ces *quartzites* forment une assise puissante de plus de cent mètres, dont les couches inclinent fortement vers l'ouest ; près des bâtiments de la mine, ils sont dirigés au N. 4° O. et plongent de 70° vers l'ouest. Ils sont nettement stratifiés, en bancs peu épais, surtout dans la partie supérieure. Derrière les bâtiments de la mine, ils sont recouverts, en concordance, par des schistes argileux verdâtres ou lie de vin, *s*, au-dessus desquels vient une grande masse de calcaires compactes *L'*, formant la crête escarpée de la montagne. La superposition régulière de ces calcaires aux *quartzites* est évidente sur la rive droite (pl. V, fig. 5) ; les calcaires plongent vers l'ouest comme les quartzites et s'étendent au-dessus, en remontant la gorge du Fournel, où leurs couches éprouvent des contournements compliqués avant de s'enfoncer sous le terrain nummulitique E.

Sur la rive gauche du Fournel (pl. V, fig. 6), la disposition des couches calcaires *L'* semble en désaccord avec celle de la rive droite. Dans la partie supérieure de la montagne, elles ont une inclinaison très-marquée vers l'est, tandis que les *quartzites q* recouvrant les *poudingues p* de la chapelle Saint-Roch, plongent fortement vers l'ouest. Ces deux groupes de couches, calcaires et *quartzites*, partout ailleurs superposés en stratification parallèle, semblent ici buter à angle droit l'un contre l'autre. C'est un remarquable exemple des perturbations locales que les dislocations peuvent apporter dans les rapports habituels des couches entre elles ; mais on ne saurait y voir une *discordance de stratification* entre les quartzites et les calcaires, encore moins un motif de considérer ceux-ci comme

s'enfonçant sous les *quartzites* et les *grès à anthracite* et comme plus anciens que ces grès, ainsi que M. Gras a prétendu en trouver la preuve dans cette disposition.

Cette disposition anormale s'observe, non seulement à l'extérieur, mais encore dans les travaux souterrains de la mine. Les galeries poussées le plus loin vers l'ouest aboutissent à une *faille* inclinée, comme le filon, d'environ 30 à 35°, où les *quartzites*, plongeant de 65 à 70°, butent presque perpendiculairement contre un mur de calcaire à peu près parallèle à la faille. La faible inclinaison de cette faille et la disposition des deux terrains en contact portent naturellement à croire que cette fracture s'est produite, en premier lieu, suivant un plan à peu près vertical, alors que les *quartzites* étaient encore peu inclinés : le calcaire contre lequel ils butent presque perpendiculairement est un lambeau qui se serait alors affaissé dans la fracture, en prenant l'inclinaison de la faille elle-même, comme on en voit fréquemment des exemples, et l'ensemble des terrains aurait été redressé ensuite, de telle sorte que les *quartzites* sont devenus inclinés de 65 ou 70°; par le même mouvement de rotation, le plan de fracture, qui était presque vertical, a été rabattu à une inclinaison moyenne d'environ 35°.

Telle est la disposition, essentiellement locale, que nous essayons de représenter dans notre coupe pl. V, fig. 6. Elle paraît continuer, vers le nord, dans la partie supérieure de la montagne, sur quelques centaines de mètres en direction. Les *quartzites* plongent toujours à l'ouest, et l'on voit continuer, au-dessous d'eux, la zone rougeâtre des *poudingues bigarrés*, plus bas celle des *grès houillers*.

L'examen des accidents compliqués que présente la vallée de la Durance entre le pont de Presles et l'Argentière ne contredit en rien, comme on le voit, la distinction fondamentale des terrains posée au commencement de ce chapitre. Le grand lambeau calcaire compris entre Queyrières et l'Argentière

n'appartient point réellement à une formation inférieure aux *quartzites* et aux *grès à anthracite*; il ne plonge point réellement sous ces terrains, il leur est seulement juxtaposé par suite de *failles*. A son angle sud-est, un peu en aval de la Bessée, ce lambeau de calcaires schisteux se raccorde régulièrement avec le groupe des calcaires *liasiques L'* de la rive gauche, dont il n'est que l'assise inférieure. On retrouve des assises schisteuses analogues, à la base de ces calcaires, à Saint-Crépin, sur la route du Queyras, entre Guillestre et la Maison du Roi, et sur beaucoup d'autres points.

§ 281. — **Chantelouve, Réotier.** — A partir du confluent du Fournel, on observe, des deux côtés de la Durance, un abaissement brusque des calcaires compactes qui forment les escarpements des deux flancs de la vallée. Ces calcaires descendent ainsi jusqu'au niveau de la Durance, bien avant le village de La Roche; ils forment, en face, l'escarpement sur lequel monte le chemin de Freyssinières, les gorges de Palon, et ils constituent, le long de la rivière, une petite crête affaissée, qui continue jusqu'au-delà de Chantelouve. La masse principale des mêmes calcaires, dont cette petite crête se détache, un peu au nord de Champcella, continue de régner à l'ouest et supporte, dans les hauteurs, les grès *nummulitiques*. Dans la cassure qui existe entre ces deux lèvres de calcaire compacte, on voit reparaître, à Champcella, des calcaires schisteux, comme ceux de l'Argentière. Un peu plus au sud, cette rupture prend tous les caractères d'une *faille*, et fait affleurer des *quartzites* et des *grès à anthracite*. Ceux-ci se montrent dès que l'on commence à descendre de Champcella vers Chantelouve; au bas du ravin de Fayssore, ils forment un coteau couvert de vignes dans lequel il y a une petite exploitation d'anthracite; il est dominé par une crête de *quartzites*, *q*, en couches verticales, adossées à la masse supérieure des calcaires *L'* (pl. V, fig. 7). La faille continue dans la direction de

Réotier et fait encore affleurer, sur une zone étroite, les *grès à anthracite, h*, jusqu'au lieu dit les Milières, où sont les derniers indices d'anthracite de la vallée de la Durance.

Cette même faille passe près de l'église de Réotier et traverse la Durance pour venir aboutir au Plan de Phazy. Sa direction générale, depuis Champcella jusqu'à ce point, est environ N. 8° O., parallèle au cours de la Durance et aux crêtes de tous les environs de Guillestre. Sa trace est marquée par des accidents variés et remarquables. A Réotier et en dessous, jusqu'à la Durance, on voit apparaître une grande masse de *gypse* et de *cargneules*, accompagnés de schistes et de grès de diverses couleurs et contenant des filons-couches d'une roche verte mal définie, qui semble être un passage de la serpentine aux spilites. Cette localité ressemble beaucoup aux affleurements gypseux de Champ, de Cognet et autres localités de l'Isère (§ 63 et 70). Une source thermale sort de ces roches bouleversées, tout près de la Durance; elle est analogue, par sa composition, aux sources plus importantes que nous allons rencontrer de l'autre côté de la rivière.

§ 282. — **Plan de Phazy** — Au Plan de Phazy, la continuation de la même faille donne lieu à un affleurement plus remarquable encore, celui d'un petit mamelon de *terrain primitif*, sur lequel on voit reposer immédiatement les *quartzites*, réduits à une très-faible épaisseur. Les terrains sont coupés nettement et offrent la disposition indiquée pl. IV, fig. 6 :

E, *grès nummulitiques* très-bouleversés, plusieurs fois repliés sur eux-mêmes, formant les roches de la Moulinière;

L', calcaires compacts du *lias*, retroussés et renversés sur les précédents, au bord de la faille;

Y, roche granitique, gneiss porphyroïde à feldspath rose et mica vert terne, ressemblant à des variétés de protogyne schisteuse très-communes dans le massif du Pelvoux;

q, grès blanc ou un peu jaunâtre, passant au *quartzite*; il est appliqué immédiatement sur la roche granitique, qui a évidemment servi de base à son dépôt; l'épaisseur totale de ce quartzite n'est guère que de cinq à six mètres;

d, banc de dolomie jaunâtre, de deux à trois mètres d'épaisseur;

i, gypse, formant un amas très-puissant sur la rive gauche du ruisseau de Brunehart. De l'autre côté de ce torrent, on ne trouve plus que les grès schisteux nummulitiques *e*, jusqu'à Guillestre. Il y a nécessairement une seconde faille entre le gypse et ces grès, dont les inclinaisons sont précisément inverses.

Les sources thermales jaillissent de la première faille, au contact du calcaire *L'* et du gneiss *γ*. Leur température est de 28 à 30°; elles contiennent, par litre, près de 9 grammes de sels, dont environ 5 grammes de *chlorure de sodium*, 3 de *sulfate de chaux*, de *magnésie et de soude* et 1 de *carbonates de chaux, de magnésie et de protoxyde de fer*. Elles sont très-volumineuses et forment des dépôts considérables de tufs calcaires colorés par l'oxyde de fer.

L'affleurement du Plan de Phazy offre un grand intérêt géologique, en ce qu'il nous montre le terrain *primitif* recouvert immédiatement par les couches du *trias*, sans aucune trace de grès à anthracite. C'est, dans le Briançonnais, l'exemple le plus net de cette superposition, qui devient le cas ordinaire sur le versant piémontais, où les *grès houillers* manquent généralement.

Les affleurements de Chantelouve et de Réotier sont, en effet, les dernières traces de l'extension du *terrain houiller* vers le midi; le gneiss du Plan de Phazy faisait partie, très-probablement, d'une terre émergée à l'époque houillère, à laquelle on peut rattacher encore les petits affleurements de gneiss de Dormillouse et de l'Alp-Martin (§ 246), et qui s'étendait sans doute vers l'est en comprenant les *gneiss* du col

Longet, à la source de l'Ubaye, et d'autres affleurements de terrains cristallins dans le massif du Viso. Cette bordure de roches cristallines fermait au midi le *grand bassin houiller des Alpes*, qui s'étendait, au nord, à travers la Maurienne, la Tarantaise et la vallée d'Aoste jusqu'aux environs de Sion en Valais.

Zones mitoyenne et orientale : Lias et trias alpin.

§ 283. — La zone mitoyenne du Briançonnais est presque entièrement occupée par un énorme développement des *calcaires compactes du lias*, L' : elle commence au nord, au col de la Roue, comprend le col de l'Échelle, la vallée de la Clarée au-dessous de Névache, le Mont-Genèvre et l'énorme pàté de montagnes situé entre la Durance, à l'ouest, et le bassin du Queyras à l'est. Les gorges du Guil, entre Guillestre et le château Queyras, traversent cette zone dans toute sa largeur. Nos coupes, pl. IV, fig. 2, 3, 4, 5 et 6, mettent en évidence sa structure très-uniforme. Elle se résume en de nombreux replis des calcaires compactes L', avec déchirures plus ou moins profondes par lesquelles on voit affleurer sur un grand nombre de points les couches *triasiques*. Tantôt les *quartzites* se montrent immédiatement au-dessous des calcaires, comme dans un grand nombre de points de la zone occidentale et comme on le voit encore entre Guillestre et Maison-du-Roi (pl. IV, fig. 6) au col des Ayes, etc. Mais le plus souvent on trouve entre les calcaires L' et les *quartzites* q, des *gypses* et des *cargneules*, i, qui paraissent prendre un développement de plus en plus considérable à mesure qu'on approche de la limite orientale de cette zone. On remarque en même temps que, près de cette limite, les *gypses* sont ordinairement accompagnés de *schistes lustrés* gris, d'aspect talqueux, qui préludent au développement énorme de roches semblables

dans la zone orientale, comprenant le Queyras et le haut de la vallée de Cervières.

§ 284. — Dans cette large zone des calcaires du Briançonnais, on n'a rencontré jusqu'ici aucun gisement de fossiles déterminables : deux localités ont fourni des fossiles abondants, mais mal conservés, qui suffisent cependant pour établir des rapprochements, au moins très-probables, avec des types de couches mieux caractérisées.

L'une est la carrière de marbre rouge exploitée au-dessus et à l'est de la ville de Guillestre. Ce marbre est un calcaire compacte rempli de nodules à enduits lustrés, qui lui donnent un aspect bréchiforme ; mais ces nodules sont de même nature que la roche et beaucoup d'entre eux ne sont que des moules d'ammonites très-déformés par la compression ; les caractères extérieurs de ces fossiles sont tellement effacés que leur détermination spécifique est impossible ou extrêmement douteuse. Cependant il m'a semblé y reconnaître *Ammonites bifrons*, Brug., *A. mucronatus*, d'Orb., et une forme voisine de *A. Hollandrei*, id., c'est-à-dire des types du *lias supérieur* ; on y rencontre aussi quelques bélemnites, parmi lesquelles j'ai cru reconnaître *B. tripartitus* et *B. brevis*, du même étage.

Ce calcaire rouge appartient à la partie supérieure des calcaires du Briançonnais ; c'est une des premières couches qui plongent vers Guillestre, près de l'entrée des gorges du Guil (pl. IV, fig. 6). Il forme une assise d'environ 20 mètres de puissance, dont les bancs ont une épaisseur variable de 0^m,30 à 4^m et plus ; ces bancs sont inclinés de 60° environ. Il repose sur des calcaires gris fragiles et est recouvert par de gros bancs de calcaire compacte, d'un gris pâle, puis par des calcaires schisteux bleuâtres, qui sont les dernières couches visibles et qui plongent sous les dépôts quaternaires A' du plateau de Guillestre.

Le calcaire rouge de Guillestre est exploité comme marbre

et comme pierre de taille; on trouve des couches analogues à la partie supérieure des *calcaires du Briançonnais*, sur plusieurs autres points, entre Mont-Dauphin et Saint-Crépin, et dans la gorge du Guil, entre Maison-du-Roi et le Veyer. Ces couches me paraissent correspondre, très-probablement, au *calcaire rouge à ammonites* des bords du lac de Côme, en Lombardie; comme dans celui-ci, d'ailleurs, la couleur rouge est un caractère accidentel, qui ne se rencontre que dans certaines localités.

§ 285. -- D'autres fossiles ont été trouvés récemment dans des couches placées, au contraire, à la base de la série des calcaires du Briançonnais, à la descente du Mont-Genèvre sur Cézanne; ils ont été recueillis par les membres de la Société géologique de France, dans le cours de la réunion extraordinaire de septembre 1864. Lorsque l'on quitte le plateau du Mont-Genèvre, on passe dans une coupure étroite des calcaires compactes L', dans lesquels la route est taillée en corniche; ils présentent des inclinaisons très-fortes et des contournements multipliés, mais en définitive ils sont redressés vers l'est, comme ils le sont aussi, avec plus de régularité et des inclinaisons moindres, dans le pic de Chaberton, au nord de cette coupure (p. IV, fig. 3). A l'issue de ce passage taillé dans les calcaires compactes, la route traverse une zone de *cargneules* *i*, en grande partie couverte par les éboulis des assises inférieures des calcaires L' : ces débris empêchent de voir en place les dernières couches calcaires qui recouvrent les *cargneules*; mais parmi les fragments tombés des hauteurs, on rencontre des échantillons de calcaire bleuâtre, un peu grenu, dont les cassures fraîches montrent beaucoup d'empreintes de petites coquilles bivalves. Bien que l'on n'y ait trouvé encore aucune espèce déterminable d'une manière certaine, l'analogie complète de position et d'aspect de ces calcaires coquilliers avec les lumachelles compactes de l'*infra-lias* du nord de la

Savoie et de la Lombardie a paru aux membres de la Société géologique une preuve convaincante de l'existence de cet horizon de fossiles, à la base des calcaires du Mont-Genèvre : dans ces mêmes éboulis, on a recueilli un fragment de calcaire plus compacte offrant une empreinte d'ammonite et provenant sans doute d'une assise un peu plus élevée.

§ 286. — Ces faits sont très-importants pour le classement des *calcaires du Briançonnais*, L', dont ils confirment l'assimilation au *lias* du massif des Encombres (§ 255) : ils ne sont pas moins importants pour le classement de la grande série de couches qui vient au-dessous, celle des *schistes lustrés calcaréo-talqueux*, z, qui forment tout le reste de la descente du Mont-Genèvre (pl. IV, fig. 3). Puisque les *calcaires du Briançonnais*, L', comprennent à leur base des couches contenant les fossiles de l'*infra-lias*, les *cargneules* i et les *schistes* z, qui viennent au-dessous, ne peuvent plus être regardés comme faisant partie du système du *lias*, comme du *lias modifié*, ainsi qu'on l'a cru pendant longtemps (§ 257) : ils appartiennent nécessairement à une formation plus ancienne et ne peuvent être rapportés qu'au système du *trias*.

Les *cargneules*, i, que nous rencontrons ici entre les calcaires, L', et les *schistes lustrés*, z, se montrent d'une manière assez constante dans cette situation; elles sont presque toujours accompagnées de *gypses* plus ou moins développés. Comme notre carte et nos coupes l'indiquent, cette zone, i, de *cargneules* et de *gypses* commence au col de la Roue (pl. IV, fig. 1) et se prolonge en face de Bardonnèche; on la rencontre au bas du col des Désertes, avec des *gypses* bien développés; à l'est du col de Bousson (fig. 4); plus loin, sur tout le trajet du col de Péas au Château Queyras, et encore au sud de cette dernière localité (fig. 5 et 6), au col du Fromage, à Ceillac, etc.

Dans tous ces points, les *cargneules* et les *gypses* sont intimement liés aux *schistes lustrés*, z, qui viennent au-dessous;

ils alternent avec des lits et de petites assises de schistes semblables, et sont évidemment une dépendance de cette grande formation schisteuse. Cette dépendance devient plus évidente encore à Savoulx, près d'Oulx, où de grandes masses de *gypses* et de *cargneules*, bien distinctes de celles du col de la Roue et des Désertes, alternent avec les couches les plus inférieures des *schistes lustrés*, *z*, et reposent sur des *quartzites*, *q*, dont elles ne sont séparées que par une mince assise de calcaires magnésiens. Les énormes amas de *gypse* de la haute Maurienne, au-dessus de Modane, et ceux du plateau du Mont-Cenis, sont placés de même *au-dessous* des *schistes lustrés calcaréo-talqueux*; et d'autres masses gypseuses se montrent intercalées dans l'épaisseur de ce système, dans les escarpements qui dominent à l'est la route du Mont-Cenis et se prolongent jusqu'au-dessous de Rochemelon.

Ainsi, les *gypses* et les *cargneules* ne caractérisent point un niveau unique et déterminé dans la série des assises du *trias* alpin : ils sont intimement liés aux *schistes lustrés calcaréo-talqueux*, et se trouvent, en amas, à la partie supérieure, ou dans le milieu, ou enfin à la base de ces schistes. C'est ainsi que, dans le *trias* classique de l'est de la France et l'ouest de l'Allemagne, les *gypses* se rencontrent à différents niveaux dans l'étage des *marnes irisées* et au-dessous encore. C'est un rapprochement de plus que l'on peut établir entre le *trias* alpin et le *trias* normal : si les *quartzites* du Briançonnais et de la haute Maurienne rappellent parfaitement les caractères du *grès bigarré*, les *schistes calcaréo-talqueux* de ces mêmes pays, avec les *gypses* et les *cargneules* qui leur sont associés, représentent non moins bien le facies alpin des *marnes irisées*.

§ 287. — L'analogie du *trias* des Alpes occidentales avec le *trias* classique est complétée par un étage calcaire intermédiaire, que l'on peut considérer comme représentant probable-

ment le *muschelkalk*. Le type de ce calcaire se rencontre au fort de l'Esseillon, en Maurienne; il repose immédiatement sur les *quartzites* et est recouvert par de puissants amas de *gypse*, au-dessus desquels vient l'immense étage des *schistes calcaréo-talqueux*. Dans cette localité, la puissance de cet étage calcaire s'élève à environ 150 mètres, et on a trouvé, dans ses couches supérieures, des coquilles bivalves, malheureusement indéterminables. Vers le nord, ce même étage, formé de calcaires magnésiens plus ou moins cristallins, paraît prendre un développement très-considérable dans le massif de la Vanoise, le val de Tignes, etc.; mais dans les autres directions, il diminue rapidement de puissance et se réduit à une assise de *dolomie* peu épaisse, à Modane, au Mont-Cenis, à Chaumont, près Suze, enfin à Oulx, où on la trouve immédiatement au-dessus des *quartzites*. D'après cet amincissement progressif, il y a lieu de penser que cet étage calcaire manque dans le Briançonnais: et nous ne connaissons en effet dans ce pays aucun exemple d'une assise calcaire distincte, placée certainement au-dessous des *gypses* et des *schistes calcaréo-talqueux* (1). Si nous voyons souvent les *calcaires du Briançonnais*, L', reposer immédiatement sur les *quartzites*, q, c'est que les autres groupes *triasiques* manquent dans ces localités.

(1) Le calcaire de Notre-Dame des Neiges (pl. V, fig. 1) repose immédiatement sur les *quartzites*, q, et semble s'enfoncer sous les *gypses*, i; mais, d'autre part, il semble identique au calcaire placé au-dessus des *gypses*, à la base de Prorel: la coupe n'est pas assez nette pour savoir s'il y a superposition régulière ou *faille* entre le calcaire, c, et les *gypses*, i. Cependant le calcaire de Notre-Dame des Neiges est un de ceux que de nouvelles recherches pourraient conduire à classer dans le *trias*; il pourrait en être de même de quelques couches calcaires de la gorge du Guil (pl. IV, fig. 6); mais jusqu'à de nouveaux documents, leur classification dans le *lias* me paraît encore plus probable.

Rien n'est plus variable, en effet, que le développement des différentes parties du *trias* alpin, et c'est une des raisons qui ont fait, pendant longtemps, méconnaître son existence. Le groupe des *grès blancs ou bigarrés*, dits *quartzites*, dont la puissance doit approcher beaucoup d'un millier de mètres dans le haut de la vallée de la Clarée, se réduit souvent à moins de 50 mètres, même à 25 ou 30 seulement, entre le Lauzet et le col du Galibier et sur plusieurs points du contour de la vallée de Briançon; épais de plusieurs centaines de mètres à Ceillac, au Veyer, et même entre Maison-du-Roi et Guillestre (pl. IV, fig. 6), il est rudimentaire au Plan de Phazy (§ 282); très-développé à l'Esseillon, à Oulx, au col du Petit-Mont-Cenis, il est rudimentaire ou complètement supprimé à la descente du Mont-Cenis, vers Suze (4). Enfin, dans l'Isère, nous avons vu combien est variable la puissance des *grès d'Allevard*, qui correspondent à ce même étage (§ 46); et partout ailleurs qu'aux environs d'Allevard, ce terme de la série *triasique* manque ou est tout-à-fait rudimentaire.

Les *gypses*, avec les *dolomies* et les *cargneules* qui les accompagnent, sont aussi des dépôts essentiellement locaux et variables, formés dans des lacs salés ou dans des lagunes isolées temporairement de l'Océan à différentes époques de la période *triasique*. Les vrais dépôts marins de cette période, après les *grès blancs ou bigarrés*, qui nous paraissent principalement *littoraux*, sont les *calcaires de l'Esseillon*, qui manquent en Dauphiné, et les *schistes lustrés calcaréo-talqueux*, qui occupent toute notre zone orientale du Briançonnais, et qui s'étendent au loin, en Piémont et en Savoie.

§ 288. — Ces schistes apparaissent brusquement, avec leur énorme développement, comme notre carte l'indique; à l'est

(1) *Bull. de la Soc. géol.*, 2^e sér., t. XVIII, p. 38.

de la ligne passant par Modane, le col de la Roue, le Mont-Genèvre, Château-Queyras et Maurin (Basses-Alpes). A l'ouest de cette ligne, ils ne sont représentés que rudimentairement par les schistes argileux plus ou moins lustrés et de teintes variables qui accompagnent assez généralement les *cargneules* et les *gypses* (§ 256). Ceux-ci ont été formés dans des lagunes pendant que l'immense épaisseur des *schistes lustrés* s'entassait dans la mer. Ces formations gypseuses peuvent ainsi correspondre à différentes assises des *schistes lustrés*; près des rivages, elles peuvent avoir été recouvertes par ces dépôts marins ou, au contraire, leur avoir succédé, ou même avoir alterné avec eux, dans des parties isolées de la mer et transformées temporairement en lagunes. Ainsi s'expliquent les circonstances que nous avons signalées dans la distribution des amas gypseux, leurs positions variables par rapport aux *schistes lustrés*, et le brusque développement de ceux-ci à partir d'une limite qui indique évidemment le rivage même de la mer où ils se sont formés (1).

A une certaine distance de ce *rivage*, dans le haut Queyras, on ne trouve plus de *gypses*, et l'énorme formation des *schistes lustrés* repose immédiatement sur les roches cristallines, qui,

(1) Les variations de développement des divers étages du *trias* alpin sont comparables aux variations que les étages jurassiques et créacés nous ont présentées dans la région subalpine. Le brusque développement des *schistes lustrés*, *z*, avec leur puissance de plusieurs milliers de mètres, ne constitue donc point une objection à leur classement comme simple étage du *trias*. On voit souvent, dans les Alpes, un groupe, épais de quelques mètres seulement dans certains pays, prendre, à quelques kilomètres de distance, une épaisseur énorme; réciproquement, des étages très-puissants disparaissent brusquement d'une manière complète. Ainsi le *calcaire à caprotines*, si puissant dans le Vercors, au nord de la Drôme, manque complètement, au sud de cette rivière, dans les montagnes de Saou et de Bourdeaux; tandis que l'étage *aptien*, épais de plusieurs centaines de mètres dans

sur plusieurs points, apparaissent par des *trouées* plus ou moins étendues. C'est ainsi qu'au col Longet, entre Maurin (Basses-Alpes) et Ponte-Chianale (Piémont), les *schistes calcaréo-talqueux*, α , relevés de 35° environ vers l'E.-N.-O., reposent sur des micaschistes et des gneiss feldspathiques à mica blanc, dont les feuillettes ont à peu près la même inclinaison.

§ 289. — **Massif du Mont-Viso.** — Dans le voisinage du Mont-Viso, cette grande formation schisteuse contient des assises puissantes de calcaires cipolins, d'un gris bleuâtre, pétris de grains de quartz et de paillettes micacées; leurs couches se relèvent très-régulièrement vers l'est-nord-est et forment les cimes aiguës comprises entre le col de l'Agnel et le col Vallante: le Pain de Sucre, la crête de Roche-Taillante, la Brèche de Ruine, etc. Les assises les plus inférieures reprennent le caractère de *schistes lustrés* d'aspect talqueux, peu ou point calcaires; elles forment le sol de toutes les prairies du vallon de Viso, depuis la Chalp jusqu'à la source du Guil et jusqu'au niveau des chalets de la Traversette. Elles forment de même, en Piémont, tout le fond du vallon de Vallante, et le col de ce nom s'ouvre sur le flanc de l'imposante masse du Mont-Viso, dans les dernières couches de cet immense système de schistes, relevées d'environ 45° vers l'est.

L'autre côté du col Vallante est formé par des roches schis-

ces dernières, manque dans le Vercors et le département de l'Isère. L'immense développement du terrain *nummulitique* dans le Champ-saur (§ 244) est probablement contemporain des dépôts peu épais des *sables sidérolithiques* et de la *mollasse d'eau douce*. On peut comparer la formation des *gypses triasiques* à celle de ces dépôts lacustres, auxquels les sources minérales ont eu aussi plus ou moins de part; tandis que l'on comparerait la formation des *schistes lustrés calcaréo-talqueux* à la formation, presque aussi colossale, des grès et schistes *nummulitiques*.

teuses d'un vert foncé, qui me paraissent parfaitement analogues aux gneiss chloriteux ou amphiboliques de la chaîne de Belledonne (§ 30) et différer entièrement, d'allures et de formation aussi bien que de nature, d'avec les *schistes lustrés calcaréo-talqueux*. Ces roches cristallines sont inclinées vers l'ouest, comme les *schistes lustrés*, sous un angle un peu plus fort peut-être, et par cette pente même elles s'élèvent manifestement du col Vallante jusqu'à la cime du Mont-Viso. Le versant occidental de cette grande montagne est d'un vert foncé uniforme, et ne paraît pas présenter d'autres roches. On en suit d'ailleurs le prolongement dans toute la crête qui continue le Mont-Viso au nord-nord-ouest, vers le col de la Traversette. Ils passent à des *schistes chloriteux*, analogues à ceux de Taillefer (§ 34), dans lesquels est creusée la galerie de la Traversette, et que l'on rencontre également au sommet du col. Toutes ces roches schisteuses, exclusivement formées de silicates cristallins (1), me paraissent appartenir aux terrains de cristallisation dits *primitifs*, au même titre que les gneiss et les schistes chloriteux d'Allevard et de l'Oisans; le tracé de la limite occidentale de ces roches, sur notre carte, est du reste, à très-peu de chose près, celui qui a été figuré, il y a 23 ans, sur la *Carte géologique de la France* (2).

(1) La roche du col Vallante ne cède à l'acide chlorhydrique concentré, bouillant, que de l'oxyde de fer et un peu d'alumine et des traces seulement de chaux et de magnésie : celle du col de la Traversette cède de l'oxyde de fer, de l'alumine, un peu de chaux et une assez forte proportion de magnésie, provenant très-probablement de la *chlorite* : ni l'une ni l'autre ne paraissent contenir de *diallage*, ni de *serpentine*, ni de *talc* proprement dit.

(2) Nous avons précédemment figuré la structure du Mont-Viso d'après les cartes géologiques de M. Sismonda, qui représentent cette montagne comme formée presque entièrement de serpentine et le vallon de Vallante comme creusé dans les roches primitives. Nos recherches ultérieures nous ont conduit à revenir au tracé *plus ancien* de la *Carte géologique de France*.

Les éminents auteurs de cette carte ont aussi indiqué, en partie, les affleurements d'un filon-couche de *serpentine* très-remarquable, qui se montre précisément à la limite de contact des *schistes lustrés calcaréo-talqueux*, α , et des roches vertes cristallines, γ , de la crête du Viso. On commence à le rencontrer près du sommet du col Vallante, en venant de Piémont : il passe dans l'échancrure même du col, où il est caché par les neiges perpétuelles ; mais on le voit parfaitement à découvert en descendant au nord. Il est formé d'une belle serpentine tendre, pure, offrant tous les accidents ordinaires de structure de la *serpentine noble*. Sa puissance est d'au moins 50 mètres. Il passe un peu à l'ouest du petit lac d'où sort le Guil, et traversant cette rivière un peu plus loin, il continue à mi-côte, jusqu'au-dessus des chalets de la Traversette. Il forme les premières roches qui dominant ces chalets à l'est ; tout le reste de la montée du col est dans les roches vertes schisteuses, amphiboliques ou chloriteuses, décrites ci-dessus. Au nord des chalets, la serpentine s'élève rapidement vers les crêtes, sous un revêtement de *schistes lustrés*.

§ 290. — **Serpentines et Euphotides.** — La *serpentine* se montre sur un grand nombre de points du Queyras, tantôt seule, tantôt accompagnée d'affleurements visibles d'*euphotide*, roche à laquelle elle paraît toujours subordonnée. Ces roches percent au milieu des schistes lustrés et paraissent souvent y former des filons-couches parallèles à la stratification. Ces intercalations sont quelquefois tellement régulières et intimes que l'on est porté naturellement à penser qu'une partie de ces roches est contemporaine de la formation des *schistes lustrés*, et qu'elles ont alterné avec le dépôt de ces schistes, par coulées ou nappes, dans un état de fluidité sans doute bien différent d'une fusion purement ignée. Cependant, c'est surtout à la fin de la période *triasique* et même pendant ou après celle du *lias*, que me paraissent avoir eu lieu les principales

éruptions d'euphotide et de serpentine dans la zone orientale du Briançonnais, et généralement dans la région qui s'étend du Mont-Viso au Mont-Rose. Cette idée s'accorde, du reste, avec ce que nous avons déjà vu pour les deux gisements d'euphotide et de serpentine du département de l'Isère, situés dans dans une région toute différente (§ 103 et 105).

La coupe pl. V, fig. 8, représente la disposition de l'euphotide par rapport aux schistes calcaréo-talqueux, z , et aux calcaires cipolins, z' , de la Roche-Taillante, sur la rive droite du vallon descendant du col Vieux à la Chalp. Cet affleurement d'euphotide, un des plus importants du Queyras, passe à la serpentine, vers son extrémité nord, du côté du Guil. En descendant jusqu'en vue de la Chalp, on trouve des enchevêtrements d'euphotide avec les schistes lustrés, qui ressemblent à des alternances régulières de dépôts successifs : la fig. 9 en reproduit un exemple.

Les affleurements de serpentine et d'euphotide sont nombreux autour du col de l'Agnel et dans le haut du vallon de Saint-Véran. On a exploité et l'on exploite encore quelquefois, dans ce vallon, des blocs d'une belle variété de serpentine, veinée de calcaire spathique. Mais les seules exploitations de la roche en place sont celles de Maurin (Basses-Alpes), entre ce village et le col Longet. Dans cette vallée, la serpentine affleure sur une vaste surface, en masses stratiformes, qui semblent alterner, par puissantes assises, avec les schistes calcaréo-talqueux, inclinés d'environ 25° vers l'ouest-sud-ouest ; et l'ensemble repose sur des micaschistes et des gneiss inclinés de même, au sommet du col. Dans la crête qui sépare Maurin de Saint-Véran et de Ceillac, les serpentines se relient à des pitons d'euphotide, dominant les cols de la Cula et de Clauzis. On trouve dans le vallon de Ceillac beaucoup de gros blocs erratiques d'une magnifique euphotide à diallage bronzé, venant de ces sommités.

Notre carte indique encore, comme la *Carte géologique de*

la France, plusieurs affleurements de *serpentine* au nord-est de Molines; ils sont très-fracturés et en grande partie cachés sous les gazons. Nous figurons, d'après M. Sismonda, ceux des environs du col de la Croix et du col d'Abriès. Nous retrouvons cette roche au col de Péas, et surtout entre la vallée de Cervières et le Mont-Genèvre, où apparaît l'affleurement le plus important de *serpentine* et d'*euphotide*, accompagnées de la roche remarquable connue sous le nom de *variolite de la Durance*.

§ 294. — **Euphotides, variolites et serpentines du Mont-Genèvre.** — Cet ensemble de roches éruptives forme, au sud-est du Mont-Genèvre, un massif d'environ cinq kilomètres de long sur deux à trois de large. Il est limité, à l'ouest, par le vallon de Gondran, d'où descend la source de la Durance, et à l'est, par un vallon qui débouche en face des Clavières et d'où découle une branche de la Doire. Il paraît, comme nous le figurons pl. IV, fig. 4, avoir surgi tout d'une pièce dans une large déchirure des schistes triasiques α et des calcaires compacts du lias L', par conséquent, postérieurement au dépôt de ceux-ci.

Les parties centrales de cette grande masse éruptive sont toutes formées d'*euphotide* bien caractérisée, dont les éléments sont souvent très-nettement séparés et largement cristallisés. Le *diallage* est généralement d'un vert foncé, ou un peu grisâtre, avec un reflet bronzé peu prononcé; il est plus ou moins lamelleux et souvent en cristaux de plusieurs centimètres de longueur. Le feldspath est opaque, d'un blanc de lait ou d'un blanc verdâtre; tantôt sa structure cristalline est très-développée et il montre souvent, dans la cassure de la roche, des lamelles maclées de plus d'un centimètre de longueur; d'autres fois, au contraire, il est peu ou point cristallin et passe à une pâte feldspathique tenace, d'un blanc verdâtre, à cassure écailleuse.

La composition chimique de ce feldspath varie avec sa structure plus ou moins cristalline ; M. Delesse (1) a analysé la variété lamelleuse et a trouvé la composition suivante : Silice 49,73 ; alumine 29,65 ; protoxyde de fer 0,85 ; oxyde de manganèse, traces ; chaux 11,18 ; magnésie 0,56 ; soude 4,04 ; potasse 0,24 ; eau et acide carbonique 3,75 ; total 100,00. Ce feldspath n'était pas pur ; il était d'un blanc verdâtre, et l'on y distinguait, à la loupe, surtout après calcination, des lamelles de talc et des veinules serpentineuses ; il était aussi pénétré intimement d'une petite quantité de carbonates qui ne se dissolvent bien qu'à chaud dans les acides étendus, c'est-à dire, sans doute, de carbonates mixtes de fer, de chaux et de magnésie. En ayant égard à ces mélanges, et en faisant abstraction de l'eau combinée, dont la proportion est remarquablement élevée, on voit que la composition chimique de ce feldspath peut être rapprochée de celle des variétés bien caractérisées de *labradorite* : il en a d'ailleurs le clivage et les autres caractères physiques, sauf une densité notablement plus forte (3,0 environ au lieu de 2,7). Réduit en poudre très-fine, il est attaqué par les acides chlorhydrique et sulfurique, ce qui est encore un caractère du *labradorite*.

D'autre part, la pâte feldspathique tenace, non cristalline, d'une autre variété d'*euphotide* du Mont-Genève (densité 2,65), analysée par M. Boulanger, avait donné : Silice 44,6 ; alumine 30,4 ; chaux 15,5 ; magnésie 2,5 ; soude 7,5 ; total 10,5 (en faisant abstraction sans doute, de l'eau combinée, qui est en proportion au moins aussi forte dans cette pâte compacte que dans le feldspath lamelleux). Cette composition tend à montrer que la proportion de silice va en diminuant à mesure que la pâte feldspathique devient moins cristalline. C'est ce que nous avons déjà vu pour les euphotides de La Valdens (2 105), dont la pâte contient, toutefois, une proportion de silice plus forte, parce qu'elle est une dégénérescence d'un feldspath plus riche en silice que le feldspath des euphotides du Mont-Genève.

Quant à la composition de la masse de la roche, M. Delesse a trouvé, en opérant sur la poudre provenant de la pulvérisation de 500 grammes d'euphotide, le résultat suivant : Silice 45,00 ; alumine et peroxyde de fer 26,83 ; chaux 8,49 ; magnésie, soude et potasse (diff.) 13,90 ; eau et acide carbonique 5,78. Ce dernier nombre, représentant la perte de poids par calcination, indique que la masse de la roche contient des carbonates et des minéraux hydratés, tels que la

(1) *Bull. de la Soc. géol.*, 2^e série, t. vi.

serpentine, en proportion assez considérable. Comparée à la composition du feldspath ou à celle de la pâte feldspathique ci-dessus, cette analyse montre que la masse de l'euphotide contient moins d'alumine, moins de chaux et moins d'alcalis, et au contraire plus de magnésie et de fer que le feldspath qui en forme la base.

En résumé l'euphotide du Mont-Genèvre, qui peut être prise pour type de toutes celles du Briançonnais, est formée de *diallage* lamelleux et d'un *feldspath* plus ou moins cristallin, pauvre en silice (*labradorite*), ou d'une pâte feldspathique tenace (*saussurite*) encore moins siliceuse, et elle est mélangée de proportions variables de *serpentine*, de *talc*, de *carbonates* mixtes de fer, chaux et magnésie, disséminés intimement dans toute la roche et jusque-entre les lamelles du feldspath.

§ 292. — Vers ses limites, la grande masse des roches éruptives du Mont-Genèvre présente des modifications remarquables de structure et de composition chimique, d'où résultent des passages de l'*euphotide* à d'autres roches qui lui sont intimement unies et subordonnées.

A l'est et au sud, l'*euphotide* devenant compacte et très-serpentineuse, passe à des *serpentes* très-développées, du côté du col de Bousson et sur le versant de Cervières. Ces serpentes sont souvent remplies de lames de *diallage*. Elles sont d'un beau vert foncé et deviennent d'un rouge sombre à la surface, par l'action de l'air, ce qui imprime à tout ce versant de la masse éruptive une teinte caractéristique. Ces serpentes se relient, sans doute, souterrainement à celles qui affleurent sur le versant nord du col de Bousson, à la chapelle du Laus, puis à celles de Cézanne, etc. Les diverses roches avec lesquelles elles sont en contact, schistes lustrés et cargneules triasiques, calcaires compactes du lias, ne paraissent pas avoir été sensiblement modifiées, sauf quelquefois sur une largeur de quelques mètres, où les schistes se montrent

imprégnés de serpentine et les cargneules ou les calcaires forment des brèches mixtes avec la serpentine elle-même.

A l'ouest, au col de Gondran et dans le vallon de ce nom, d'où descend la source de la Durance, et au nord, en face du Mont-Genèvre, on ne trouve pas de *serpentine*; mais l'*euphotide*, près de sa limite de contact avec les *schistes lustrés* α ou avec les calcaires L' (pl. IV, fig. 4), passe à la roche globulaire appelée *variolite de la Durance*.

Cette roche (1) est caractérisée par des globules à peu près sphériques, formés dans sa pâte, qui restent en saillie par suite de sa décomposition superficielle. La couleur de ces globules varie du blanc légèrement verdâtre au vert ou au gris verdâtre; dans le centre, ils ont souvent une teinte verdâtre; en s'altérant, ils deviennent bruns ou blanchâtres. Leurs dimensions sont variables: quelquefois ils sont presque microscopiques; le plus souvent ils ont plusieurs millimètres ou environ un centimètre de diamètre; souvent enfin ils sont beaucoup plus gros et ont jusqu'à cinq ou six centimètres de diamètre. Le plus ordinairement, ils sont soudés à la pâte, dans laquelle leurs contours se fondent légèrement; quelquefois cependant, ils s'en séparent nettement et peuvent s'en détacher; cela a lieu surtout lorsqu'ils ont de grandes dimensions. Tantôt ces globules sont isolés dans la pâte, tantôt ils sont tellement nombreux qu'ils se touchent et que la roche en est presque entièrement formée.

Ces globules ont une structure radiée ou à la fois radiée et concentrique, ou même réticulée, montrant, à la loupe, une multitude de lamelles cristallines. La pâte qui les enveloppe est compacte, d'un vert foncé, ou grise, ou veinée et tachetée de ces deux nuances. Quelquefois on y distingue aussi, à la

(1) Delesse, *Annales des mines*, t. XVII, 1850.

loupe, une multitude de lamelles microscopiques de feldspath, disposées dans tous les sens.

Les globules analysés par M. Delesse avaient une densité de 2,963; c'est plus que celle d'aucun feldspath connu. Leur composition chimique s'éloigne des feldspaths par une teneur assez forte en oxyde de fer et en magnésie, et une faible teneur en alumine. Cependant on peut la rattacher à celle du feldspath labradorite, qui forme la base des euphotides, et regarder ces globules de la variolite comme formés par une sécrétion imparfaite de l'élément feldspathique, entraînant en mélange intime les éléments chimiques du diallage, de la serpentine et autres minéraux très-magnésiens que nous avons vus dans l'euphotide.

La pâte de la variolite est à peu près de même densité que les globules, un peu moins dure, et sa composition chimique n'en diffère guère que par de plus fortes proportions de magnésie, d'oxyde de fer et d'eau combinée. Ces principes ont été repoussés dans la pâte par la sécrétion du feldspath. La proportion de silice, dans la masse de la roche, a été trouvée par M. Delesse de 52,8 p. %, tandis que dans l'euphotide elle n'était que de 45. La perte au feu est de plusieurs centièmes, et elle est due, en partie, à l'acide carbonique des carbonates disséminés dans la pâte, en proportions bien plus notables encore que dans l'euphotide.

La variolite de la Durance est une belle roche susceptible de poli; on la travaille pour objets d'ornement et on la monte même quelquefois à la manière des bijoux. Les roches en place étant altérées à la surface, on emploie de préférence les cailloux roulés que l'on rencontre abondamment dans la Durance et dans la rivière de Cervières.

§ 293. — En examinant la salbande occidentale de la grande masse éruptive, sur le flanc est du vallon de Gondran, un peu au sud du petit col par lequel on dérive une partie des

eaux de la source de la Durance, on reconnaît que l'*euphotide* passe à des *variolites* globulaires et à d'autres roches de diverses structures ; on y trouve un *porphyre* à pâte verte contenant beaucoup de cristaux disséminés de feldspath labradorite d'un blanc verdâtre : puis, tout à fait à l'extérieur de la masse, des roches compactes, verdâtres ou quelquefois bleuâtres, sans éléments cristallisés distincts. Ces roches présentent des plans de division d'une certaine régularité, les uns à peu près horizontaux, d'autres verticaux dans deux sens rectangulaires, et se trouvent ainsi partagées en fragments prismatiques : les joints sont remplis d'une matière verte, tendre, serpentineuse, qui forme des enduits lustrés. La composition chimique de ces roches compactes ne diffère pas notablement de celle de la *variolite*, à laquelle elles se lient d'ailleurs d'une manière évidente ; elles ne font pas d'effervescence avec les acides, même à l'aide de la chaleur ; elles ne contiennent guère plus de chaux que l'euphotide elle-même et, par conséquent, on ne peut pas les considérer comme des roches métamorphiques provenant de l'altération des calcaires du lias, dont elles sont très-rapprochées. Ces roches compactes nous paraissent faire partie intégrante de la même masse éruptive que les euphotides et les variolites, et leur structure compacte, sans cristallisation distincte, leurs fendillements de retrait, simulant quelquefois une fausse stratification, ne sont que des conséquences toutes naturelles de leur consolidation plus rapide que celle des parties centrales de la masse.

§ 294. — Nous citerons enfin, comme dernier exemple des variations que présentent les gisements serpentineux du Briançonnais, l'affleurement que l'on rencontre sur la route du Mont-Genèvre, en descendant vers Cézanne (pl. IV, fig. 3). Dès que l'on a quitté les calcaires compactes L', à la base desquels nous avons signalé ci-dessus les lumachelles de l'*infra-lias*, on traverse une zone peu épaisse de *cagneules* i et

l'on entre dans les *schistes lustrés z*, qui forment tout le bas de la montagne. Mais à la partie supérieure de ces schistes, on remarque un paquet assez puissant de roche serpentineuse feuilletée, qui se lie intimement avec les schistes par la concordance de ses divisions stratiformes et la disposition de ses feuilletés. Cet affleurement semble même, sur ce point, n'être qu'une assise de schistes intimement pénétrés et imprégnés des éléments de la serpentine. Il se prolonge vers le nord, et la serpentine reparaît encore un peu plus loin, au sud-ouest du hameau des Désertes, intercalée encore dans les couches les plus élevées des schistes calcaréo-talqueux, que surmontent une assise de cargneule et de gypse, puis les énormes masses de calcaires liasiques de Chaberton et du col des Désertes.

MATIÈRES EXPLOITABLES.

§ 295. — Nous avons décrit, dans ce qui précède, tous les gîtes généraux de matières exploitables du Briançonnais : il suffira de les récapituler ici :

Anthracite, dans le terrain houiller, § 260 à 282.

Plombagine, dans le terrain houiller, § 265 ; dans le lias, § 274 ; dans le terrain nummulitique, § 248.

Gypse, dans le terrain du trias ; les gîtes en sont tellement nombreux qu'ils ne sont utilisés que pour la consommation locale, et il n'en existe aucune exploitation régulière.

Marbres : calcaire rouge de Guillestre, § 284 ; même couche ou couche très-voisine exploitée sur la route du Queyras, entre la Maison du Roi et le Veyer, nuancée de rouge et de vert pâle.

Serpentines, § 290 ; *variolites*, § 292.

Gîtes métallifères : Ils sont très-peu nombreux, et le seul important est la mine de plomb argentifère de l'Argentière.

Mine de l'Argentière. — Cette mine, exploitée dès l'époque romaine et pendant le moyen-âge, a été reprise plusieurs fois, depuis 1789, avec des chances diverses, généralement peu favorables ; après avoir été considérée comme épuisée, elle a repris tout-à-coup, depuis une dizaine d'années, une importance considérable.

Le gîte de l'Argentière est situé dans les *quartzites* de la gorge du

Fournel, sur un point où les terrains ont éprouvé des dislocations compliquées et très-remarquables (§ 280). Pour le faire connaître au point de vue géologique, nous ne saurions mieux faire que d'insérer ici une excellente notice de M. Baudinot, ingénieur des mines, lue à la Société géologique de France, dans sa séance à Briançon, en septembre 1861 (*Bull. de la Soc. géol.*, 2^e sér., t. XVIII)

« Le gisement est d'une grande simplicité d'allure : le filon qu'on y exploite est unique. Un autre filon, reconnu en aval et partiellement exploité par les anciens, pourrait bien, jusqu'à ce qu'une exploration plus complète ait tranché la question, n'être qu'un lambeau du filon principal fortement relevé par une faille de direction.

« Le filon de l'Argentière, sur toute l'étendue du champ d'exploitation, est encaissé dans les quartzites dont il recoupe les strates sous un angle presque droit. Comme cette stratification est presque verticale, le filon plonge à l'horizon sous un angle moyen de 30 à 35 degrés, inclinaison très-faible comparativement à celle de la plupart des filons connus, et pour ainsi dire anormale. Il y a tout lieu de croire que le filon était déjà formé au sein de la masse des quartzites, lorsque celle-ci a subi le relèvement qui l'affecte encore aujourd'hui, et que, par suite de ce mouvement de rotation, le plan du filon, qui primitivement était voisin de la verticale, a été rabattu sur l'horizon.

« La simplicité primitive du gîte a été troublée par beaucoup d'autres dislocations. Le plan du filon est coupé par un grand nombre de brisures ou de failles, appartenant à des systèmes différents. Souvent le filon s'infléchit au contact de ces failles et son plan se confond sur une petite étendue avec celui de la faille elle-même. La direction du filon tend à peu près du nord-est au sud-ouest magnétique. Les failles peuvent se ranger pour la plupart en deux systèmes à peu près rectangulaires; les unes sont orientées sur la direction magnétique nord 15 à 30 degrés est, les autres sur la direction est 15 à 30 degrés sud. Elles sont donc obliques aussi bien sur l'inclinaison que sur la direction du filon. On en connaît quelques-unes cependant qui se dirigent sur le nord 30 à 45 degrés ouest et qui sont ainsi de véritables failles d'inclinaison. Les failles de direction proprement dites sont, au contraire, fort rares. On conçoit combien la multiplicité de ces accidents complique l'exploitation du gîte, par la nécessité d'ouvrir sans cesse des galeries dans le rocher stérile, pour en rejoindre les lambeaux éparés. On ne peut mieux comparer le filon qu'à un vaste échiquier, dont les cases, de grandeur inégale, ne seraient pas au même niveau. Quant à l'inclinaison des failles, elle n'est pas intimement liée avec leur direction. Ainsi, la plupart des failles est-ouest plongent au sud, mais quelques-unes au nord. Dans tous les cas, la règle de Schmidt, bien

connue des mineurs, se trouve vérifiée, de telle sorte que, parmi les failles d'un même système, les unes abaissent le filon, les autres le relèvent.

« Le filon présente une autre particularité curieuse. Son inclinaison, dans le champ d'exploration actuel, est presque égale à la pente générale du sol, en sorte qu'il se trouve partout à une profondeur médiocre. Ainsi, près des bâtiments de la mine, il n'est qu'à 8 ou 10 mètres en dessous du torrent du Fournel, sur les bords duquel il serait venu affleurer, sans une grande faille nord-sud qui l'a abaissé brusquement sur ce point de 10 à 12 mètres et qui l'a soustrait ainsi à la dénudation. La galerie dite du *Lacet*, qui a son entrée sur le chemin en lacet par lequel on descend aux bâtiments de la mine, rencontre le filon à 8 ou 10 mètres seulement du jour. De même encore, le puits d'aérage qui a été pratiqué à la partie supérieure du gîte dans le quartier nord, et qui doit rencontrer le filon à la profondeur d'environ 30 mètres n'a rencontré encore, à 22 mètres du jour, que des blocs et des débris superficiels; il n'y a donc en ce point, au-dessus du filon, qu'une épaisseur de quartzites de 4 ou 5 mètres à peine. Il s'en est donc fallu de bien peu que ce beau gisement ne fût détruit sur une grande partie de sa surface par les violentes érosions des siècles passés.

« La puissance du filon, bien régulière, se maintient entre 2 ou 3 mètres. Sa gangue est le plus souvent quartzreuse; dans les quartiers du nord, elle devient plus habituellement barytique. Le minerai consiste presque exclusivement en galène argentifère, à grain fin, massive ou intimement disséminée dans la roche. Sa teneur en argent dépasse le plus souvent 3 millièmes, teneur fort satisfaisante, bien supérieure à celle des filons de la Bretagne, égale à la moyenne de Pontgibaud, et inférieure seulement à celle des filons de Vialas.

« La mine de l'Argentière produit annuellement de 600 à 700 tonnes de schlich argentifère, à la teneur de 50 pour cent en plomb et 300 grammes d'argent aux 100 kilog. de plomb d'œuvre. Le minerai est expédié en totalité aux fonderies de Marseille. »

Les autres gîtes métallifères signalés dans le Briançonnais sont très-peu importants et généralement inexploitable.

Nous avons signalé celui de *cuivre pyriteux* et *cuivre gris* du Char-donnet et un autre de *fer spathique* altéré dans la même localité (§ 264).

Dans les *grès houillers*, on trouve plusieurs petits filons de *cuivre pyriteux*, près du col de Christoul, au-dessus de la Salle.

C'est aussi dans les *quartzites* ou dans les *grès houillers* que l'on rencontre, en Savoie, plusieurs gîtes exploitables bien connus: la

mine de plomb des Sarrasins, sur Modane; les mines de *fer spathique* et de *fer oxydé rouge* de Fourneaux, etc., en Maurienne; les mines célèbres de *plomb argentifère* de Macot et de Pesey en Tarentaise, etc.

Dans les schistes cristallins du vallon de Fréjus (§ 275), on trouve quelques indices de *cuivre pyriteux*.

Dans les calcaires compactes du *lias* (L') se trouve l'ancienne mine des Acles, au-dessus de Plan-Pinet: elle consistait en petites veinules de *cuivre sulfuré*, presque entièrement passé à l'état de *carbonate de cuivre* et associé à du *fer carbonaté*. Cette mine a donné lieu à des fouilles qui ont coûté 60,000 fr. et n'ont produit que quelques quintaux d'un minerai très-pauvre. On cite encore, dans ces mêmes calcaires, à la montagne des Tenailles, au-dessus de Presles, des veines peu suivies de *galène*, de *cuivre carbonaté* et de *blende* inexploitable.

Enfin dans les *serpentes* du vallon de Saint-Véran, on a trouvé de riches échantillons de *cuivre pyriteux panaché* et même de *cuivre natif*, un de ces derniers pesant 2 kilogrammes: ils semblent ne s'y trouver que par veinules irrégulières, et on n'en a découvert aucun gîte d'une étendue notable.

CHAPITRE VII.

RÉSUMÉ DE LA STRUCTURE DES ALPES DAUPHINOISES

§ 296. — Les résultats établis dans les chapitres précédents peuvent être résumés en un énoncé général très-simple, dont la simplicité même est, à nos yeux, une confirmation de son exactitude.

Les terrains des Alpes du Dauphiné présentent une série d'étages exactement conforme à la série classique de l'Europe occidentale : les divers groupes géologiques y sont caractérisés par les mêmes faunes fossiles que dans les autres pays, et ces fossiles identiques correspondent aux mêmes relations de succession et de superposition régulière.

Si naturelle que soit cette conclusion, elle est encore toute nouvelle dans la science. Notre ouvrage même gardera l'empreinte des incertitudes qui régnaient encore, il y a quatre ans, sur les points les plus fondamentaux, tels que la classification des *grès à anthracite* dans le *terrain houiller*, l'existence du *trias* alpin, celle des étages supérieurs de la *craie*, etc. Ces incertitudes, presque toutes dissipées aujourd'hui, ont nécessairement influé sur l'ordre de notre description et sur la précision de nos énoncés. Il importe donc de

résumer nettement, en un seul coup d'œil, les résultats que nous croyons définitivement acquis, et c'est ce que nous essaierons de faire dans le tableau suivant :

Tableau synoptique des terrains stratifiés des Alpes dauphinoises.

TERRAINS	Formations marines.	Formations lacustres.
TERTIAIRES.	Mollasse marine supérieure, et poudingues à cailloux impressionnés, § 215 à 223.	Argiles bleues et lignites intercalés dans la mollasse ou les noudingues, §§ 219, 222.
<i>Miocènes.</i>	Mollasse marine inférieure, § 215.	Calcaire d'eau douce de la Drôme, § 205 à 212.
	Grès à fucoïdes, partie supérieure du terrain nummulitique, § 193, chap. v, et § 273.	Marnes bigarrées avec gypse, § 208.
<i>Eocènes.</i>	Couches à nummulites de Saint-Bonnet et de Faudon (chap. v).	Sables bigarrés et argiles plastiques. (formation sidérolitique), § 195 à 204.
	Couches à nummulites de la Maurienne, § 272.	
TERRAINS CRÉTACÉS.	Craie supérieure (<i>craie blanche</i> ; étage <i>sénonien</i>), § 176, etc. Craie moyenne (<i>craie marnéuse</i> ; étage <i>luronien</i>), id. Craie inférieure (<i>craie chloritée</i> ; étage <i>cénomaniens</i>), id. Gault (étage <i>albien</i>), § 173. Marnes <i>aptiennes</i> (étage <i>aptien</i>), § 169.	
	TERRAIN NEOCOMIEN. { Étage supérieur (<i>urgonien</i>); calcaires à caprotines et marnes à orbitolines, § 161, etc. Étage inférieur (<i>néocomien</i> proprement dit et <i>valangien</i>), § 154 etc.	
TERRAINS JURASSIQUES.	Étage <i>corallien</i> , calcaire de l'Échaillon, § 148. Groupe <i>oxfordien</i> (<i>oxfordien</i> et <i>callovien</i> , d'Orb.), § 139, etc. Groupe oolithique inférieur, rudimentaire ou douteux, § 140.	
	Groupe du lias { facies argilo-calcaire schisteux; chaînes centrales, Oisans, etc., chap. III et § 136.	facies calcaire ou dolomitique compacte; <i>calcaires du Briançonnais</i> , chap. VI.
	Infra-lias, à <i>Avicula contorta</i> , § 256.	
TERRAINS TRIASIQUES.	Gypses avec cargneules et schistes rouges ou verts, § 256. Schistes lustrés calcaréo-talqueux; Queyras, etc.; § 257 Calcaires magnésiens (Esseillon, etc.) et gypses de la haute Maurienne, § 257. Grès quartzeux blancs ou bigarrés, passant au quartzite, § 46 et 254.	
TERRAIN HOULLER.	Grès à anthracite, avec empreintes végétales houillères; § 34 et chap. VI.	
TERRAINS CRISTALLINS dits PRIMITIFS.	Schistes sans fossiles, plus ou moins cristallins; schistes talqueux, micaschistes, gneiss, etc. (chap. III).	

§ 297. — Comparés aux terrains des parties de la France les plus voisines, telles que le Jura, le Languedoc et la Provence, les terrains de nos Alpes n'en diffèrent que par une puissance généralement beaucoup plus grande et souvent aussi par des modifications dans la structure des roches, qui tiennent, soit aux conditions même de leur dépôt dans des eaux très-profondes, soit aux pressions énormes qu'elles ont éprouvées lors des soulèvements. C'est à ces actions mécaniques, qui se sont fait sentir surtout dans les chaînes centrales et intérieures, que nous attribuons la structure ardoisière des couches argileuses ou argilo-calcaires du *lias* et du terrain *nummulitique* dans l'Oisans, les Hautes-Alpes, la Maurienne, etc.; la structure schisteuse, à feuillets lustrés par un satinage mécanique, d'une grande partie des assises du *trias*, dans le Queyras et sur le versant piémontais.

Nous admettons, sur une large échelle, ce métamorphisme des terrains alpins, par des actions *mécaniques* et *moléculaires*; mais nous ne connaissons, dans le Dauphiné, aucun fait qui puisse justifier l'intervention de ces températures élevées ou de ces transformations chimiques très-étendues par lesquelles on a voulu souvent expliquer de prétendus changements complets dans la structure et la composition d'un terrain, d'une localité à une autre. En d'autres termes, nous ne reconnaissons aucun exemple de ces prétendues transformations de calcaires purs en *dolomie* et en *gypse*, de *grès* à *anthracite* en *quartzite*, de sédiments secondaires, *howillers*, *triasiques* ou *liasiques*, en roches formées de silicates cristallisés, c'est-à-dire en *gneiss*, *micaschistes*, *talc-schistes*, etc., semblables à ceux des *terrains primitifs*. Dans toutes les parties des Alpes que nous avons étudiées jusqu'ici, nous avons acquis la conviction que ces prétendues transformations, tant de fois énoncées, n'étaient que des illusions résultant d'accidents stratigraphiques mal interprétés, par

exemple, de *replis*, de *renversements*, de *juxtapositions* par faille, pris pour des superpositions régulières : ce sont des phénomènes de même ordre que les alternances apparentes entre les grès à anthracite et le lias, ou les intercalations des grès à anthracite dans les schistes cristallins de l'Oisans. Tous les faits que nous avons analysés dans cet ouvrage, toutes nos coupes des chaînes centrales et intérieures viennent à l'appui de cette protestation que nous croyons devoir élever contre la tendance qui a porté beaucoup de géologues à faire intervenir, à chaque pas, dans les Alpes, des actions métamorphiques dont il n'existe aucune preuve réelle, et particulièrement à voir des sédiments houillers ou jurassiques *modifiés*, dans des roches purements cristallines et feldspathiques, que, partout ailleurs, on appellerait *gneiss* ou *micaschistes* et sur l'ancienneté desquelles on n'élèverait pas le moindre doute.

§ 298. — L'horizon le mieux caractérisé, le point de repère le plus sûr pour la détermination des terrains anciens des Alpes, est précisément celui sur lequel on a si longtemps discuté : le *grès à anthracite*, à empreintes houillères, que l'on ne peut plus hésiter aujourd'hui à considérer comme le véritable représentant du *grès houiller*.

Les terrains paléozoïques anciens, *silurien* et *dévonien*, et le *calcaire carbonifère* n'ont été signalés par des fossiles caractéristiques dans aucune partie des Alpes, si ce n'est à l'extrémité orientale de la chaîne, en Autriche. Dans les Alpes françaises, il n'existait, avant l'époque houillère, que des roches cristallines, *gneiss*, *micaschistes*, *talcschistes*, etc., et les *grès à anthracite* sont formés entièrement de leurs débris. Nous ne voyons aucune raison de considérer ces schistes cristallins azoïques comme contemporains des dépôts paléozoïques siluriens ou dévoniens ; nous les regardons, jusqu'à preuve du contraire, comme *primitifs* au même titre que les *gneiss* et les *micaschistes* du plateau central, de la Bretagne, etc. La

région des Alpes serait restée à sec pendant les périodes paléozoïques antérieures à l'époque houillère. Quant aux couches de schistes peu ou point cristallins, entremêlées de poudingues ou de grauwacke schisteuse, qui forment la base des grès houillers en Oisans, au Valbonnais (§ 43), et quelquefois aussi en Maurienne et en Tarentaise (Saint-André, Pesey, etc.), il nous paraît plus probable d'en rapporter la formation au commencement de la période houillère qu'à toute autre période antérieure.

Quand le *terrain houiller* s'est déposé, les schistes cristallins formaient déjà un sol très-accidenté. En effet, les dépôts à anthracite ont une puissance très-variable qui montre qu'ils se sont formés dans une série de bassins plus ou moins profonds, plus ou moins étendus. Le relief d'alors correspondait même, en partie, à celui des chaînes cristallines actuelles (1) : c'est ainsi que, sur les flancs de la grande arête cristalline, la chaîne de Belledonne, les grès à anthracite sont, en général, peu puissants, et d'autant moins qu'ils sont plus rapprochés de l'axe de cette chaîne; tandis que ceux qui se sont formés entre cette zone cristalline et celle du versant piémontais, c'est-à-dire ceux du Briançonnais, de la Maurienne et de la haute Tarantaise, ont rempli un vaste bassin continu, de plusieurs mille mètres de profondeur, s'étendant de l'Argentière au Grand-Saint-Bernard (§ 282). La ligne médiane de ce bassin s'infléchit comme l'ensemble des chaînes alpines et en restant toujours à peu près à égale distance de la saillie primitive du versant français, de Valbonnais à Martigny, et de la saillie primitive du versant piémontais, du Mont-Viso au Mont-Rose. Cet espace entre les deux zones cristallines, formant ce que nous avons appelé la *région des chaînes intérieures*, était

(1) G. de Mortillet, *Bull. de la Soc. géol.*, 2^e série, t. XIX, p. 887.

donc déjà, dès avant la période houillère, une profonde dépression, une grande vallée de ploiement des terrains primitifs, entre deux bords saillants qui avaient sensiblement la même direction que les chaînes cristallines dans leur état actuel.

C'est le fait stratigraphique le plus ancien que l'on puisse invoquer pour établir l'antiquité des premières dislocations qui ont produit le relief des Alpes et pour montrer qu'elles ont dû s'effectuer, dès cette époque très-reculée, à peu près suivant les directions et sur les emplacements des principales chaînes cristallines actuelles, auxquelles se sont coordonnées toutes les rides produites par les dislocations ultérieures.

La distribution du trias alpin, si peu développé dans la région des chaînes centrales, si puissant, au contraire, dans les chaînes intérieures, et surtout à partir de la ligne qui paraît marquer le rivage oriental du grand bassin *houiller*, offrirait encore des arguments à l'appui de la même conclusion. Ce terrain et le grès houiller ont été bouleversés antérieurement au dépôt du lias, et nous avons retrouvé les traces de quelques-unes de ces dislocations, suivant des directions nord 8° est, ou nord-nord-est, qui sont celles des grandes arêtes cristallines (§ 44, 49, 109). Enfin, c'est parallèlement à ces mêmes directions, à des distances plus ou moins grandes des saillies cristallines, que s'arrêtent brusquement les dépôts oxfordiens et les dépôts néocomiens, propres à la région des *chaînes extérieures*.

§ 299. — La configuration actuelle de nos montagnes ne résulte donc pas seulement de ces dernières commotions qui ont eu lieu pendant et après le dépôt de la mollasse, et que M. Élie de Beaumont a désignées sous les noms de *soulèvement des Alpes occidentales* et *soulèvement des Alpes principales* ou *orientales*. Les directions nord 26° est et nord 75° est, assignées comme caractéristiques de ces soulèvements, et indiquées surtout par les alignements des grandes arêtes cris-

tallines, me paraissent s'être manifestées dans les plus anciennes dislocations des Alpes, aussi bien que dans les plus récentes. J'en dirai autant de la direction nord 8° est (*système du Vercors*) et de la direction nord-nord-ouest (*système du Mont-Viso*). Sans méconnaître la haute portée des savantes analyses de M. Élie de Beaumont, résumées dans la *Notice sur les systèmes de montagnes*, nous ne croyons pouvoir attacher à cette expression, *système de soulèvement*, dans les Alpes, qu'un sens purement *orographique*, pour désigner l'ensemble des accidents, des redressements de couches, des dislocations de tout genre, coordonnés à une même direction moyenne, peu variable; mais nous ne saurions considérer cette direction comme caractérisant une époque unique et particulière de dislocations.

L'emplacement et le plan de l'édifice actuel des Alpes ont été déterminés et préparés dans une période géologique très-reculée, et, dès avant la période houillère, les fondations de cet édifice, si l'on peut ainsi parler, étaient déjà posées de manière à en montrer la disposition future et tous les principaux alignements. Les divers étages qui s'y sont superposés, les enceintes successives ou les bassins formés par les diverses dislocations postérieures, ont été coordonnés à ces premières dispositions générales; la multiplicité des accidents de diverses époques a pu les masquer en partie dans les chaînes centrales; mais ces dispositions sont devenues, au contraire, plus apparentes dans les chaînes extérieures, à mesure qu'elles se sont développées, en rides parallèles, sur un contour plus étendu.

§ 300. — C'est à ce point de vue que nous avons analysé déjà (§§ 225 à 234) les *directions de soulèvements* dans la région des chaînes extérieures, en les regardant comme des résultats du prolongement ou de la transmission latérale des grandes actions mécaniques qui s'exerçaient, avec plus d'intensité encore, sur les zones centrale et intérieure du système

alpin. Nous jetterons ici un coup-d'œil rapide sur l'ensemble de la disposition de ces systèmes de soulèvements dans les Alpes dauphinoises :

1° Le *système des Alpes occidentales*, caractérisé par la direction nord 26° est, domine généralement dans la Savoie et des deux côtés de la vallée de Graisivaudan, jusqu'à Grenoble : axe principal des Alpes occidentales, ou chaîne de Belledonne, depuis le Valais jusqu'à Taillefer (§ 97) ; montagnes de la Chartreuse (§ 226). Sur le prolongement de la direction de celles-ci, la même direction se retrouve dans les chaînes occidentales des massifs de Lans et du Royans, la chaîne de Penet, à l'est de Valence, etc.;

2° Le *système du Vercors*, nord 8° est, se montre au sud-est des grandes chaînes rapportées au précédent. Il comprend, dans la région des chaînes centrales, la chaîne des Grandes-Rousses (§ 407) et le prolongement dévié de la chaîne de Belledonne, depuis Taillefer jusqu'au Valbonnais ; tous les principaux accidents résultant de redressements ou de failles, dans les cantons du Bourg-d'Oisans, du Valbonnais et de la Mure, présentent cette direction caractéristique. Or, nous avons établi que plusieurs de ces accidents dirigés, à peu près, du nord au sud, avaient affecté les terrains cristallins et le *grès houiller* antérieurement au dépôt du *lias* (§§ 44, 410). Le système nord 8° est se montre donc dans ces cantons comme dessiné déjà à des époques très-reculées.

D'autre part, dans la région des chaînes secondaires, il est nettement accusé par la direction des montagnes qui bordent les gorges du Drac et de la Gresse ; par celle de la grande crête néocomienne, depuis la Moucherotte, près Grenoble, jusqu'au Grand-Veymont. Il se montre dans toutes les chaînes et les vallées de ploiement du Vercors, du haut Royans, du Chaffal et jusque dans la chaîne de Raye, au bord de la plaine, entre Chabeuil et Crest. Dans ces diverses localités, les dislo-

cations nord 8° est ont affecté tous les terrains crétacés et tertiaires, jusqu'à la mollasse inclusivement.

3° Le *système du Mont-Viso*, N.-N.-O à S.-S.-E., domine dans presque tout le département des Hautes-Alpes et dans le massif de la Croix-Haute, depuis le Mont-Thabor et le Mont-Viso jusqu'à la vallée de la Drôme, en amont de Die. Toutefois, les actions mécaniques qui ont donné naissance aux chaînes du système précédent se sont propagées çà et là dans cette partie des Alpes dauphinoises, et nous y trouvons assez souvent la direction nord 8° est associée à la direction nord-nord-ouest; par exemple, dans le Dévoluy (§ 231). Souvent encore, la combinaison des deux systèmes a donné lieu à des accidents de directions intermédiaires; c'est ce que nous voyons aux environs de Briançon, où la direction moyenne des couches et des grands accidents du sol est nord 10° ouest environ. Nous retrouvons cette direction *résultante* entre le Monestier et Vallouise, à l'Argentière, etc.; et, d'autre part, jusqu'à l'ouest de la Drôme, dans la chaîne de Couspau, etc. (§ 234).

Les directions est 14° sud (Pyrénées et Apennins) et est 15° nord (Alpes orientales) se montrent, comme nous l'avons vu (§ 233), dans de nombreuses chaînes de la partie méridionale de la Drôme et quelques-unes de la partie sud-ouest des Hautes-Alpes. Mais ce ne sont que des résultats de la transmission lointaine de grands mouvements dont les sièges principaux sont fort en dehors des limites du Dauphiné.

§ 304. — En dehors de la partie du circuit polygonal des Alpes où l'un des systèmes ci-dessus domine dans la direction des *chaînes*, dans celle des redressements, des plis ou des grandes failles qui les ont produites, on retrouve encore des traces plus ou moins importantes de la propagation de ce système sous forme d'*accidents transversaux*, coupant ou rejetant les chaînes d'un autre système. Ainsi les chaînes nord 26° est, dans la Savoie et des deux côtés de la vallée de Graisi-

vaudan, sont coupées par un grand nombre de *cluses* qui traversent obliquement plusieurs chaînes, et qui approchent généralement de l'orientation nord-nord-ouest. Telles sont les grandes coupures transversales de la vallée du Rhône, entre Martigny et le lac Léman; de l'Arve, entre Saint-Gervais et Cluses; du lac d'Annecy; la grande cluse de Chambéry, entre le massif de la Chartreuse et celui des Bauges. L'Isère, depuis sa source jusqu'à sa sortie des montagnes, passe successivement par trois de ces grandes cassures transversales : la gorge de Tignes, depuis le Mont-Iseran jusqu'au Bourg St-Maurice, par laquelle elle traverse une partie des chaînes intérieures; la gorge de Moutiers à Albertville, où elle coupe les chaînes centrales; et enfin celle de Grenoble à Voreppe, où elle traverse les chaînes extérieures. Dans ce même système de grandes cluses ou coupures transversales dirigées vers le nord-nord-ouest, nous trouvons encore : la vallée du Bourg-d'Oisans, se continuant, au sud-sud-est, par les gorges de Vénéon jusqu'au fond du cirque de la Bérarde; la gorge du Guiers-Mort, entre Fourvoirie et l'OEillette; les gorges du Guiers, dans la cluse de Chaille (§ 158) et jusqu'à son confluent avec le Rhône; la cluse du Crossey; les cluses d'Echevis (ou des Goulets) et de Laval en Royans; et une foule d'autres accidents analogues moins importants ou moins connus, dans les chaînes centrales et les chaînes extérieures.

Ces coupures transversales n'occasionnent généralement que de faibles rejets dans la direction des chaînes qu'elles traversent. Mais dans les mêmes pays on peut reconnaître plusieurs rejets bien prononcés, qui paraissent s'être faits à peu près suivant des lignes dirigées du sud-ouest au nord-est, ou même plus exactement nord 50° est, parallèlement au *système de la Côte-d'Or* de M. Élie de Beaumont. Cette direction se montre déjà dans l'arête culminante du massif du Mont-Blanc, entre le col Ferret et le col du Bonhomme. En Dauphiné, elle se montre dans les rejets très-sensibles que la grande chaîne

cristalline éprouve, d'abord au sud des Sept-Laus, puis à partir du pic de Belledonne. Au premier rejet correspond l'échancrure du col de la Coche; au second, la cassure beaucoup plus profonde et plus importante de la gorge de Livet, entre l'Oisans et Vizille, gorge qui présente encore, à peu près, la direction nord 50° est. Dans les chaînes crétacées, des accidents analogues se présentent : la faille transversale de Seysinet à Saint-Nizier (§ 229) et celle du col de l'Arc; le rejet très-marqué que la grande crête néocomienne éprouve à la Moucherolle; et beaucoup de rejets et d'accidents transversaux, à peu près parallèles à cette même direction, dans les montagnes du Vercors et du haut Royans. Dans tout ce vaste massif, la limite des chaînes nord 26° est et des chaînes nord 8° est, est une ligne sinueuse qui présente encore, dans son ensemble, la même direction nord 50° est.

Dans les parties sud-est du Dauphiné, où les chaînes prennent généralement la direction nord-nord-ouest à sud-sud-est, les coupures transversales sont assez généralement coordonnées à la direction nord 50° est. Telles sont les gorges de Glandaz et de Menée, traversant la grande chaîne néocomienne, entre le Grand-Veymont et la Croix Haute; la cluse de Veynes et le grand escarpement qui termine, vers le sud-est, le massif du Dévoluy. Le cours transversal du Guil, depuis Abriès jusqu'au Plan de Phazy, et celui de la Durance depuis ce dernier point jusqu'au Monestier-Allemont, présentent une suite de *cluses* dirigées de même du nord 50° est au sud 50° ouest. Enfin, la limite à laquelle s'arrête le terrain nummulitique, sur le flanc sud est du massif du Pelvoux de Champoléon à Val-louise, se dessine encore, sur la carte, à peu près parallèlement à la même direction.



CHAPITRE VIII.

PLATEAUX TERTIAIRES DU BAS-DAUPHINÉ.



§ 302. — Les pays que nous avons désignés collectivement sous le nom de **BAS-DAUPHINÉ**, ou *région des plaines et des plateaux*, sont formés de terrains tertiaires, dont les couches sensiblement horizontales sont restées étrangères aux dislocations alpines. Ces dépôts tertiaires se lient intimement avec ceux que nous avons vus redressés sur les flancs des premières chaînes secondaires : l'étude déjà faite de ces derniers permettra d'abrégé beaucoup celle qui va faire l'objet de ce chapitre.

Le Bas-Dauphiné comprend, comme nous l'avons dit, deux bassins distincts : l'un septentrional, embrassant la majeure partie des arrondissements de la Tour-du-Pin, de Vienne, de Saint-Marcellin et de Valence, et finissant en pointe, vers le sud, au confluent de la Drôme ; l'autre méridional, beaucoup moins étendu, situé entre Montélimar, Nyons et Orange, et se liant aux parties basses du département de Vaucluse, dont il enclave même tout un canton, celui de Valréas.

Nous commencerons par ce dernier, dont la structure est la plus simple et peut être résumée en peu de mots.

Bas-Dauphiné méridional.

§ 303. — La partie nord-ouest de ce bassin est occupée en entier par un plateau rocheux de calcaire d'eau douce, partie supérieure de la formation lacustre, avec gypse et lignite, que nous avons décrite sous le nom usité de *mollasse d'eau douce*, mais en le distinguant essentiellement de la *mollasse proprement dite* ou *mollasse marine*, dont elle est indépendante. Ce plateau paraît être resté à sec lors de l'irruption de la mer mollassique, qui se serait arrêtée, près de Grignan, à la ligne indiquée aujourd'hui par la vallée de la Berre.

Les assises inférieures de la *mollasse marine*, riches en fossiles et ayant les caractères d'un dépôt *littoral*, se montrent sur tout le contour du fond de ce golfe, à Grignan, Chantemerle, Chamaret, Clansayes, Saint-Paul-Trois-Châteaux, et d'autre part à Taulignan, le Pègue, Nyons, Mérindol et Mollans. A l'ouest, aux environs de Saint-Paul, elles reposent indifféremment sur les dépôts tertiaires d'eau douce, ou sur les divers étages de la craie, ou même sur les *marnes aptiennes*. Ces divers terrains avaient déjà été mis à sec et dénudés profondément avant d'être recouverts par la mollasse (§ 217). Au contraire, à l'est, de Taulignan à Mollans, la mollasse repose directement sur les dernières couches des terrains crétacés, et elle a éprouvé les mêmes bouleversements que ceux-ci. Donc, au commencement de la période, ce rivage oriental du bassin devait être formé par une lisière de terrains crétacés presque horizontaux : le soulèvement de ceux-ci a eu lieu *pendant* le dépôt de la mollasse marine et les assises inférieures de celle-ci ont participé à toutes les dislocations des couches crétacées.

Cette hypothèse d'un exhaussement progressif de la lisière

occidentale des Alpes *pendant* le dépôt de la mollasse explique très-bien comment des lambeaux de l'assise inférieure, dure et coquillière, ont été emportés *seuls*, jusqu'à de grandes hauteurs, sur les flancs des chaînes calcaires; comment ils paraissent quelquefois en discordance sensible avec les assises moyennes et supérieures (§ 222); comment celles-ci ne se montrent qu'à une certaine distance du rivage crétacé, quand il a été considérablement exhaussé pendant cette période, comme c'est le cas depuis Taulignan jusqu'à Mollans.

Les assises supérieures de la mollasse occupent le centre du bassin, comprenant Valréas, Visan, Tulette, etc.; elles forment des plateaux ravinés, découpés en collines, dont les couches sont horizontales ou peu inclinées. Cette partie du terrain est composée d'une grande épaisseur de sables, de marnes bleues ou jaunâtres, argilo-sableuses et de grès grossiers, caillouteux, généralement peu consistants. On trouve quelquefois dans les argiles bleues de petits amas de bois fossiles, sans continuité et sans importance. La faune de ce dépôt paraît être entièrement marine, dans le midi de la Drôme, et on y trouve beaucoup de coquilles bien conservées, parmi lesquelles on peut citer les suivantes, communes surtout aux environs de Visan :

Turritella Brocchii, Bronn; *T. varicosa*, Sism.; *T. vermicularis*, id.; *Trochus patulus*, Broc.; *Ancillaria glandiformis*, Lam.; *Murex trunculus*, Grat.; *Cerithium Basteroti*, M. de S.; *C. vulgatum*, Brug.; *Nassa Bonneli*, Bell.; *N. mutabilis*, Desh.; *Pectunculus pilosus*, Sism.; *Venus Brocchii*, Desh.; *Arca turonica*, Duj.; *Chama echinulata*, Lam.; *Pecten pleuronectes*, Sism.; *Ostrea crassissima*, Lam.; *O. undata*, Goldf., etc. (Sc. Gras, *Desc. géol. du département de Vaucluse*, p. 424).

Cette liste comprend plusieurs espèces qui se trouvent, en Piémont, dans le terrain tertiaire supérieur (*subapennin*). A Saint-Eyriès, près Bollène, on rencontre un petit dépôt de marne argileuse grise, extrêmement riche en fossiles, dont la

plupart des espèces appartiennent à ce dernier terrain. D'autres gisements de fossiles *pliocènes* paraissent exister encore près de Beaucaire, etc. D'après cela, et d'après la distribution des assises supérieures de la mollasse elle-même, il nous paraît vraisemblable que la mer ne s'est retirée que *successivement* des différentes parties du bassin méridional du Rhône, et qu'elle pouvait encore, à l'époque des dépôts *pliocènes subapennins*, occuper quelques parties basses de ce pays; là, il y aurait eu liaison et transition insensible de la mollasse à de petits dépôts marins plus récents encore. Quoi qu'il en soit de ce point, qui réclame de nouvelles études, je ne crois pas que les dépôts marins que l'on peut être tenté de rapporter aux terrains *pliocènes* aient jamais remonté, dans la vallée du Rhône, au delà de Bollène; et nous pouvons, jusqu'à nouvelles preuves, les considérer comme étrangers au sol du Dauphiné.

La mollasse du midi de la Drôme renferme aussi des restes de divers animaux vertébrés. On y trouve souvent des dents de *poissons* de la famille des Squales, entre autres celles du *Carcharodon megalodon*, Ag.; j'en ai recueilli une, à Visan, de 0^m, 12 de côté. Les ossements de *cétacés* ne sont pas rares dans la mollasse inférieure de Saint-Paul-Trois-Châteaux (§ 214): on y a trouvé une tête presque complète d'une espèce remarquable, voisine des dauphins et désignée par M. Jourdan sous le nom de *Rhizoprion barriensis*. Enfin on cite, dans la mollasse supérieure de Visan quelques ossements de mammifères terrestres, entre autres d'*Hipparion*. Toutefois ils y sont rares, à cause de la nature toute marine du dépôt; tandis que le dépôt *lacustre* qui forme la partie supérieure de la mollasse à Cucurron (Vaucluse) abonde en ossements d'*Hipparion* et autres mammifères terrestres.

Bas-Dauphiné septentrional.

§ 304. — Les parties basses du département de l'Isère et de l'arrondissement de Valence que nous réunissons sous ce nom comprennent un ensemble de collines et de plateaux formés de couches horizontales que nous rapportons encore au groupe de la *mollasse marine*. Mais, outre le grès tendre, à ciment calcaire, auquel s'applique spécialement le nom de *mollasse*, on y rencontre des couches de diverses structures : des sables incohérents, semblables à la mollasse désagrégée ; des nappes caillouteuses et d'énormes accumulations de poudingues plus ou moins fortement cimentés ; des marnes calcaires ou argileuses, alternant par petites assises avec les poudingues et les couches sableuses ; enfin une assise plus ou moins importante d'*argile bleue*, à laquelle sont associés des dépôts très-étendus de *lignite*, exploités surtout aux environs de la Tour-du-Pin et à Hauterives (Drôme), et dont on retrouve des indices sur une foule d'autres points.

Ces divers dépôts sont liés intimement entre eux, par des passages et des alternances multipliées. La *mollasse sableuse* forme généralement les parties inférieures de ce puissant ensemble ; elle renferme, sur un grand nombre de points, des coquilles ou des débris de coquilles et de polypiers, attestant sa formation marine. En partant des assises de mollasse redressées sur les flancs des premières chaînes calcaires, on peut aisément suivre la succession des dépôts tertiaires dans les plateaux du Bas-Dauphiné. C'est ce que nous allons faire d'abord, depuis la lisière du massif de la Chartreuse jusqu'aux plateaux des environs de la Tour-du-Pin, en prenant pour base les observations consignées par M. Élie de Beaumont, dans un mémoire célèbre (*Annales des sciences naturelles*,

1^{re} série, 1829), dont nous n'adoptons pas, cependant, toutes les conclusions.

§ 305. — Le chaînon qui règne à l'ouest de la vallée de Voeppe et de Saint-Laurent-du-Pont est, comme nous l'avons vu (§ 227) une voûte surbaissée de calcaire néocomien supérieur, sur les flancs et jusque sur les sommets de laquelle on trouve la *mollasse marine*, partageant toutes les inflexions de la stratification du calcaire. Les couches les plus inférieures sont dures et très-coquillières, pétries de *Pecten scabriusculus*, *Echinolampas scutiformis*, etc. (Raz, Miribel, etc.); c'est la mollasse inférieure du Royans, de Crest, etc. (§ 243). Elles s'enfoncent, à l'est, sous des couches moins solides et moins coquillières, entremêlées de lits caillouteux, dans lesquelles est creusé le lit du Guiers, entre les Échelles et la cluse de Chaille. Au nord de cette cluse, les couches coquillières inférieures forment un revêtement à peu près complet par-dessus la montagne sur laquelle s'élève le village de Saint Franc. A l'issue du défilé, du côté du nord-ouest, les derniers rochers sont formés par cette mollasse coquillière, plongeant à l'ouest-nord-ouest sous un angle d'environ 80° (p. 295, fig. 20). La même disposition continue au nord, vers le village de la Bridoire, bâti sur ces mêmes couches inclinées; au sud, au-dessus de Voissant et jusqu'à Saint-Aupre (§ 224).

Les couches de mollasse ne sont inclinées que jusqu'à une petite distance du flanc de la chaîne calcaire : dès qu'on s'éloigne vers l'ouest, on les voit redevenir horizontales. Près du Pont-de-Beauvoisin, la vallée du Guiers est creusée dans les assises moyennes de cette formation, qui ne présentent aucune trace de redressement ni de dislocation, mais dont les strates sont obliques et viennent se terminer les unes contre les autres sous des angles souvent considérables; disposition qui est fréquente dans les dépôt arénacés de tous les âges. Plusieurs de ces strates sont pétries, dans toute leur étendue, de cailloux

roulés de diverses grosseurs et forment ainsi des lits de véritables *poudingues*, à cailloux *impressionnés*, alternant avec la mollasse sableuse. Les mêmes cailloux sont souvent disséminés irrégulièrement dans des étendues considérables de la *mollasse* sableuse, ou accumulés dans quelques portions d'un contour irrégulier. Cette association et ces enchevêtrements multipliés de *mollasse sableuse* et de *poudingues à cailloux impressionnés* se remarquent de même dans la vallée de l'Ainan, à Voissant, à Merlas (§ 221), etc.; et plus on s'élève dans la série des couches, plus les *poudingues* deviennent prédominants: ils forment tout le massif des hautes collines situées entre Saint-Geoire, Saint-Aupre et Chirens, qui atteignent, au signal de Baracuchet, l'altitude de 964 mètres, la plus élevée de tout le Bas-Dauphiné. Cette hauteur est bien supérieure à celle de la voûte néocomienne, haute seulement de 703 mètres entre Saint-Aupre et Saint-Laurent-du-Pont; de sorte que l'on peut aisément prolonger par la pensée les *poudingues* par dessus cette voûte, pour les rattacher à ceux de Saint-Laurent et de Pommiers.

§ 306 — **Coquilles fossiles de la mollasse.** — La mollasse des environs du Pont-de-Beauvoisin renferme beaucoup de coquilles, dont le test est généralement si friable qu'on ne peut les détacher entières. Cette mollasse coquillière règne encore à plus de 50 mètres au-dessus du Guiers, au Sablon, sur la route des Abrets; M. Élie de Beaumont y a trouvé des *patelles*, des *balanes* et des *peignes*. Elle s'étend, en couches horizontales, à Romagnieu, Chimilin, Aoste, et sur toute la lisière du marais, jusqu'à Vézeronce. La colline des Avenières est encore formée de mollasse sableuse, que l'on voit à découvert surtout du côté du Rhône; à son extrémité sud-est, près de Saint-Didier, elle renferme des débris de coquilles marines; mais sur presque toute cette colline, la mollasse est ca-

chée par les *dépôts erratiques*, dont nous parlerons plus loin (chap. IX)

Les coquilles marines sont abondantes sur plusieurs des points que nous venons de citer. Nous en avons surtout recueilli de bien conservées au hameau de Leyssin, près Chimilin ; l'espèce la plus abondante, que nous retrouverons dans plusieurs autres localités, est le *Buccinum Michaudi*, Thioll. ; nous la regardons comme caractéristique d'un horizon parfaitement déterminé dans la partie moyenne de la *mollasse*. On y trouve encore assez abondamment l'*Arca turonica*, Duj., et plusieurs espèces de *Trochus* et de *Turritella*, qui paraissent identiques à des espèces de faluns miocènes supérieurs de la Touraine et de l'Aquitaine.

En montant du Sablon aux Abrets ou de Chimilin à la Bâtie-Montgascon, on s'élève de plus de 100 mètres dans la série des couches et l'on passe de la *mollasse sableuse* à des *poudingues* à cailloux *impressionnés*, qui alternent avec elle et tendent à dominer de plus en plus, sans qu'il soit possible de tracer aucune limite entre ces deux sortes de dépôts. Aux Abrets, les poudingues commencent à renfermer des couches alternantes d'*argiles bleues* qui donnent lieu à des nappes d'eau et à un plateau bien marqué, dont l'altitude est d'environ 400 mètres. Ces argiles se développent davantage un peu plus à l'ouest et contiennent les *lignites* de l'arrondissement de la Tour-du-Pin.

§ 307. — **Argiles bleues et lignites.** — Les *argiles bleues* et les *lignites* forment un groupe bien caractérisé, que nous retrouvons dans une grande partie du Bas-Dauphiné. Aux environs de la Tour-du Pin, il présente d'abord, à sa base, une assise d'argile bleue ou grisâtre, qui renferme çà et là des lits sableux. L'épaisseur moyenne de cette argile est de 3 à 4 mètres ; mais elle est, en quelques endroits, beaucoup plus considérable ; dans la commune de Saint-Didier, un puits de

recherche de 33 mètres n'a pu la traverser entièrement. Cette argile contient souvent des coquilles d'eau douce et des hélices brisées et écrasées par la pression : on y trouve particulièrement une grande espèce d'hélice qui paraît identique à l'*Helix Colongeni* Michaud, du lignite d'Hauterives (§ 314). M. Jourdan y a signalé une dent d'hippopotame et quelques autres restes de mammifères fossiles, qui paraissent se rapporter à des espèces connues dans les terrains miocènes supérieurs.

L'argile bleue contient beaucoup de débris végétaux et elle devient souvent noirâtre à sa partie supérieure : elle est immédiatement recouverte par le *lignite*. Celui-ci forme généralement une couche unique, dont l'épaisseur moyenne est d'environ 0^m,50 dans les exploitations des environs de la Tour-du-Pin ; dans celle de Maubuisson, sur la commune de la Chapelle, elle est de 0^m60 ; elle s'est élevée exceptionnellement à 0^m80 à Ruijaillet, commune de Saint-Didier. En dehors de ces deux communes, l'épaisseur du lignite diminue rapidement dans tous les sens : elle n'est plus que de 0^m,40 à 0^m,35 au Bas-Vérel, près la gare de Saint-André le Gaz ; de 0^m,35 à 0^m,30 à Saint-Victor de Cessieu ; de 0^m,25 au moulin Huguet et à la Frette, entre la Chapelle et Dolomieu ; enfin, sur les communes de Montceau, de Cessieu, de Panissage, des Abrets, etc., on en retrouve divers affleurements où l'épaisseur est réduite à 0^m,20 ou 0^m,15, ou moins encore, et qui sont alors tout-à-fait inexploitable.

Au-dessus du *lignite* vient un banc d'argile bleue ou grise, avec traces de lignite, dont l'épaisseur est très-variable : elle atteint quelquefois un mètre, d'autres fois elle est très-mince et souvent elle manque complètement. Sur quelques points, le toit du lignite présente des circonstances spéciales : au Vion, il est formé par plusieurs couches d'argiles différentes, dont l'ensemble s'élève à plus de 2 mètres ; au moulin Huguet, sur Dolomieu, une couche d'argile grise recouvre le lignite et

est surmontée d'un banc de calcaire marneux de 0^m30. Enfin, sur plusieurs points, l'argile du toit est accompagnée de feuillets de lignite ou d'un petit banc de 0^m,40 au plus de ce même combustible.

Les lignites de la Tour-du-Pin sont formés de végétaux moyennement altérés, dont la structure est encore reconnaissable. Une grande partie du combustible exploité consiste même en *bois fossiles* dont la couleur varie du brun jaunâtre au noir et dont les tiges, couchées parallèlement à la stratification, sont généralement aplaties par la pression; cependant leur tissu ligneux est assez bien conservé pour que l'on puisse en compter les couches, l'étudier au microscope et constater qu'ils appartiennent presque tous à des arbres de la famille des Conifères. Une autre sorte de lignite, plus répandue encore et toujours mêlée aux gîtes de bois fossiles, est noire et se divise en feuillets minces, fragiles, sur la surface desquels on distingue des feuilles et des tiges de plantes herbacées marécageuses, analogues à celles qui constituent la *tourbe*. Cette seconde sorte de lignite donne plus de cendre et moins de flamme que les bois fossiles; le charbon obtenu par sa calcination est peu consistant; ce n'est évidemment qu'une *tourbe comprimée*, dont les parties ont été rapprochées et soudées par la pression et par une décomposition un peu plus avancée: les feuillets présentent, dans leur épaisseur, une cassure unie ou conchoïde, mate ou assez brillante; la décomposition des végétaux herbacés a produit une pâte bitumineuse dans laquelle on ne peut plus distinguer les tiges et les feuilles accumulées qui ont formé le combustible. Dans d'autres endroits, l'altération est poussée au point de produire des nœuds ou des rognons de jayet noir, compacte: cette particularité a été remarquée à Sainte-Blandine et à Pupetière, près Virieu. On rencontre encore, autour du Vion et sur d'autres points, un *charbon minéral* à fibres incohérentes, ressemblant à du *fusain*, à un bois léger carbonisé artificiellement. Les troncs

d'arbres sont souvent en partie bituminisés dans leur partie corticale ; ils sont quelquefois incrustés ou même complètement pétrifiés par de la silice, qui reproduit exactement la structure de leur tissu ligneux. Au milieu de ces accidents, on ne découvre aucun caillou, aucun grain de sable dans ce combustible, dont la pureté n'est altérée que par quelques filets calcaires ou par des argiles très-divisées. Les pyrites y sont rares ou simplement accumulées sur quelques points (1).

§ 308. — Le groupe des *argiles bleues* et du lignite est recouvert par des poudingues à ciment sableux, généralement solides, confusément stratifiés, entremêlés de lits et d'amas lenticulaires de sables semblables à ceux de la *mollasse marine*. L'aspect et la structure de ces poudingues, l'état et la nature des galets qu'ils renferment, les caractères des *cailloux impressionnés* (§ 218) qu'on ne manque jamais d'y trouver, sont tellement identiques avec ce que nous avons vu dans les poudingues inférieurs au lignite, qu'il est impossible de ne pas les considérer comme un retour et une suite de la même formation. Souvent ils alternent aussi avec des couches de *mollasse sableuse*. A Cessieu, le lignite est recouvert par une assise de mollasse sableuse de 20 mètres d'épaisseur, alternant, dans le haut, avec des poudingues, qui lui succèdent ensuite sur plus de 60 mètres. Bien que nous ne connaissions encore aucun fossile marin trouvé dans ces poudingues supérieurs, nous n'hésitons pas à les réunir aux *poudingues de la mollasse* et nous pensons qu'ils sont de *formation marine*, aussi bien que ceux-ci.

L'épaisseur des poudingues supérieurs au lignite est très-variée par suite des dénudations. Dans quelques endroits, ils ont été presque complètement enlevés, et le lignite peut

(1) M. Fournet, *Bull. de la Soc. géol.*, 2^o sér., t. XI.

alors être exploité à ciel ouvert : c'est ce qui arrive par exemple aux limites de la Chapelle et de Faverges, près du Vion. Mais, en général, les exploitations se font en galeries, sous un toit de poudingues dont l'épaisseur va jusqu'à 20 mètres et plus. Enfin, dans les plateaux au sud et au nord-ouest de la Tour-du-Pin, le lignite disparaît sous de grandes masses de poudingues, alternant avec des lits sableux et quelques lits argileux. Ces poudingues s'élèvent à environ 80 mètres au-dessus du niveau des lignites dans les collines de Montceau (542^m), du Puy de Cessieu (505^m), et celles que traverse la route de la Tour à Virieu. Au-dessus, on ne trouve plus que les *dépôts erratiques* superficiels, dont nous parlerons plus loin (chap. IX).

§ 309. — Extension des lignites de la Tour-du-Pin. —

D'après la constance des dispositions et des caractères que nous venons de décrire, il est aisé de voir que les divers affleurements de *lignite* des environs de la Tour-du-Pin ne constituent pas autant de petits dépôts isolés et circonscrits : leur discontinuité apparente résulte seulement, comme l'a montré M. Fournet, des érosions qui ont profondément entamé le sol dans les époques géologiques postérieures ; on peut les considérer comme des lambeaux d'une même couche, subordonnée à une même nappe d'argile bleue. Dans les intervalles des gîtes connus, partout où l'on se trouvera à un niveau plus élevé que la nappe à laquelle ils appartiennent, on pourra toujours atteindre celle-ci par des puits dont on peut d'avance assigner à peu près la profondeur. Au contraire, partout où l'on sera en dessous du plan des affleurements environnants, le lignite aura été emporté par la dénudation, et on n'aura aucune chance de le rencontrer. C'est ainsi qu'un puits de 20 mètres de profondeur, creusé sur le plateau de Charpenney, entre la Bourbre et le lac Saint-Félix, n'a rencontré que les poudingues inférieurs au lignite, parce que son ouverture était

au dessous du plan qui se raccorderait au nord et au sud, avec les affleurements de Bellefontaine et de la Cassole.

Cependant, en faisant un nivellement un peu précis des divers affleurements de la Tour-du-Pin, on peut facilement constater que la couche de lignite ne forme pas un plan horizontal, ni même une surface inclinée partout dans le même sens. Elle a, en réalité, des ondulations assez prononcées, et présente des pentes et des contre-pentes en différents sens. Voici les altitudes de ces affleurements, déterminées à l'aide du baromètre : Saint-Victor de Cessieu, 380 mètres ; Saint-Didier (galeries voisines de la grande route) 387 ; Bas-Vérel, près la gare de Saint-André-le-Gaz, 440 ; le Vion, 440 ; Bellefontaine, 398 ; Maubuisson, 408 ; moulin Huguet, entre la Chapelle et Dolomieu, 422 ; la Frette, commune de Dolomieu, 374, 382 ; ravin de Romanèche, sous Rochetoirin, 380 ; au-dessus de Cessieu, 424 ; au-dessus de Coiranne, entre Cessieu et Ruy, 401 ; Chatonnay, commune de Montceau, 437. Ces déterminations indiquent des pentes en divers sens, dont la plus forte serait entre le moulin Huguet et la Frette et s'élèverait à environ trois pour cent. Loin de s'abaisser graduellement vers l'ouest, comme le pensait M. Fournet, la couche de lignite atteint ses altitudes les plus grandes sur les communes de Cessieu et de Montceau, et doit s'arrêter de ce côté au bord du bas-plateau situé entre Ruy et Montceau, duquel elle a été enlevée par la dénudation.

Le lignite s'amincit donc beaucoup à mesure qu'il s'éloigne des exploitations de la Chapelle et de Saint-Didier : il manque même presque entièrement sur beaucoup de points, quoique l'argile bleue existe encore. Comme l'a montré M. Fournet, la ténacité et l'imperméabilité de cette nappe argileuse lui font jouer un double rôle : un rôle *hydrographique*, en ce sens que les eaux infiltrées au travers des poudingues supérieurs sont arrêtées à la surface des argiles à lignite, et constituent un *niveau de sources* constant dans tout le pays ; ensuite, un

rôle *topographique*, parce que ces même argiles ont pu résister mieux que les sables et les poudingues aux grandes érosions dont la contrée a été le siège, de façon qu'elles dessinent souvent un *gradin* très prononcé dans le relief du sol. Dans tout le massif tertiaire situé au nord de la route de Bourgoin aux Abrets, le niveau moyen de 400 mètres caractérise un ensemble de plateaux dont le sol est formé par les argiles remaniées, mêlées aux dépôts erratiques superficiels; on remarque, sur ces plateaux, beaucoup d'étangs ou de bas-fonds marécageux; ils sont dominés par des coteaux ou des collines élevées, formés par les poudingues supérieurs, et le pays est découpé par des ravins nombreux, qui prennent naissance au niveau des plateaux argileux et sont profondément creusés dans les poudingues inférieurs.

Au sud et au sud-est de la Tour-du-Pin, divers indices de lignite ont été signalés sur les territoires de Sainte-Blandine, le Passage, Saint-Ondras, les Abrets, Chéliou, Panissage, Virieu, Blandin, Doissin, Montrevel, Biol, Bizonnes, Saint-Didier-de-Bizonnes, Longechenal, Bevenais, et jusqu'auprès du Grand-Lemps. Ces gîtes paraissent, en général, inexploitable; mais ils sont intéressants, en ce qu'ils montrent l'extension très-probable du même dépôt de lignite, subordonné à une même nappe d'argile. Le niveau de cette nappe paraît aller en s'élevant graduellement vers le sud.

§ 310. — **Arrondissement de Saint-Marcellin et de Valence.** — De l'autre côté de la grande vallée de la plaine de Bièvre, creusée dans les poudingues inférieurs, on retrouve l'argile bleue, avec indices de lignite, sur la route de Saint-Étienne-de-Saint-Geoirs au col de Toutes-Aures. Elle est redressée d'une manière très-sensible avec les couches de molasse et de poudingues, et son inclinaison augmente en approchant du col: on la rencontre, au bord de la route, depuis l'altitude 468 jusqu'à 570 mètres, et même plus près encore

du col situé à 633 mètres. Cette nappe d'argile alimente plusieurs tuileries. On la retrouve encore à Viriville, à Thodure, à l'altitude de 340 mètres; au sud du donjon de Moras, à peu près au même niveau. Elle passe sous les plateaux tertiaires et reparaît dans la vallée de la Galaure, à Hauterives, encore à l'altitude de 340 mètres; puis à Fay-d'Albon et aux Rosiers, commune d'Albon. Elle paraît s'abaisser graduellement vers l'ouest, avec l'ensemble des plateaux tertiaires.

Sur le versant de l'Isère, des argiles bleues avec lignites se montrent au Serre-Nerpol et au-dessus de l'Osier; d'autres affleurements, qui ont donné lieu à des tentatives récentes d'exploitation, s'étendent sur les communes de Bessins, Dionay et Saint-Antoine, à une altitude uniforme d'environ 450 mètres; ils se continuent sur Montmirail, Saint-Bonnet de Chavagne, et jusqu'aux environs des Fauries et de Saint-Donat. Au sud de l'Isère, il existe encore quelques gîtes de lignite et d'argiles bleues qui appartiennent probablement au même horizon géologique, jusqu'à celui de Montmeyran, dont nous avons déjà parlé (§ 205 et pl. III, fig. 2, d).

Dans plusieurs de ces localités, la couche de *lignite* est aussi épaisse qu'à la Tour-du-Pin; mais le peu de valeur de ce combustible dans des pays suffisamment boisés ou dans lesquels la houille arrive à peu de frais a fait échouer jusqu'ici presque toutes les tentatives d'exploitation. La seule importante est celle d'Hauterives, où le lignite atteint une puissance exceptionnelle. Cette localité est aussi d'un grand intérêt géologique et très-propre à montrer la liaison intime qui existe entre ces trois sortes de dépôts: mollasse marine coquillière, poudingues à cailloux *impressionnés* et argiles bleues avec coquilles d'eau douce et couches de *lignite*.

§ 344. — **Mollasse et lignites d'Hauterives** — On retrouve en effet, dans le nord du département de la Drôme, la

même série d'assises que dans l'arrondissement de la Tour-du-Pin.

Les collines situées au nord de Romans, les ravins profonds de l'Herbasse et de ses affluents, dans le canton de Saint-Donat, présentent un grand développement de *mollasse sableuse* tendre, souvent presque friable, alternant avec de petites assises argilo-sableuses : c'est la partie moyenne de la formation de la *mollasse marine*. On y trouve beaucoup de débris marins, et quelques gîtes de coquilles bien conservées. Au Larix. près Saint Christophe, M. Michaud cite *Pecten scabrellus*, Lam., *P. Gassiesii*, Mich., *Balanus tintinnabulum*, Linn. A Baternay et surtout aux Ponçons, près Tersanne, au sud d'Hauterives, on rencontre de nombreuses petites coquilles marines, appartenant à un horizon un peu plus élevé, celui des *sables à buccins* (§ 306).

Le gisement des Ponçons est un sable rempli de petites coquilles marines : M. Michaud y a recueilli environ 80 espèces, dont la moitié se rapporte à des types connus dans les *faluns* de la Touraine, ou dans ceux de Dax et de Bordeaux, ou enfin dans la mollasse de Turin; parmi les autres, quelques-unes paraissent analogues à des coquilles de l'Astezan (*terrain pliocène subapennin*), et la plupart seraient nouvelles. Parmi ces dernières sont les deux fossiles les plus abondants et les plus caractéristiques de cet horizon de la mollasse, *Buccinum Michaudi*, Thioll., et *Dendrophyllia Colongeonii*, id.

Dans toute cette partie du Bas-Dauphiné, les couches de la *mollasse* ont une légère inclinaison, par suite de laquelle elles s'abaissent constamment du sud au nord et aussi de l'est à l'ouest. Les assises auxquelles appartiennent les fossiles marins que nous venons de citer affleurent dans la vallée de la Galaure, en aval d'Hauterives; dans les hauteurs, de part et d'autre de cette vallée, elles sont recouvertes par les *argiles à lignite* et les assises supérieures, formées également de *mollasse sableuse* et de *poudingues à cailloux impressionnés*.

§ 312. — Le plus grand développement des *argiles à lignite* se montre dans la combe de Claray, au nord-ouest d'Hauterives : elles sont superposées à une assise de mollasse sableuse et de poudingues, intimement enchevêtrés ensemble, qui forme la colline du château et le bas du vallon de Claray. Cette assise contient beaucoup de débris marins ; et dans un des derniers bancs, formé de mollasse caillouteuse, on trouve surtout en abondance l'*Ostrea undata*, Goldf. Immédiatement au-dessus, au niveau du vieux château, on rencontre l'*argile bleue* avec *lignite* et coquilles d'eau douce. Cette formation lacustre occupe évidemment une dépression au milieu des dépôts marins : elle est très-épaisse dans le centre de la combe, où sont établies les exploitations ; elle va en diminuant rapidement à une petite distance.

La principale masse d'argile bleue, qui forme, comme à la Tour-du-Pin, la base du lignite, a été sondée sur 13 mètres de profondeur, sans atteindre le fond ; tandis qu'à moins d'un kilomètre, au bord de la route de Beaurepaire, elle paraît se réduire à 2 ou 3 mètres au plus. Cette argile est exploitée pour faire des briques et des carreaux. Au-dessus vient la grande couche du *lignite*, consistant presque entièrement en bois fossiles de la famille des conifères ; il a, dans les galeries, une épaisseur moyenne d'environ un mètre, atteignant quelquefois jusqu'à 1^m,30 ou 1^m,40 ; cependant il paraît aller en diminuant vers l'ouest et vers le nord, et se réduit à 0^m,60 en devenant aussi moins pur et plus feuilleté. Au-dessus de la grande couche, il y en a une seconde, de 0^m,15 à 0^m,20, formée aussi de bois fossile et séparée de la première par un petit lit d'argile très-constant, de 0^m,06 d'épaisseur. Puis un feuillet marneux de 0^m,10 en moyenne, quelquefois réduit à rien, et une troisième couche de lignite impur, feuilleté, mêlé de marne, de 0^m,15 environ. Enfin le toit des galeries est formé par une marne coquillière grise remplie d'hélices et d'autres coquilles terrestres ou d'eau douce, et contenant beaucoup de nœuds de lignites disséminés. Les déblais de ce toit, avec le lignite impur de la troisième couche et les menus des deux couches exploitées sont brûlés en tas et donnent un bon amendement pour l'agriculture ; le toit coquillier est même en partie assez calcaire pour être cuit comme pierre à chaux grasse ou un peu hydraulique.

§ 313. — A l'est et à l'ouest de la combe de Claray, sur la route de Beaurepaire et sur celle de Moras, l'argile bleue se montre, superposée à la mollasse sableuse ou caillouteuse, mais très-réduite en épaisseur et ne contenant plus que des indices inexploitablement de lignite. On voit nettement qu'elle est recouverte par des bancs de mollasse

sableuse, qui ne diffèrent en rien de la mollasse sous-jacente et qui n'ont aucun rapport avec la nappe de cailloux remaniés dans une glaise rougeâtre, qui revêt le flanc et le haut des plateaux.

Ces relations se voient aussi, au midi de la Galaure, dans le ravin qui passe sous le hameau de Combesse. Le fond de ce ravin est formé de mollasse sableuse, avec débris de coquilles marines, de balanes, etc. : un peu plus haut, elle alterne avec des lits argilo-sableux. Puis vient une argile bleue, de 1^m,50 environ, contenant des coquilles d'eau douce, des hélices, etc., et des bois fossiles en grande partie silicifiés. Le niveau de cette nappe d'argile est le même que celui des galeries de la combe de Claray (340 mètres), et elle représente sans doute le prolongement rudimentaire de l'assise du lignite. Immédiatement au-dessus, au hameau de Combesse, revient un grand développement de mollasse sableuse, exactement semblable et parallèle à celle de dessous.

L'intercalation des argiles bleues et du lignite dans la mollasse est encore plus manifeste à Dionay, Saint-Antoine, Bessins, etc., où ces dépôts sont moins développés qu'à Hauterives et où la mollasse est encore plus généralement sableuse.

§ 314. — Les coquilles terrestres et d'eau douce, si abondantes dans l'argile qui recouvre le lignite d'Hauterives, ont été l'objet d'un travail important de M. G. Michaud. Cet habile conchyliogiste en a décrit 75 espèces, dont 40 au moins seraient nouvelles ; 30 environ se rapporteraient à des espèces encore vivantes dans nos pays et quatre ou cinq seulement à des espèces fossiles de divers étages du bassin de Paris. Ces résultats nous paraissent bien difficilement admissibles au point de vue des lois générales de la paléontologie : nous ne pouvons nous empêcher de supposer que, des coquilles qui paraissent se rapporter à des espèces vivantes encore dans le pays, la plupart, sinon toutes, sont en effet des coquilles de l'époque actuelle, enfouies dans les affleurements de la marne à lignite par les filets d'eau qui l'ont remaniée à la surface ; et quant aux coquilles réellement fossiles, considérées comme espèces nouvelles, M. Deshayes pense qu'un bon nombre d'entre elles sont identiques à des espèces déjà trouvées dans les

faluns de la Touraine ou autres dépôts miocènes. Quoi qu'il en soit de cette question, qu'éclairciront des comparaisons plus attentives, la faune d'Hauterives est surtout remarquable par deux grandes hélices, *Helix Chauxii*, Mich. et *H. Colongeonii*, id., plusieurs clausilies, dont la plus grande connue à l'état fossile, *Clausilia Terverii*, id., deux *Azeca*, plusieurs planorbes, lymnées, paludines, etc. M. Michaud signale plusieurs espèces comme se trouvant à la fois dans la marne à lignite de la combe de Claray ou de Combesse et mêlées aux coquilles marines dans la mollasse de Tersanne (§ 314). C'est une preuve de plus de la liaison géologique des deux dépôts.

§ 315. — **Arrondissement de Vienne.** — Il existe aussi, dans l'arrondissement de Vienne, plusieurs indices de l'extension des dépôts d'argiles lacustres et de lignites, intercalés dans la mollasse marine. Le petit vallon de la Fuly, sur la commune de Saint-Quentin, est creusé à la limite occidentale de l'îlot jurassique qui renferme les mines de fer de cette commune (§ 17). La mollasse, déposée là près d'un rivage et sans doute dans des eaux peu profondes, n'y a qu'une médiocre épaisseur. Les *sables à buccins* sont à la base de la berge gauche du vallon, près du moulin, à quelques mètres seulement au-dessus des affleurements jurassiques du centre du vallon. Ce dépôt marin présente ici, par suite de sa formation littorale, une structure toute particulière : les buccins (*B. Michaudi*) sont enveloppés en abondance dans un sable fin, micacé, incohérent, qui renferme aussi le *Dendrophyllia Colongeonii* et quelques autres petits fossiles marins, et ce sable ne remplit que les interstices de galets roulés, parfaitement arrondis, ayant jusqu'à 0^m,25 de grand axe : un grand nombre de ces galets sont calcaires et perforés par de petites *pholades* dont les coquilles se voient encore parfaitement conservées au fond de leurs trous. La conservation des buccins et autres coquilles fragiles dans ce dépôt caillouteux est un fait remar-

quable, que l'on peut expliquer du reste facilement, par les phénomènes de balancement des marées dans une anse peu profonde. Au-dessus de cette assise, on trouve, sur environ 16 mètres de hauteur, un poudingue sans fossiles, plus ou moins cohérent, dont les cailloux calcaires sont souvent *impressionnés*. Puis vient une argile bleue, avec indices de bois fossile, représentant l'horizon des lignites; enfin par dessus, une *mollasse sableuse* tendre, qui forme le plateau où passe la route départementale. En descendant vers Heyrieu, on retrouve, sous cette mollasse, l'argile bleue avec traces de *lignite* et coquilles d'eau douce, bien visible au sud du bourg. L'altitude du lignite est de 303 mètres à la Fuly et 277 mètres à Heyrieu.

Le dépôt lacustre du lignite se trouve ainsi, à la Fuly, à quelques mètres seulement au-dessus des *sables à Buccins*, dont il est séparé, près de la Tour-du-Pin, par plus de cent mètres de mollasse caillouteuse (§ 306), et à Hauterives par une épaisseur presque aussi grande de mollasse sableuse. Sur la colline d'Heyrieu, on remarque, au-dessus du lignite, des alternances répétées, sur 12 ou 15 mètres, de mollasses sableuses et de marnes contenant des hélices, et le tout est recouvert par environ 30 mètres de mollasse sableuse.

L'argile bleue reparait à 3 kilomètres ouest d'Heyrieu, dans le ravin de l'Ozon, entre Valencin et Chandieu, avec une petite couche de *lignite* de 0^m,20, à une altitude de 280 mètres. On retrouve encore cette argile et des traces de *lignite* au-dessus de Chaponay et de Marennes. Enfin des recherches ont été faites sur un affleurement de *lignite*, à Oytier, encore à peu près à la même altitude.

A Septême et à Oytier, M. Jourdan a trouvé le *Buccinum Michaudi* en abondance, dans une mollasse sableuse friable, et avec cette coquille marine, des hélices identiques à celles d'Hauterives (*Helix Colongeonii*, etc.). Ces mêmes hélices se retrouvent dans une couche de marnes un peu supérieure,

qui représente encore, sans doute, un rudiment du dépôt des lignites (1).

§ 316 — **Résumé concernant les lignites.** — Ainsi l'intercalation d'un dépôt d'eau douce composé d'*argiles bleues* et de *lignites* est un fait très-général dans la partie supérieure du terrain de *mollasse* du Bas-Dauphiné; tous les faits concourent pour établir l'unité de l'ensemble formé par la *mollasse marine*, les *poudingues* et les *argiles bleues à lignite* et à le faire rapporter tout entier à la période *miocène*.

Les gîtes de *lignite* ne sont pas de simples amas locaux; ils ont été déposés en couches régulières, d'une certaine étendue. Cependant ce serait aller au delà des faits que de supposer que toutes les argiles bleues et les lignites du Bas-Dauphiné ap

(1) Nous devons mentionner encore les lignites des environs d'Anjou, qui ont été l'objet de quelques fouilles au commencement de ce siècle. M. Héricart de Thury en a donné une coupe comprenant trois couches de lignite, les deux supérieures impures. l'inférieure pure et très-épaisse; elles alternent avec des argiles bleues, blanches ou rougâtres et avec des bancs de galets; la couche supérieure contenait beaucoup de coquilles fluviatiles et terrestres, aplaties ou écrasées. En visitant l'emplacement d'une de ces anciennes fouilles (dans un ravin à un kilomètre sud du château de Terrebasse), j'ai trouvé qu'il était à une altitude de 259 mètres seulement; on n'y voit plus à découvert qu'une argile grise et un calcaire tufacé, exploité encore récemment comme pierre à chaux, renfermant l'un et l'autre beaucoup de petites coquilles terrestres; leur aspect est bien différent de celui des couches d'Hauterives et de la Tour-du-Pin, et il serait nécessaire de faire une étude attentive des coquilles qu'ils contiennent, si on peut en trouver de déterminables. On ne peut voir la relation de ces couches avec la mollasse, et elles ne sont recouvertes que par une nappe de graviers et de sables remaniés. Ces circonstances peuvent laisser quelques doutes sur l'identité des lignites d'Anjou avec ceux de la Tour-du-Pin, d'Hauterives, etc. Ils pourraient bien appartenir à une formation beaucoup plus récente, ainsi que les lignites des environs de Chambéry, de Barraux, etc., dont nous parlerons plus loin (§ 334).

partiennent à une même nappe continue, formée partout en même temps : ce sont des dépôts lacustres, produits dans des conditions semblables et intercalés dans une grande formation marine beaucoup plus étendue, qui s'est continuée en même temps et encore après. Ils ont été formés dans des espaces délaissés temporairement par la mer, devenus d'abord des étangs d'eau douce, puis des marais tourbeux ou des forêts, qui ont été, plus tard, envahis de nouveau par la mer et recouverts de nappes de galets et de sables pareilles à celles qui en formaient le fond.

Ainsi que nous l'avons indiqué déjà (§ 222), le *soulèvement des Alpes occidentales* n'est pas, à nos yeux, une révolution brusque survenue à la fin de la période *miocène*. Nous le considérons comme le résultat d'une série de mouvements lents ou saccadés qui auraient eu lieu pendant le dépôt de la *mollasse*, de manière à redresser sur les flancs des premières chaînes alpines les assises inférieures et moyennes de cette formation et à rétrécir en même temps le bassin miocène, de ce côté; de telle sorte que les assises supérieures ne se sont déposées qu'en dehors et à une certaine distance de la zone montagnaise. Par suite même de cet exhaussement progressif, il est arrivé un moment où de grandes parties du bassin, dans le département de l'Isère, ont été isolées de la mer et occupées par des eaux douces où se sont déposées les *argiles bleues*, puis les *lignites*. Plus tard, un tassement du sol a remis de nouveau sous les eaux de la mer ces plages marécageuses, et les lignites ont été recouverts de nouvelles couches de sables et de galets marins.

§ 347. — Pour nous, toutes les couches de *mollasse sableuse* et de *mollasse caillouteuse* ou de *poudingues* qui entrent dans la constitution de la masse intérieure des plateaux dauphinois sont de *formation marine*; nous ne pourrions même pas comprendre autrement que par l'agitation des va-

gues marines la formation de ces immenses nappes de galets parfaitement arrondis, dont les interstices sont toujours remplis par du sable fin, et parmi lesquels on trouve constamment un mélange de roches des Alpes et de roches du Lyonnais ou du Forez. Ces *poudingues de la mollasse* sont constamment caractérisés par le phénomène des *cailloux impressionnés*; caractère empirique, sans doute, mais qui tient essentiellement aux conditions même du dépôt et qui peut parfaitement servir à distinguer les poudingues miocènes d'avec les nappes de cailloux roulés d'époques plus récentes (§ 218).

La structure de *poudingue* ou de *mollasse caillouteuse* peut se présenter à tous les niveaux dans la formation de la *mollasse marine* : elle prédomine sur la lisière des montagnes de la Chartreuse, dans les collines des Terres-Froides, où ces assises de poudingues se montrent, presque sans mélange de couches sableuses, sur plusieurs centaines de mètres d'épaisseur. A mesure qu'on s'éloigne des Alpes, l'état sableux devient plus fréquent, les poudingues diminuent et ne dominent plus guère que dans les assises supérieures; dans les plateaux des environs de Vienne, ils ne se montrent plus que sur une trentaine de mètres d'épaisseur, et souvent moins. Dans les assises inférieures et moyennes, on trouve beaucoup de roches du Forez, par exemple des porphyres, des jaspes, etc., mêlées aux roches des Alpes; mais dans les assises supérieures, celles-ci dominent presque exclusivement. Cela se conçoit, d'après le relief croissant que prenaient les Alpes et l'inclinaison que le fond de la mer miocène prenait aussi en se relevant insensiblement de ce côté.

Les intercalations de dépôts lacustres dans la grande formation marine de la *mollasse* et des poudingues miocènes ne se bornent pas à celles des argiles bleues et des lignites. On y trouve souvent, à différents niveaux, de petites assises de marnes très-calcaires et de calcaires blanchâtres, qui ont aussi les caractères de dépôts d'eau douce. Par exemple, en montant de

Saint-Marcellin au plateau de Chambaran, par la route de Roybon, on trouve d'abord la *mollasse sableuse*, puis des alternances de poudingues, et ensuite, jusqu'au-dessus de Murinais, des alternances répétées de mollasse, de poudingues et de marnes blanchâtres, avec petites couches de calcaire lacustre. Près de Roybon, à Plan-Michard, M. Fénéon a signalé une couche de calcaire lacustre, accompagné de marnes blanches, que l'on exploite comme amendement, et qui est encore intercalée dans la partie supérieure des poudingues. On rencontre fréquemment des lits marneux semblables, alternant avec les poudingues ou avec la mollasse, aux environs de Beurepaire, de Vienne, etc., et ils sont souvent utilisés comme amendements pour les terres siliceuses des plateaux. On conçoit que ces alternances de petits dépôts lacustres ont dû devenir de plus en plus fréquentes vers la fin de la période miocène, à mesure que le bassin se comblait et se rétrécissait progressivement, par un exhaussement graduel vers les Alpes.

§ 318. — Dans le voisinage du Rhône, aux environs de Lyon, de Vienne et de Saint-Vallier, on voit la mollasse reposer directement sur les terrains cristallins dits primitifs, et ses couches sont toujours parfaitement horizontales. Ainsi, pendant que le massif des Alpes éprouvait ces mouvements considérables qui ont redressé sur ses flancs, jusqu'à la verticale, les couches de la mollasse marine, les roches granitiques de la vallée du Rhône ne subissaient pas de dérangement notable; elles avaient depuis longtemps pris leur relief, lorsque le dépôt de la mollasse est venu les recouvrir en partie, en se modelant sur leurs inégalités.

Le voisinage de ce rivage granitique a influé nécessairement sur la composition des premières assises de mollasse qui s'y sont déposées : elles ont été formées surtout de ses débris.

Près de Saint-Vallier, sur les communes de Saint-Uze et de Saint-

Barthélemy de Vals, les premiers dépôts tertiaires qui s'appuient sur le revers oriental des collines granitiques sont formés de sables granitiques, souvent grossiers, souvent mêlés d'une argile blanche ou rougeâtre. Ces sables ne sont évidemment que les débris d'un granite kaolinisé, analogue à celui de Larnage (§ 14), qui ont été remaniés par les eaux. Ils sont surtout remarquables au sud de Saint-Barthélemy, près du hameau de Douévas. A la partie inférieure, ils sont salis par une argile rougeâtre : à la partie moyenne, ils consistent uniquement en débris roulés de pegmatite, mêlés d'une argile blanche très-pure ; on sépare celle-ci par la lévigation et on l'emploie à Ponsas et à Serves pour la fabrication de pipes, de grès et poteries fines. Enfin dans le haut, ces sables deviennent purement quartzeux et sont même durcis irrégulièrement, par places, par un ciment siliceux, qui souvent y a formé des concrétions de calcédoine ou de petits cristaux de quartz très-nets. Il résulte de cette imprégnation siliceuse irrégulière des blocs de grès très-durs, de formes bizarres, qui restent en saillie parce que les sables environnants ont été entraînés : ces blocs de grès rappellent ceux de Fontainebleau : un d'eux, remarquable par sa position d'équilibre instable, et ressemblant, au premier abord, à un *men-hir*, est connu dans le pays sous le nom de *Roche qui danse*. Dans quelques parties, ces grès contiennent des cailloux arrondis, tous purement siliceux, qui forment des poudingues très-solides. Sur le versant de Saint-Barthélemy, on trouve dans ces sables un lit d'argile bleue micacée, qui ne fait pas d'effervescence avec les acides ; elle est exploitée pour briques et poteries communes.

Au nord-ouest de Saint-Uze, on retrouve des masses de sables kaoliniques, à la base desquelles existent de petites couches de marnes grises, contenant des coquilles marines. D'autre part, ces sables sont évidemment recouverts par la grande masse de mollasse marine du bassin de la Galaure, qui forme les escarpements supérieurs jusqu'au niveau du plateau de Beausemblant. Sur ce plateau, la mollasse disparaît sous des dépôts quaternaires dont nous parlerons plus loin ; mais elle reparait sur le versant du Rhône, et l'on trouve en dessous, à Creure, des marnes marines bleues, très-développées, exploitées pour tuileries.

Les marnes de Creure contiennent plusieurs espèces de coquilles marines, que l'on retrouve dans des marnes semblables, qui en sont très probablement le prolongement, à Fay d'Albon. Nous citerons : *Dentalium sexangulare*, Desh. ; *Scalaria communis*, Grat. ; *Solarium miserum*, Duj. ; *Natica sub-epiglottina*, d'Orb. ; *Pleurotoma aciculina*, Grat. ; *Buccinum semistriatum*, Brocchi ; *Nucula nitida*, id. ; etc. Ces espèces sont connues dans les terrains miocènes de France ou de Piémont ; quelques autres, des marnes de Creure, semblent se rapporter

à des types du terrain *pliocène subapennin*; mais la position stratigraphique de ces marnes *au-dessous de la mollasse marine*, des sables à *buccins*, etc., ne nous paraît pas douteuse et nous n'hésitons pas à les réunir à cette formation, dans laquelle elles ne représentent qu'un *dépôt littoral vaseux*, à faune particulière.

Nous croyons pouvoir en dire autant des marnes analogues qui se voient à Eurre, près Crest, et dans lesquelles on trouve de beaux fossiles marins (opercules de poissons, oursins, mélanopsides, etc.), dont la plupart appartiennent probablement à des espèces non décrites encore.

§ 319. — **Ossements fossiles.** — Les dépôts *miocènes* du bas Dauphiné septentrional ont fourni une assez grande variété de restes fossiles d'animaux vertébrés. Outre les dents de poissons de la famille des squales, assez communes dans toutes les parties de la mollasse marine, ce sont surtout des ossements de mammifères, qui présentent un très grand intérêt.

Dans la mollasse marine des environs de Romans, on cite des dents de *phoque*, des dents et ossements de *dauphin*, *Hoplocetus crassidens*, et un autre cétacé voisin des cachalots. Avec ces espèces marines, la mollasse du nord de la Drôme a présenté des ossements d'espèces terrestres, de pachydermes des genres *Dinotherium*, *Rhinoceros* et *Listriodon*. Des dents de *Dinotherium giganteum* et plusieurs ossements rapportés à la même espèce, ont été trouvés dans la mollasse à Saint-Jean de Bournay, à Vienne, à Lyon, à Crépol, au pont de l'Herbasse, entre Romans et Tain; le *D. levius* à Bren, près Saint-Donat. Les ossements gigantesques découverts, en 1613, près du château de Langon, commune de Montrigaud, et devenus célèbres par leur exhibition sous le nom d'ossements du géant *Teutobochus*, étaient aussi, selon toute probabilité, des ossements de *Dinotherium*.

Citons encore la dent de *mastodonte* (*Mastodon affinis*, Jourdan) du lignite de Pommiers (§ 249), une dent de la

même espèce provenant de la vallée de Rencurel, et la dent d'*hippopotame* signalée par M. Jourdan dans les lignites de la Tour-du-Pin. On a trouvé encore, dans la mollasse de Saint-Fons, dans celle de la Boucle, à Lyon, des ossements d'*hippation*, d'un petit *cerf*, etc.

M. Jourdan a fait connaître (*Revue des soc. sav.*, 1861) un gîte remarquable d'ossements fossiles *miocènes* à la Grive, près Bourgoin : ils se trouvent dans des argiles rouges, jaunes ou grises, avec grains de minerai de fer, qui remplissent des fentes d'un calcaire de la grande oolithe (§ 47) et constituent une sorte de dépôt *sidérolithique* (§ 203) de l'époque *miocène*. Ces argiles et le calcaire encaissant sont également recouverts par des sables à fossiles marins appartenant à la formation de la *mollasse* marine. C'est donc un petit dépôt local, terrestre (1), formé dans les cavités du calcaire avant l'invasion des eaux marines de la *mollasse* dans cette partie du bassin, où l'on ne trouve, en effet, que les assises moyennes et supérieures de cette formation. M. Jourdan y a reconnu une prodigieuse variété d'ossements, parmi lesquels un singe (*Pithecus*), un chien gigantesque (*Dinocyon*) et plusieurs autres carnassiers ; *Dinotherium levius*, *Rhinoceros* et plusieurs autres pachydermes, plusieurs ruminants, plusieurs insectivores, des rongeurs assez nombreux, quelques restes d'oiseaux et de nombreux débris des quatre ordres de reptiles.

§. 320. — **Derniers dépôts miocènes : galets de quartzite.** — Pendant que le *soulèvement des Alpes occidentales* façonnait les chaînes de la Chartreuse et du Royans et redressait sur leurs flancs les assises de la mollasse, le fond du bassin

(1) C'est probablement d'un gisement *terrestre* analogue que provenait la dent de *Dinotherium* trouvée autrefois à Grenoble, en creusant des fondations sur le terrain des Cordeliers : voir Cuvier, *Ossem. foss.*, pl. 73, fig. 7

miocène devait s'exhausser graduellement de ce côté, et les dépôts successifs s'y effectuaient *en retrait*, à des distances de plus en plus grandes des chaînes alpines. Le fond de la mer prenait aussi, de ce côté, une inclinaison de plus en plus forte et recevait nécessairement, de l'intérieur des Alpes, des galets roulés plus abondants et plus volumineux. C'est principalement pendant ces derniers temps de la période *miocène* que furent amenées d'immenses quantités de cailloux de *quartzite*, qui, parfaitement arrondis par le mouvement des vagues, forment aujourd'hui ces galets si connus dans toute la vallée du Rhône et employés généralement comme pavés. Ces quartzites n'ont pu provenir que des hautes montagnes de la Maurienne et de la Tarantaise, formées principalement de grès houillers que surmontent encore, en beaucoup d'endroits, des lambeaux de grès quartzeux *triasiques*, passant au *quartzite*, comme dans le Briançonnais (§ 254); ces lambeaux ne sont plus, sans doute, que de faibles restes de masses beaucoup plus étendues, dont le démantèlement a donné lieu aux galets quartzeux, arrondis par les derniers flots de la mer miocène. L'abondance de ces quartzites roulés est extrêmement frappante dans les parties les plus élevées des plateaux miocènes : on peut citer surtout le plateau de Chambaran, aux environs de Roybon et du Grand-Serre, qui est couvert de ces galets parfaitement arrondis, ellipsoïdes, ayant parfois jusqu'à 0^m,40 et même 0^m,50 de grand axe.

Nous trouverons ces galets de *quartzite* remaniés dans tous les dépôts quaternaires, comme ils sont encore aujourd'hui remaniés dans les graviers du Rhône; sans doute, il en a été apporté des Alpes postérieurement à l'époque dont nous parlons ici; mais je crois que la grande majorité de ces galets quartzeux, parfaitement arrondis, si abondants et si reconnaissables, remonte aux derniers temps de la période de la *mollasse* et que le démantèlement énorme à la suite duquel ils ont été apportés dans la mer, a été contemporain des der-

nières commotions qui ont façonné les chaînes des Alpes occidentales.

On trouve des restes de ces quartzites alpins épars à de grandes distances des plateaux dauphinois, par exemple sur la montagne de Crussol, à 380 mètres d'altitude et sur le Mont-d'Or lyonnais, à 500 mètres. Ce sont, à mes yeux, des *témoins* de l'extension de la nappe de galets quartzeux qui a terminé la série des dépôts marins miocènes.

§ 321. — **Émersion générale et configuration primitive des plateaux.** — La période miocène a fini par une retraite définitive de la mer, qui a abandonné tout le bassin de la Bresse et du nord-ouest du Dauphiné. Nous ne connaissons, dans ces pays, aucun indice d'un séjour ultérieur ou d'un retour des eaux marines (1).

(1) M. Jourdan a découvert des débris de fossiles marins, à des niveaux très-divers, dans des sables et des graviers des environs de Lyon que nous rapportons aux *alluvions anciennes de la Bresse* ou à d'autres terrains de transport plus récents encore (voir chap. IX); par exemple à la montée de la Boucle, à Fontaines, au pont de Vassieux, etc. (*Bull. de la Soc. géolog.*, réunion à Lyon, 1859). Mais ces débris, toujours très-petits et évidemment *roulés* me paraissent provenir de fossiles *miocènes*, arrachés à la *mollasse* et remaniés dans des dépôts tout différents. Quand ces débris sont reconnaissables, ils paraissent provenir du *Buccinum Michaudi* ou d'autres espèces de la *mollasse* et je ne sache pas qu'on y ait trouvé jusqu'ici aucune espèce marine *pliocène* ou *quaternaire*. Ainsi, loin de prouver l'intervention de la mer dans la formation des graviers qui les renferment, la conservation de ces débris d'une époque antérieure, dans un terrain qui n'offre point de fossiles marins plus récents, tend à montrer que la mer n'a été pour rien dans la formation des dépôts des divers âges où ils peuvent se trouver remaniés. Il faut en dire autant des cailloux percés de trous de pholades, qui sont aussi arrachés à des couches miocènes, telles que celles de la Fuly : on trouve de ces cailloux, et même des *buccins* de la *mollasse*, remaniés jusque dans les alluvions actuelles du Rhône (*Bull. de la Soc. géol.*, loc. cit., p. 1100).

Dès lors, ces pays ont été soumis au régime *continental*, à celui des eaux pluviales et des actions atmosphériques; des érosions ont commencé à s'y produire, surtout dans les parties élevées, et ces érosions, continuées dans les périodes suivantes, ont singulièrement modifié la configuration de cette région. Mais, en raccordant les sommités actuelles, on peut encore restituer, par la pensée, l'intégrité primitive du relief.

Les collines de poudingues tertiaires les plus élevées sont celles qui constituent le pays dit les *Terres-Froides*, au nord de Voiron : le point culminant est le signal de Baracuchet (964 mètres), au nord-ouest de Saint-Aupre (§ 305). A partir de cette lisière du massif de la Chartreuse, si l'on détermine les cotes successives les plus élevées des plateaux tertiaires, on voit qu'elles sont groupées, avec une régularité remarquable, sur une ligne perpendiculaire à la direction des *Alpes occidentales*, menée par le signal de Baracuchet et aboutissant au bord des plaines lyonnaises, entre Chandieu et Saint-Symphorien-d'Ozon (1). En raccordant ces sommités, on a une ligne à peu près régulière, dont la pente moyenne est de 0^m,95 pour 100 mètres, ou un peu moins de $\frac{1}{100}$.

Cette ligne, dont le prolongement passe au milieu des bouleversements les plus énergiques du massif de la Chartreuse, peut être regardée comme *l'arête culminante* d'une surface à double pente s'appuyant sur les points les plus élevés des collines et des plateaux tertiaires. D'un côté, dans l'arrondissement de la Tour-du-Pin, le sol présente un abaissement rapide vers le Guiers et le Rhône; mais nous verrons plus

(1) Baracuchet, 964 m.; entre Billieu et Charavines, 809 m.; au sud de Virieu et près de l'ancienne chartreuse de la Sylve, 784 m., à l'est de Montrevel, 691 m.; Charpenne, à l'ouest de Biol, 591 m.; entre Culin et Crachier, 535 m.; au sud de Diémoz, 450 m.; château de Chandieu, 370 m.

tard que cette partie du département a été soumise à une cause de dénudation générale très-puissante, qui a dû considérablement modifier son relief. De l'autre côté de l'arête culminante, les causes de dénudation n'ont agi que d'une manière locale et ont laissé intactes de vastes étendues. En raccordant les points les plus élevés, on retrouve facilement la position des lignes de niveau et celle des arêtes de plus grande pente de l'ensemble de ces plateaux. Les lignes de niveau, naissant à peu près perpendiculairement à l'arête culminante, prennent bientôt une direction plus rapprochée de la méridienne et intermédiaire entre la direction sud 26° ouest des premières chaînes alpines et la direction sud un peu est du Rhône, entre Lyon et Valence; dans les parties des plateaux tertiaires les plus rapprochées du Rhône, sur une zone de 15 à 20 kilomètres de large, ces lignes de niveau deviennent même sensiblement nord-sud ou même sud un peu est. Il suit de là que les lignes de plus grande pente de l'ensemble des plateaux tertiaires sont dirigées d'abord à peu près perpendiculairement aux Alpes, ou ouest 26° nord, qu'elles prennent bientôt des directions de plus en plus rapprochées de l'ouest et tournent enfin exactement à l'ouest, puis à l'ouest un peu sud, dans le voisinage du Rhône. La pente va en diminuant de plus en plus, depuis les Alpes jusqu'au Rhône.

Nous concluons de là qu'après leur émergence, les dépôts miocènes constituèrent un vaste plateau, s'appuyant, d'une part, sur la première chaîne crétacée des Alpes, et s'étendant, avec une pente graduellement décroissante vers l'ouest, jusqu'au pied des montagnes qui bordent aujourd'hui la rive droite du Rhône. Les parties qui ont le mieux conservé cette configuration primitive du sol, sont comprises entre le Rhône et le 3° degré de longitude, passant un peu à l'est de Bourgoin et de Saint-Marcellin. Là se trouvent de vastes plateaux, ceux de Chambaran, s'étendant sur les cantons de Roybon, du Grand-Serre, etc.; ceux de Bonnevaux, se prolongeant

jusqu'au sud de Vienne, et plusieurs autres moins importants. Les eaux de ces pays coulent uniformément vers l'ouest et donnent lieu à plusieurs petites rivières qui se jettent dans le Rhône, entre Lyon et le confluent de l'Isère : l'Ozon, la Seveine, la Véga, la Gère, la Varaise, la Sonne, le Doron, le Bancel, la Galaure, etc. Ce caractère hydrographique définit assez bien les limites d'une région où les plateaux tertiaires sont généralement recouverts d'un dépôt meuble particulier, souvent très-épais, qui forme un des types de terres végétales les plus uniformes et, en même temps, un des plus improductifs du bas Dauphiné. Ce terrain est d'une grande importance au point de vue de la statistique agricole : au point de vue géologique, il a été souvent méconnu et confondu avec d'autres dépôts meubles dont nous parlerons plus tard. Pour ne rien préjuger sur son origine et son âge géologique, nous le désignerons simplement sous le nom de *glaises à galets de quartzite*, ou *glaises de Chambaran et des plateaux viennois*.

§ 322. — **Glaises de Chambaran et des plateaux viennois.** — Ce terrain se compose de sables fins et d'argiles plus ou moins ocreuses, entièrement dépourvus de carbonate de chaux ; il contient, en général, des cailloux roulés parfaitement arrondis de *quartzite*, qui sont surtout abondants dans la partie inférieure du dépôt. Avec les cailloux quartzeux, on ne trouve qu'un petit nombre de cailloux d'autres roches très-peu altérables, telles que certaines diorites ou certains granites alpins à grains fins, des silex crétacés etc. ; les cailloux de roches schisteuses moins résistantes y sont rares, et les cailloux calcaires tout-à-fait exceptionnels. Les parties argilo-sableuses sont souvent exploitées comme *terres réfractaires* ; çà et là on trouve de petits dépôts locaux de sables purs ou d'argiles pures, blanchâtres ou de teintes pâles : ces argiles sont exploitées, les unes pour poteries, d'autres comme *terres*

à *foulon* (Septème, près Vienne). Mais, le plus ordinairement, les glaises sont un peu ferrugineuses et contiennent même beaucoup de petits tubercules de minéral de fer (peroxyde hydraté), trop pauvre, du reste, pour être exploité; lavés par les pluies, ces tubercules ferrugineux se rassemblent dans les petites dépressions du terrain.

Ces dépôts, d'un aspect bien caractérisé, couvrent les vastes plateaux de Chambaran et tous ceux qui s'y rattachent, dans les arrondissements de Saint-Marcellin et de Valence. Ces plateaux s'élèvent à 735 mètres, au signal de Chambaran, et même à 767 mètres sur les communes de Quincieux et de la Forteresse; ils vont en s'abaissant vers l'ouest, avec une pente d'abord très-sensible, puis de plus en plus faible. L'épaisseur de la nappe de glaises qui les couvre est très-variable: elle atteint, en quelques points, trente à quarante mètres et peut-être même plus; alors la couche supérieure de cette nappe peut être presque exempte de cailloux; au contraire, dans les parties les plus élevées des plateaux, le dépôt est généralement mince et très-caillouteux. Dans les ravins et sur les flancs des vallons d'érosion qui entament ces plateaux, on voit presque toujours à découvert les poudingues miocènes. Il est donc évident que la formation de la nappe générale de glaises est antérieure au creusement de ces vallons.

Les mêmes glaises s'étendent, au nord de la vallée de la Côte-Saint-André, sur les plateaux de Bonnevaux et tout cet ensemble de plateaux compris entre Champier, Anjou et Jardin, près Vienne. Leurs caractères sont tellement uniformes et identiques à ceux des glaises de Chambaran, que l'on ne peut guère douter qu'elles n'aient formé autrefois, avec celles-ci, une même nappe continue, antérieurement au creusement de la vallée de la Côte et de celle de Commelle (1).

(1) Voir la coupe pl. III, fig. 8, dans laquelle la nappe de glaises

Ces vallées, en effet, sont creusées profondément dans les poudingues miocènes sous-jacents, et ce n'est que dans les hauteurs, à des niveaux correspondants sur les deux flancs, que l'on voit commencer la nappe de glaises des plateaux, se montrant immédiatement avec une épaisseur considérable.

La formation de cette nappe de glaises est donc antérieure au creusement des vallées qui découpent aujourd'hui le massif tertiaire ; elle a dû suivre immédiatement l'émersion du vaste plateau incliné dont nous avons ci-dessus restitué la configuration primitive. Nous regardons ces glaises comme formées, tout simplement, sur place, par l'épuisement et le remaniement superficiel des derniers poudingues miocènes. Ces dépôts, nouvellement formés et non consolidés, encore imprégnés des eaux marines sous lesquelles ils avaient été accumulés, ont présenté aux agents atmosphériques une immense surface, à pentes très-douces et mollement ondulée. Par l'action de l'acide carbonique, le carbonate de chaux et tous les cailloux calcaires ont été dissous ; tous les cailloux formés de roches altérables ont été désagrégés et décomposés, et la *glaise* n'est que le résidu de cette décomposition générale. Les seuls cailloux à peu près inaltérables par les agents atmosphériques, les cailloux purement quartzeux et quelques autres de roches silicatées spéciales, ont résisté et se sont conservés. Les filets d'eaux pluviales, délayant la glaise à mesure qu'elle se formait, l'ont entraînée des parties saillantes et l'ont accumulée, sur des épaisseurs plus ou moins grandes, dans toutes les dépressions du sol, occupées, sans doute, comme elles le sont encore en partie aujourd'hui, par des étangs et des marais.

est représentée par *t*, le terrain de mollasse par *m* ; *p*, poudingues dépendant de ce terrain ; *l*, argiles et calcaires d'eau douce alternant avec ces poudingues.

Les concrétions ferrugineuses si abondantes dans ces glaises ont été formées probablement comme le minerai de fer des lacs et des marais de la période actuelle, et il n'est nullement improbable que leur production continue d'avoir lieu dans diverses parties de nos plateaux, couvertes encore de bois et d'eaux stagnantes.

Ainsi la glaise de Chambaran, de Bonnevaux, etc., est une puissante couche de terre meuble, formée par l'épuisement en calcaire et la décomposition du sous-sol, comme les terres végétales d'une foule d'autres plateaux de toute nature. La grande épaisseur qu'elle a prise résulte d'une part, de l'état, presque meuble déjà, du terrain qui lui a donné naissance, de sa configuration initiale en un vaste plateau ondulé, sans écoulement rapide; enfin, du long espace de temps pendant lequel s'est continué ce travail de décomposition, depuis l'émersion du plateau, c'est-à-dire depuis la fin de la période *miocène*. Ce travail n'a été troublé, dans les périodes suivantes, que d'une manière locale, par le creusement des vallées; mais il s'est continué et se continue encore dans toutes les hauteurs, et la glaise tend à augmenter d'épaisseur dans tous les bas-fonds qui n'ont pas d'écoulement rapide.

§ 323. — Sur les plateaux situés au nord de Saint-Jean-de-Bournay, sur les hauteurs d'Artas, de Saint-Georges, de Septême, sur celles de Valencin, Luzinay, Villette, etc., on reconnaît encore l'ancienne extension d'une nappe générale de glaises analogues. Mais le sol a été beaucoup plus généralement sillonné par les érosions, et cette couche meuble a été entraînée de la plus grande partie de sa surface. Son existence n'est plus guère indiquée, d'une manière générale, que par l'abondance des galets quartzeux, seul résidu intact des poulingues miocènes décomposés. Ces galets sont très-abondamment répandus, en particulier, sur les coteaux de terrains primitifs et de terrain houiller, à Seyssuel, Communay,

Ternay, etc.; mais ils s'y trouvent à des niveaux bien inférieurs à ceux des plateaux miocènes les plus voisins, et ils ont été remaniés à diverses reprises par les grands phénomènes d'érosion et de transport dont la vallée actuelle du Rhône a été le théâtre à toutes les époques qui ont suivi la période miocène.

Ce qui a surtout profondément modifié et remanié la nappe de *glaises à cailloux de quartzites*, sur les plateaux au nord de Saint-Jean-de-Bournay et de Vienne, c'est le phénomène *erratique* dont nous parlerons dans le chapitre suivant. Nous verrons, en effet, qu'il a dû, à un certain moment, s'étendre sur toute la surface de ces plateaux (sauf, peut-être, quelques points culminants), tandis qu'il n'a jamais envahi les plateaux situés au sud de la route de Vienne à Champier, ni ceux de Chambaran, etc. L'étude de ce grand phénomène sera nécessaire pour rendre compte de la formation de la nappe terreuse superficielle sur la plus grande partie de la région basse du département de l'Isère.

§ 324. — Avec M. Élie de Beaumont, nous rapportons l'origine des *glaises de Chambaran et des plateaux viennois* à la période *pliocène*. Le régime sous lequel elles se sont formées a suivi immédiatement la retraite des eaux marines miocènes. Nos plateaux étaient alors couverts de marais et d'étangs, et un lac, ou un ensemble de lacs, occupait probablement la partie moyenne du grand bassin bressan, la Bresse proprement dite.

C'est alors que vivait dans nos pays, comme en Auvergne et dans beaucoup d'autres contrées de l'Europe, une grande espèce de mastodonte, *Mastodon arvernensis*, dont on a trouvé des dents molaires sur un assez grand nombre de points du bas Dauphiné, de la Bresse et dans des glaises à minéral de fer des environs de Gray, qui sont, à l'autre bout du bassin bressan, les analogues de nos glaises de Chambaran. Les dents

de *Mastodon arvernensis* ont été trouvées soit dans ces glaises ferrugineuses, soit dans de petits dépôts de sables et d'argiles, sur les plateaux de Crépol, de Baternay (près l'église), de Geysans; sur la route d'Hauterives à Beaurepaire, dans les glaises supérieures aux argiles à lignite; aux environs de Lyon, de Trévoux, etc., toujours dans des dépôts plus ou moins ferrugineux, supérieurs à la mollasse marine et indépendants de ce terrain (1).

Il est probable que les soulèvements des Alpes n'étaient pas encore entièrement terminés à cette époque, et l'on s'expliquerait ainsi, par une continuation de l'exhaussement vers les Alpes, la pente assez rapide que le plateau de Chambaran présente sur son rebord sud-est. Les derniers mouvements du sol de nos Alpes auraient eu pour conséquences, comme l'a indiqué M. Élie de Beaumont, l'établissement de la pente actuelle du bassin du Rhône, au-dessous de Saint-Vallier, et la répartition des eaux descendant des montagnes en bassins hydrographiques qui correspondent à peu près à ceux des rivières actuelles. En même temps commençait un grand phénomène géologique qui appartient encore à la période *pliocène*, le phénomène du *creusement des vallées* dans les terrains tertiaires des plaines subalpines.

(1) Il existe au muséum de Paris une dent molaire de ce même mastodonte trouvée dans un dépôt de sable et argile, avec traces de bois fossiles, au sud-est du Villard-de-Laus. Ce fossile indique, dans nos montagnes, alors complètement émergées, l'existence de petits dépôts lacustres très-peu étendus, contemporains des glaises de Chambaran et formés dans des circonstances analogues.



CHAPITRE IX.

TERRAINS DE TRANSPORT

POSTÉRIEURS AUX SOULÈVEMENTS DES ALPES.



§ 325. — Depuis son émergence définitive et les derniers soulèvements qui en ont brisé et redressé les couches, le sol de nos contrées a été considérablement modifié par des phénomènes d'*érosion*, de *dénudation* et par le transport d'une masse énorme de débris arrachés aux montagnes : ces débris ont comblé les vallées, recouvert les plateaux inférieurs et envahi les plaines subalpines. Quand on voit l'immense quantité de blocs et de cailloux alpins qui sont accumulés dans le bassin du Rhône, depuis les plateaux de la Bresse jusqu'aux plaines de la Crau, et qu'on y ajoute, par la pensée, la masse, plus grande encore, des débris atténués, des sables et limons qui ont dû être transportés dans la mer, on comprend que nos montagnes actuelles ne sont plus que des *ruines* de ce qu'elles ont été autrefois. Les dégradations locales qu'elles éprouvent encore ne sont que des effets bien minimes comparativement à celles qui ont dû se produire alors que toutes les roches, disloquées récemment par de puissantes commotions,

présentaient nécessairement une multitude de parties fendillées ou dans un état d'équilibre peu stable et, par conséquent, une prise bien plus grande et plus générale aux agents de destruction.

Les grandes vallées alpines doivent leur première origine à des dépressions et à des cassures résultant des soulèvements mêmes ; aussi elles sont, comme nous l'avons vu, en rapport de directions avec les chaînes de montagnes. Mais la forme et les dimensions de ces vallées ont été bien modifiées par les dégradations ultérieures. Les parties qui ont, en général, le mieux conservé l'aspect qu'elles ont dû avoir dans le principe sont les coupures transversales ou *cluses*, à parois abruptes, dans des roches compactes. La plupart des rivières sortent des Alpes par des *cluses* de ce genre, et tout porte à penser que ces fractures transversales des chaînes extérieures, par exemple la cluse de l'Isère, de Grenoble à Moirans, datent seulement des dernières commotions qui ont affecté les terrains de nos montagnes. Ces cassures ont donné passage aux eaux et à l'immense quantité de débris entraînés des parties supérieures.

ALLUVIONS ANCIENNES.

§ 326. — Les vallées parcourues aujourd'hui par les rivières, à l'intérieur des Alpes, présentent généralement des alternatives d'évasement et de rétrécissement, des bassins successifs communiquant entre eux par des gorges étroites. Cette configuration, si bien décrite depuis longtemps par de Saussure, indique que ces vallées consistaient primitivement en des séries de lacs étagés, se déversant les uns dans les autres par des cataractes, qui ont creusé ou élargi progressivement les gorges par lesquelles les eaux s'écoulaient aujourd'hui avec une pente à peu près uniforme.

On reconnaît ces anciens bassins et, en général, les anciens

lits des rivières alpines, par les nappes de *cailloux roulés*, de *sabtes* ou de *limons* dont ils ont été remplis et qui présentent toujours la disposition en couches plus ou moins nettes, mais peu continues, caractéristique des dépôts formés par des rivières plus ou moins rapides. La dénomination d'*alluvions anciennes* est la plus naturelle et la plus convenable que l'on puisse adopter pour désigner ces dépôts, sans impliquer, toutefois, une détermination précise de l'époque de leur formation.

Dans la région des montagnes, les anciens bassins ont été remplis, quelquefois sur plusieurs centaines de mètres d'épaisseur, par ces nappes de graviers et de cailloux roulés : les barrages ont été corrodés ou détruits plus ou moins complètement, suivant le degré de résistance des roches dont ils étaient formés. Les rivières actuelles coulent dans des lits plus étroits, à pente continue, creusés, tantôt dans les *alluvions anciennes*, tantôt dans les roches en place qui les supportent ou qui séparent les anciens bassins successifs. Les *alluvions anciennes* forment, des deux côtés des rivières actuelles, des *terrasses* qui les dominent souvent de plusieurs centaines de mètres, et dont la structure est mise à découvert dans des berges escarpées, entamées par de nombreux ravins.

Caractères des alluvions anciennes. — Les *alluvions anciennes* ont tous les caractères des dépôts formés par de grandes masses d'eaux, tantôt rapides, tantôt à peu près tranquilles, c'est-à-dire présentant dans leur régime des variations analogues à celles des rivières actuelles. Elles sont toujours stratifiées horizontalement, ou plutôt avec une légère pente dans le sens de l'écoulement; cette pente n'excède pas celle des rivières torrentielles qui forment, encore aujourd'hui, des dépôts analogues. Cela prouve que, depuis le commencement de leur formation, il ne s'est produit dans nos contrées aucun mouvement du sol qui aurait modifié les rapports de

niveau des différentes parties ; la formation des *alluvions anciennes* est postérieure à l'établissement du relief définitif de nos Alpes.

De même que les dépôts d'alluvion actuels, les *alluvions anciennes* sont généralement *meubles*. Les matériaux sont toujours *triés* et séparés par la lévigation résultant du mouvement des eaux. Dans les nappes caillouteuses, qui forment ordinairement la plus grande partie du dépôt, les cailloux sont roulés, arrondis, comme ceux des rivières actuelles, et les interstices de ces cailloux ne sont remplis que d'une manière très-lâche, par des graviers ou un sable grossier ; les sables fins et les limons forment des lits ou des amas spéciaux, déposés dans des remous ou à des époques de calme et de basses eaux.

Cette structure distingue parfaitement les *alluvions anciennes* d'avec les *poudingues miocènes* où les cailloux sont toujours enveloppés d'un sable fin fortement tassé, mêlé d'argile et de calcaire ; ce qui indique évidemment un dépôt formé dans des eaux *nivelées*, sans écoulement, où les matières fines et grossières pouvaient se précipiter à la fois.

Il arrive souvent que les *alluvions anciennes* sont cimentées et qu'elles forment même çà et là des poudingues très-solides ; mais il est aisé de reconnaître que cette consolidation n'est produite que par du *calcaire concrétionné*, déposé par des eaux incrustantes, qui ont filtré à travers ces nappes caillouteuses, et qui, dans beaucoup d'endroits, continuent encore à les consolider par le même procédé. C'est un caractère de plus qui distingue immédiatement ces agglomérations caillouteuses d'avec les *poudingues miocènes*, où le ciment calcaire n'est jamais concrétionné et est essentiellement contemporain du dépôt lui-même (1).

(1) Le caractère des *cailloux impressionnés* (§ 218) si constant dans

Les autres caractères des *alluvions anciennes* ressortiront nettement de l'étude que nous allons en faire dans les principales vallées alpines et ensuite en dehors des Alpes, dans le bas Dauphiné et la vallée du Rhône.

Alluvions anciennes du bassin du Drac.

§ 327. — La vallée du Drac est, dans les Alpes françaises, une de celles qui offrent le plus beau développement d'*alluvions anciennes*. Le cours actuel de la rivière est creusé profondément dans les schistes du *lias* (§ 136), entre des *terrasses* de cailloux roulés, qui ont quelquefois plusieurs centaines de mètres d'épaisseur. En remontant de Grenoble à Saint-Bonnet, on reconnaît aisément que ces terrasses sont à des niveaux absolus de plus en plus élevés, mais qui diffèrent de moins en moins de ceux des alluvions actuelles.

Dans le Champsaur, ces alluvions anciennes se remarquent des deux côtés de la vallée : elles sont très-développées, sur la rive gauche, entre le Pont-du-Fossé et le confluent de la rivière d'Ancelle. Plus loin, elles forment une terrasse sous le

les poudingues *miocènes* sert aussi à les distinguer des *alluvions anciennes* ; mais, dans les localités où ces deux genres de dépôts caillouteux sont rapprochés, les *alluvions anciennes* peuvent être formées, en partie, aux dépens des poudingues *miocènes* et contenir, par conséquent, quelques cailloux impressionnés remaniés, hors de place, ainsi que des cailloux perforés par des pholades ou même des débris de coquilles marines provenant de ces poudingues. Quelquefois aussi, dans les *alluvions anciennes* entièrement caillouteuses, on rencontre des impressions produites sur les cailloux par le phénomène de capillarité signalé § 218, note. Il est toujours facile de distinguer ces faits exceptionnels d'avec le caractère général des cailloux impressionnés sur place et par pression mutuelle dans les poudingues de la *mollasse*.

bourg de Saint-Bonnet et continuent, sur la rive droite, jusqu'au débouché du Valgaudemar, où se trouve la terrasse des Herbeys. Toutefois, dans cette partie de la vallée du Drac, leur épaisseur est généralement peu considérable.

§ 328. — **Bassin de Corps.** — La plus grande accumulation de ces nappes caillouteuses a eu lieu à partir de la jonction des vallées du Champsaur et du Valgaudemar, jusqu'aux gorges de Cognet, près la Mure. En effet, le bassin du Drac, qui, depuis Saint-Bonnet jusqu'à Lesdiguières, n'a jamais pu être qu'une *combe* assez étroite, entre le massif primitif de Molines (§ 128) et les crêtes abruptes du Dévoluy, s'élargit tout-à-coup à partir du débouché du Valgaudemar et présente environ treize kilomètres d'écartement entre les cimes du Beaumont, d'une part, et les crêtes de l'Obiou et de Châtel, d'autre part. Les actions réunies des eaux provenant du Champsaur et du Valgaudemar et des torrents descendant des croupes du Beaumont et des crêtes de l'Obiou, creusèrent profondément et rapidement une vaste excavation dans les parties les moins résistantes, c'est-à-dire dans les assises supérieures du *lias* et les assises inférieures de l'étage *oxfordien*, qui formaient précisément le milieu du bassin. Cette érosion était arrêtée, au nord-ouest, par une ride saillante du *lias*, dirigée au nord 40° ouest, dans le prolongement de Châtel, ride qui sépare encore aujourd'hui le plateau de Saint-Sébastien d'avec celui de Saint-Jean-d'Hérans : c'est dans le noyau de cette saillie que l'on aperçoit, à la faveur de l'étroite coupure des gorges de Cognet, des pointements de *lias moyen* compacte accompagnés de filons de *spilite* et d'affleurements de *gypse* probablement *triasique* (§ 70). Ces roches se continuaient évidemment avec celles de Prunières et de la montagne de Seneppe, et les eaux n'ont pu les franchir qu'en se glissant par d'étroites fissures, comme celle par laquelle elles les traversent encore aujourd'hui.

Dans ce vaste bassin qu'ils ont creusé depuis les gorges d'Aspres-lès-Corps jusqu'à celles de Cognet, l'ancien Drac et ses affluents ont accumulé une masse énorme d'alluvions, dont l'épaisseur, très-variable du reste avec la profondeur du bassin, va en diminuant et le niveau supérieur en baissant, depuis Aspres jusqu'au confluent de la Bonne. Ces *alluvions anciennes*, découpées aujourd'hui par le Drac et les torrents, forment une suite de terrasses à des niveaux correspondants sur les deux rives. Le bourg de Corps, les villages d'Aspres, Ambel, la Croix-de-la-Pigne, Quet, Cordéac, etc., sont bâtis sur ces terrasses. En descendant de Corps (940 m.) au pont du Sautel (757 m.) et remontant à la Croix-de-la-Pigne (910 m.), par la route de Corps à Mens, on peut facilement apprécier le développement de ce dépôt, qui atteint plus de 150 mètres d'épaisseur.

Les parties inférieures sont, en général, très-confusément stratifiées et formées surtout de gros galets et de blocs arrondis, appartenant surtout aux terrains anciens d'Aspres et du Valgaudemar. Il n'est pas rare d'y trouver de ces blocs dont le grand axe dépasse 0^m,70 et atteint même un peu plus d'un mètre. Mais leurs formes arrondies, aussi bien que la structure générale du dépôt de galets et de graviers qui les renferme, attestent évidemment qu'ils ont été charriés par les eaux : et du reste leur point de départ ne paraît pas devoir être éloigné de plus de 8 à 16 kilomètres. A mesure qu'on remonte la série, les dépôts sont moins grossiers, mieux stratifiés : ils sont souvent cimentés en poudingues très-solides, par les infiltrations calcaires. Cette régularisation graduelle des dépôts et leur structure moins grossière sont en harmonie avec l'établissement d'un lit plus régulier, d'une pente moins forte et d'une plus grande largeur. Enfin, les nappes de cailloux apportés par le Drac et ses affluents ayant comblé la dépression et formé une vaste plaine en pente douce, on observe dans le haut des alternances multipliées de lits caillouteux avec des

lits de sables fins et de limons argileux, qui dominent à la partie supérieure des terrasses. Ces derniers sont souvent exploités pour les tuileries, à Corps, à Cordéac, etc.

Ces nappes d'*anciennes alluvions* vont en s'abaissant assez rapidement, de sorte que, au confluent de la Bonne, en face du nouveau pont suspendu jeté à l'entrée des gorges de Cognet, les dépôts *stratifiés* de graviers et de cailloux roulés n'ont plus que 60 mètres d'épaisseur moyenne et ne s'élèvent qu'à l'altitude de 686 mètres environ, ayant ainsi baissé de plus de 200 mètres sur une distance de 12 à 13 kilomètres.

§ 329. — **Pont-Haut, près la Mure.** — Il en est de même dans les gorges de la Bonne, à Pont-Haut, où les routes de Gap et du Valbonnais permettent d'étudier facilement ces dépôts, entamés par une multitude de ravins. A partir du niveau du pont (614 mètres), bâti sur le *lias* qui formait le fond de l'ancienne rivière, les *alluvions anciennes* ne s'élèvent que jusqu'à 50 ou 60 mètres plus haut. Elles sont distinctement stratifiées, bien que d'une structure assez grossière ; comme au Sautel, elles renferment des blocs roulés, dont quelques-uns ont jusqu'à un mètre de grand axe : ce sont surtout des blocs de grès et de conglomérats houillers d'Entraigues (§ 37), de spilite et de granite du Valjouffrey. Leur provenance n'est donc pas très-lointaine (10 à 20 kilomètres au plus), et tous les cailloux roulés paraissent aussi venir du bassin de la Bonne et de ses affluents. Tous ces matériaux ont été évidemment charriés par des eaux torrentielles, roulés à travers d'étroites gorges et disposés en nappes d'alluvion, dans un élargissement du lit d'une rivière semblable à la Bonne ou au Drac de l'époque actuelle (A', Pl. V, fig. 10).

Au-dessus de cette formation alluvienne bien caractérisée, on aperçoit un autre terrain de transport d'un aspect tout différent : c'est une masse confuse, sans stratification distincte, composée d'une multitude de fragments anguleux, ou simple-

ment émoussés, de roches primitives ou calcaires de provenances très-diverses, enveloppés dans une sorte de *boue* d'un noir bleuâtre, qui résulte évidemment de la *trituration* simultanée de toutes ces roches et surtout des schistes argilo-calcaires du *lias*. On n'y trouve que peu de galets arrondis ; les fragments de toute grosseur y sont entassés pêle-mêle et l'on y remarque des blocs anguleux, souvent de plus d'un mètre cube, qui deviennent de plus en plus gros et nombreux dans les parties supérieures. Ce dépôt, si évidemment distinct des *alluvions anciennes* qu'il recouvre, a dû être formé d'une manière tout autre ; c'est le *dépôt erratique*, dont nous nous occuperons spécialement plus loin et qui est le produit d'une époque postérieure à celle des *alluvions anciennes*. Il règne, à partir du niveau de 660 à 680 mètres, jusqu'aux parties les plus élevées des plateaux sur lesquels la route remonte des deux côtés de Pont-Haut, c'est-à-dire jusqu'à une altitude de plus de 900 mètres, au nord-est de la Mure : ces plateaux sont jonchés de *blocs erratiques* énormes, appartenant au même dépôt.

Toutefois, dans la partie supérieure des escarpements ravinnés qui entourent Pont-Haut, on reconnaît aisément que le dépôt change d'aspect et de structure, et qu'il est formé d'un limon *stratifié*, dépourvu de gros blocs et contenant seulement quelques petits cailloux. Ce limon est évidemment le résultat d'un remaniement de la *boue erratique* par des eaux qui l'ont entraînée et déposée dans un bassin tranquille. Au bord de l'entonnoir de Pont-Haut, sur le sentier qui monte directement vers la Mure, il a 20 à 25 mètres d'épaisseur, et il se termine par une surface horizontale ou légèrement concave, à une altitude d'environ 800 mètres, où il est exploité pour une tuilerie. De toutes parts, d'ailleurs, ce dépôt de limon fin est entouré d'un rebord de *boues erratiques* non remaniées, mêlées de blocs et de cailloux anguleux, comme celles qui le supportent. Il est donc évident qu'il est le produit d'un *remaniement* du *dépôt erratique*, dans un petit bassin local, dans un lac,

absolument comme les dépôts qui doivent se former encore dans le lac de Pierre-Châtel et les autres lacs de la Mateysine, où les filets d'eaux pluviales entraînent incessamment des limons fins résultant de la lévigation des *boues erratiques* du plateau. Cette formation limoneuse, cette *alluvion locale* postérieure à la période *erratique*, se lie donc intimement avec les phénomènes analogues qui se passent encore dans les mêmes lieux, avec les alluvions qui ont peu à peu atterri l'ancien lac des *Marais de la Mure* et qui exhausent peu à peu le fond des autres lacs encore existants.

Nous avons cru devoir décrire, dès à présent, avec détail, cette succession des trois dépôts si bien mis à découvert par les ravins de Pont-Haut, et d'où l'on peut conclure si clairement la distinction des trois périodes successives qui leur correspondent : 1° la période des *alluvions anciennes*; 2° la période *erratique*; 3° la période des *alluvions post-erratiques*, qui se lie intimement à celle des *alluvions modernes*, à celle des phénomènes actuels.

Le ravin actuel de la Bonne, creusé profondément dans ces trois dépôts superposés et dans une fente étroite du *lias* qui les supporte, offre un magnifique spécimen des phénomènes d'érosion : l'assise supérieure, formée de limon fin stratifié, est découpée par les filets d'eaux pluviales, en pyramides aiguës, nombreuses et très-régulières; l'assise moyenne, la *boue erratique*, mêlée de blocs de toute grosseur, est découpée de même en pyramides, mais moins régulières, souvent tronquées, et aux sommets desquelles restent souvent perchés de gros blocs, qui les couronnent en forme de chapiteaux; enfin, l'assise inférieure, l'*alluvion ancienne*, généralement cimentée par des infiltrations calcaïres, est taillée par les ruisseaux en gros piliers à corniches saillantes, très-remarquables surtout à l'origine de la route du Valbonnais.

§ 330. — **Vallée du Drac, en aval de Cognet** — Au-

delà des gorges de Cognet, la vallée reste généralement étroite et d'une largeur à peu près uniforme, jusqu'au débouché de la Rivoire, entre Vif et Saint-Georges-de-Commiers. Des deux côtés de l'étroite fente où s'est engouffré le Drac de la période actuelle, on retrouve encore de nombreux lambeaux d'*alluvions anciennes*, formées principalement de nappes de cailloux roulés et de gros sables, stratifiées et souvent cimentées par les infiltrations calcaires. Ces alluvions sont moins grossières que celles du Beaumont et de Pont-Haut, parce que tous les gros galets ont été usés et amoindris avant de pouvoir sortir des gorges de Cognet. Bien que le Drac s'éloigne de plus en plus des terrains anciens et ne traverse plus que des montagnes calcaires, les cailloux roulés provenant des terrains primitifs ou des roches éruptives, ou des grès houillers ou triasiques, sont toujours en quantité bien supérieure aux cailloux calcaires, qui s'usent bien plus rapidement par le transport. Les dépôts sont alternativement plus ou moins grossiers selon les variations de la force d'entraînement des eaux qui les ont transportés : sur plusieurs points, à Cognet, à Saint-Arey et jusqu'auprès de Marcieu, on trouve, au-dessus des nappes de cailloux roulés, une petite assise plus ou moins épaisse de sables et de limons fins, comme à Corps, Cordéac, etc.

Le niveau supérieur des cailloux roulés est, sous Saint-Arey, environ 675 mètres; au-dessus de Savel, petit plateau de lias qui représente le lit de l'ancien Drac (524 m.), les cailloux roulés forment une terrasse ravinée s'élevant à 670 mètres; à Avignonet, la corniche supérieure de ces alluvions caillouteuses est à 636 mètres. La nappe de limon qui termine l'*alluvion ancienne* règne à un niveau à peu près constant de 685 mètres, depuis Saint-Arey jusqu'à Marcieu. Puis vient une grande épaisseur de *dépôts erratiques*, qui recouvrent les terrasses d'*alluvions anciennes* et sont plaqués contre les flancs des montagnes. Les villages de Saint-Arey, Mayres, Marcieu, Treffort, Avignonet, sont bâtis à la base de ces dépôts erra-

tiques, un peu au-dessus de la limite des alluvions anciennes. A des niveaux plus élevés, les plateaux de Saint-Jean-d'Hérans (830 m.), de Sinard (840 m.), Monteynard (846 m.), etc., sont formés par des remaniements postérieurs des *boues erratiques*, comme les parties supérieures de la coupe de Pont-Haut. On retrouve plusieurs lambeaux d'*alluvions anciennes* au-dessus du château de la Motte, en-dessous de Monteynard, à Saint-Georges de Commiers, à la Cluse et Paquier, aux Chabottes de Vif; enfin une terrasse assez étendue a été formée, au sud de Vif, par des cailloux roulés provenant de la vallée de la Gresse et de la vallée du Drac.

Dans la vallée de l'Ebron, particulièrement au lieu dit Parassa, entre Mens et Clelles, on rencontre encore des *alluvions anciennes*, toutes composées de roches calcaires, provenant des massifs de l'Obiou, de la Croix-Haute et du Veymont. Ce bassin était, comme aujourd'hui, complètement distinct de celui du Drac; mais les *dépôts erratiques* se sont élevés au-dessus de l'arête de partage et ils ont couvert de leurs *boues* et de leurs *blocs alpins* les plateaux de Mens et de Clelles, comme la terrasse de Saint-Jean-d'Hérans.

§ 331 — **Dépôts locaux antérieurs aux alluvions anciennes.** — On observe une coupe remarquable sous le hameau d'Avignonet, sur le sentier qui descend au Drac, en face des sources thermales de la Motte. Cette coupe (pl. v, fig. 11) montre, en allant de haut en bas :

1° Le *dépôt erratique*, e, formé d'une boue épaisse, d'un noir bleuâtre, résultant évidemment de la trituration du *lias*, dans laquelle sont empâtés pêle-mêle, sans triage et sans indice de stratification, des fragments de toute grosseur et de toute sorte, anguleux ou émoussés, et entre autres beaucoup de *cailloux calcaires striés* et des blocs à angles vifs, de plus d'un mètre cube, venant des montagnes granitiques : ce dépôt couvre tout le plateau, jusqu'à Sinard, situé à 200 mètres au-dessus de sa base ;

2° L'*alluvion ancienne*, a', nettement stratifiée, épaisse en ce point d'environ 15 à 20 mètres-seulement, composée de sables et de cailloux roulés bien arrondis, peu volumineux, venant de toutes les

parties du bassin du Drac ; on n'y trouve *ni blocs anguleux, ni cailloux striés* ; ce terrain est cimenté par des infiltrations calcaires qui l'ont consolidé, durci, surtout à sa surface supérieure, sans doute avant l'arrivée du dépôt *erratique*, car la séparation est parfaitement nette ;

3° Un dépôt inférieur, d'une épaisseur très-irrégulière, de 25 ou 30 mètres au plus, reposant immédiatement dans une cavité du *lias* : il se compose de petits cailloux et de petits blocs imparfaitement roulés, enveloppés de sable et d'un limon ocreux : ce sont des calcaires du *lias*, des *grès houillers*, des *schistes talqueux* ou *micacés* et quelques autres roches qui se trouvent toutes en place dans les flancs du bassin de la Motte. On y trouve encore quelques *diorites*, venant probablement de la crête entre la Mateysine et la Valdens (§ 105). Ce dépôt ne renferme ni gros blocs anguleux, *ni cailloux striés* : la nature des débris, leur état imparfaitement roulé, la structure du dépôt, font reconnaître immédiatement que ce n'est pas autre chose qu'un reste d'un ancien *cône de déjection*, formé par un torrent qui descendait du vallon de la Motte.

Ce dépôt, essentiellement local, ne subsiste que sur une très-petite étendue, et on n'en a retrouvé d'analogue sur aucun autre point de la vallée du Drac. Il a dû être formé antérieurement à l'arrivée de la rivière dans cette partie de son bassin, peut-être avant la rupture du barrage de Cognet. Préservé en partie de la dénudation dans une dépression des calcaires liasiques, il a été recouvert par les *alluvions anciennes* ; puis est venu le *dépôt erratique* ; et enfin, dans la période moderne, le Drac a creusé profondément son lit au sein de ces divers terrains de transport et dans les fissures du *lias* sous-jacent, de manière à isoler complètement cet ancien *lit de déjection* de la vallée de la Motte, qui en avait fourni les matériaux.

§ 332. — Cette coupe très-instructive nous fait assister, pour ainsi dire, à tous les phénomènes qui se sont passés dans les vallées des Alpes, depuis l'établissement définitif de leur relief : en premier lieu, des *dépôts locaux*, lacustres ou torrentiels, dans des bassins isolés et très-circonscrits ; puis l'envahissement progressif par les grandes rivières, par suite de la rupture des barrages, et la formation des grandes nappes d'*alluvions anciennes* ; puis encore, à une époque postérieure et distincte, le transport de ces immenses nappes de *boues à cailloux striés* et de *blocs erratiques*, sur l'origine desquelles

nous reviendrons plus loin ; et enfin, dans la *période moderne*, le creusement des lits actuels des rivières, avec une pente à peu près uniforme, au sein de tous ces dépôts des périodes antérieures.

§ 333. — **Bassin de Grenoble.** — La plaine de Grenoble est un vaste bassin d'érosion, creusé dans les assises inférieures de l'étage oxfordien et dans les assises supérieures du lias, par les efforts réunis du Drac et de ses deux affluents, la Gresse et la Romanche. Après avoir été creusé plus profondément que le niveau de la plaine actuelle, ce bassin a été rempli par un grand dépôt de graviers et de cailloux roulés, dont il reste encore un lambeau considérable dans sa partie sud-est : c'est la terrasse d'*alluvions anciennes* qui porte les villages de Jarrie, Champagnier, Echirolles, Bresson, Eybens, les Angonnes, Poisat, et s'étend jusqu'au près de Brié, d'Herbeys et de Saint-Martin-d'Hères. La structure de ce terrain peut être facilement étudiée dans les falaises escarpées par lesquelles il se termine en regard du Drac, entre le confluent de la Romanche et le Pont-de-Claix, ou bien au-dessus d'Echirolles, de Bresson et d'Eybens. Il est formé de nappes horizontales, où l'on ne trouve que des graviers et des cailloux parfaitement roulés, dont le grand axe dépasse rarement 0^m,25. Il forme un plateau bien marqué, dominant la plaine actuelle de plus de 200 mètres, à une altitude absolue d'environ 440 mètres. Au-dessus de ce niveau, les cailloux roulés abondent encore et forment le fond du sol jusque vers 500 mètres environ ou un peu plus haut, comme on peut le voir facilement en gravissant la colline de Bresson, ou en montant d'Eybens au hameau de Remage. Mais, dans cette partie supérieure, le dépôt a été évidemment remanié ; la stratification a disparu et les galets arrondis sont mêlés de débris anguleux et d'une pâte boueuse ; plus haut, ces derniers éléments dominent exclusivement ; ils sont accompagnés de gros blocs anguleux, pro-

venant des grandes chaînes des Alpes ; c'est le *dépôt erratique* qui succède à celui des *alluvions anciennes*. Celles-ci étant incohérentes, leurs parties supérieures ont été *labourées* jusqu'à une certaine profondeur, et leurs cailloux arrondis mêlés avec la boue et les débris anguleux caractéristiques du *dépôt erratique*.

Au-dessus du village d'Eybens, les parties inférieures des *alluvions anciennes* sont principalement formées de sables fins, sur lesquels repose une couche puissante d'argile bleuâtre, fine, exploitée pour une importante fabrication de tuiles et de poteries communes. La stratification nette et horizontale de cette argile indique un dépôt parfaitement tranquille ; elle contraste avec la stratification confuse, torrentielle, des sables qui lui servent de base et des cailloux roulés qui la recouvrent. C'est évidemment un dépôt local, formé dans une eau dormante, à une époque où la rivière n'apportait dans le bassin de Grenoble que des sables et des limons ; tandis qu'un peu plus tard, sans doute par l'élargissement des derniers barrages et par suite du remplissage des bassins supérieurs, les eaux sont arrivées avec une force d'entraînement plus grande, et ont recouvert ces dépôts de sables et d'argiles par une grande épaisseur de nappes grossières de cailloux roulés.

Alluvions anciennes de la vallée de l'Isère.

§ 334. — Les alluvions anciennes de la vallée de l'Isère se distinguent de celles de la vallée du Drac par une structure généralement moins grossière, un caractère moins torrentiel, surtout dans les parties inférieures. Les érosions considérables qui ont eu lieu depuis leur dépôt n'en ont laissé subsister que deux lambeaux, entre Grenoble et la limite de la Savoie.

L'un de ces lambeaux forme le coteau de Saint-Nazaire, entièrement composé de couches horizontales de sables et de

graviers, qui s'élèvent jusqu'à l'altitude absolue de 371 mètres, environ 150 mètres au-dessus de l'Isère.

L'autre lambeau, beaucoup plus important, s'étend depuis Sainte-Marie-d'Alloix jusqu'à Chapareillan; il s'élève à 434 mètres à la Flachère et à 500 mètres au moins entre Chapareillan et Bellecombe. La limite supérieure du niveau de ces alluvions est rendue un peu vague par la même cause qu'au-dessus d'Eybens, par le remaniement de leurs parties supérieures avec les dépôts *erratiques*. L'ancienne route, depuis la Buissière jusqu'à Chapareillan, est tracée presque constamment dans ces *alluvions anciennes*; la nouvelle route les traverse, depuis le pont de la Gache jusqu'à Chapareillan. La colline du fort Barraux, formée de *lias* et de *schistes à posidonies*, est enveloppée par ces nappes caillouteuses; elle forme, dans la vallée du Graisivaudan, un éperon unique en son genre, qui a dû favoriser l'accumulation de ces nappes de cailloux roulés et a contribué ensuite à les préserver de la dénudation.

Les parties inférieures de cette terrasse sont formées de sables et de graviers d'un petit volume: on les voit à la Buissière et près du pont de la Gache. Au-dessus de ces sables, entre les altitudes de 270 et 300 mètres, on rencontre, depuis le fort Barraux jusqu'à Chapareillan, un dépôt très-puissant d'argile, que l'on exploite sur plusieurs points pour les tuileries: il affleure particulièrement au nord du fort, dans le ravin du Furet, puis sur la nouvelle route, au nord de ce ravin, enfin à Cernon, au bas du chemin de Bellecombe. Cette assise d'argile paraît aller en s'abaissant un peu et en augmentant d'épaisseur, du pied de la montagne vers l'Isère; sur la nouvelle route, elle a au moins 10 à 12 mètres de puissance et est recouverte par 5 ou 6 mètres de sables, puis par une grande épaisseur de nappes de cailloux roulés. Dans le ravin du Furet, l'argile, exploitée sur une épaisseur de 3 à 4 mètres, contient des coquilles fluviatiles et des hélices, qui paraissent identiques aux espèces actuelles: Albin Gras y signale deux espèces qui

lui ont paru se rapporter à l'*Helix nemoralis* et l'*Helix rotundata*. Cette argile contient, en outre, beaucoup de débris de bois fossile et est surmontée d'une couche de lignite de 0^m,40, formée de bois à peine altérés, mais aplatis par la pression; on y reconnaît le tissu des conifères et l'écorce du bouleau, qui paraissent être les essences dominantes. Ce gîte de lignite n'est utilisé que par la tuilerie attenante; il est probable qu'il n'a qu'une étendue très-limitée, puisqu'on n'en retrouve aucune trace sur la nouvelle route, ni à Cernon. Immédiatement au-dessus vient un dépôt de cailloux roulés, qui occupe tout le plateau, entre Barraux et Chapareillan; toutes les parties supérieures de l'*alluvion ancienne* sont formées de ces galets, parmi lesquels on remarque, en grande abondance, les granites à grains fins de la Maurienne, les granites porphyroïdes de la Tarantaise et les *quartzites triasiques* provenant des parties hautes de ces deux vallées.

§ 335. — **Environs de Chambéry; lignites.** — La terrasse de Barraux et de Chapareillan peut être rattachée à une succession de terrasses analogues que l'on observe en remontant la vallée de l'Isère, sur la rive gauche, en face de Montmélian, et jusqu'au confluent de l'Arc. D'autre part, on retrouve des dépôts exactement semblables des deux côtés de la vallée qui s'étend de Chambéry au lac du Bourget, à la Boisse, à Sonnaz et à la Motte-Servolex. Les dépôts de sables fins et d'argiles, dans les parties inférieures, y sont encore plus développés qu'à Barraux, et à la place du petit amas de *lignite* de cette dernière localité, nous trouvons des couches de lignite bien plus épaisses et beaucoup plus suivies, exploitées à Sonnaz et à la Motte. Ces *lignites* ressemblent, pour l'aspect, à ceux de la Tour-du-Pin; mais ils en sont bien distincts au point de vue géologique. Les végétaux et les mollusques terrestres ou fluviatiles qu'ils renferment paraissent appartenir à des espèces qui vivent encore dans nos pays; on y trouve aussi

des élytres d'insectes, qui se rapportent toutes à des genres indigènes, mais qui, cependant, paraissent différer, au moins comme variétés, de leurs congénères actuels (1). Les cailloux roulés de ce terrain appartiennent à des roches des Alpes, parmi lesquelles dominant surtout les roches granitiques; ils ne sont point *impressionnés*; et s'ils forment çà et là des poudingues assez solides, le ciment qui les unit n'est que du calcaire concrétionné, déposé par les infiltrations aqueuses. Ils ne ressemblent donc en rien aux poudingues tertiaires de la Tour-du-Pin. Aussi, tandis que ceux-ci se lient intimement avec la *mollasse*, les couches du terrain à lignite de Sonnaz et de la Motte n'ont éprouvé aucun dérangement et sont en discordance complète avec les couches de la mollasse marine et de la mollasse lacustre, redressées jusqu'à la position verticale, dans la colline de Tréserve, près d'Aix.

§ 336. — **Ancien cours de l'Isère.** — Les analogies que l'on remarque dans la structure des alluvions anciennes depuis Eybens, près Grenoble, jusqu'au lac du Bourget, l'existence constante de sables fins et de couches d'argile, à des niveaux toujours compris entre 260 et 300 mètres, me semblent indiquer l'ancienne existence d'un vaste lac, qui aurait occupé tout cet espace et dans lequel seraient venues s'accumuler, d'une part, les alluvions de la vallée du Drac et, de l'autre, celles des vallées de l'Arc et de la haute Isère. La vallée du Bourget aurait servi alors de débouché commun à toutes ces eaux pour rejoindre celles du Rhône.

Les alluvions anciennes de Champagnier, d'Eybens, etc., étaient formées, dans ce lac, par l'apport du Drac et de ses

(1) G. de Mortillet et Génin, *Bull. de la Soc. d'hist. nat. de Savoie*, t. I, p. 205, 1850.

afluents. Celles de Saint-Nazaire pourraient être considérées comme le reste d'un ensablement produit en face des embouchures des principaux torrents alimentés par les neiges perpétuelles de la chaîne de Belledonne. Plusieurs petits lambeaux d'alluvions caillouteuses que l'on trouve le long des coteaux de la rive gauche, au-dessus de Froges, etc., peuvent être aussi de petits dépôts aux embouchures de torrents de la même époque.

A l'autre extrémité de la vallée de Graisivaudan, l'accumulation des cailloux roulés venant de la Maurienne et de la Tarantaise aurait formé dans ce lac un vaste cône de dégorgeement, qui s'étalait, d'un côté, au moins jusqu'à Sainte-Marie-d'Alloix et, de l'autre, jusqu'au Bourget : l'arête culminante de ce cône, en face du débouché de la vallée de l'Isère, devait correspondre à peu près à la position de Chapareillan ; et c'est, en effet, au-dessus de ce point que les *alluvions anciennes* paraissent atteindre leur plus grande hauteur (500 mètres au moins). En même temps que la cluse de Chambéry était ainsi ensablée, les eaux du lac, s'exhaussant progressivement, atteignaient une autre arête de déversement située au débouché de la cluse de Grenoble, probablement entre Voiron et Rives. L'effort de l'érosion s'est porté de ce côté, et les eaux changeant de direction ont envahi et creusé un nouveau canal d'écoulement, que nous étudierons plus loin (§ 340).

Divers petits dépôts d'*alluvions anciennes*, probablement contemporains de ceux de la vallée principale, se rencontrent dans la vallée d'Allevard, surtout en aval du bourg ; dans le vallon d'Uriage, particulièrement en dessous du château, tout contre l'établissement thermal ; et l'on trouve des cailloux roulés alpins qui en indiquent des vestiges sur une foule d'autres points.

Alluvions anciennes de la vallée de la Durance.

§ 337. — La vallée de la Durance présente aussi d'importants dépôts d'*alluvions anciennes*. Cette vallée est une de celles qui ont le mieux conservé des traces d'une configuration primitive consistant en une série de bassins étagés, qui communiquaient ensemble par des cascades à travers des gorges étroites. Depuis le Mont-Genèvre jusqu'à la sortie des Hautes-Alpes, on peut distinguer, comme l'a indiqué M. Surell, cinq de ces anciens bassins. Parmi les terrasses d'*alluvions anciennes*, on doit citer particulièrement celle de Montdauphin, formée de puissantes nappes de cailloux roulés, reliés par des incrustations calcaires et constituant des poudingues très-solides; plusieurs petits lambeaux de poudingues analogues, entre Montdauphin et Embrun, et enfin, la terrasse qui porte la ville d'Embrun et qui est exactement de même structure que celle de Montdauphin. Plus loin, après les gorges où la rivière est resserrée depuis Savines jusqu'au confluent de l'Ubaye, on trouve plusieurs lambeaux de terrasses caillouteuses sur les deux rives. Mais la principale accumulation de ces anciens dépôts s'est produite entre le Monestier-Allemont et Sisteron, où elles ont rempli un bassin de 20 kilomètres de long sur 4 de largeur moyenne, avec une puissance comparable à celle des *alluvions anciennes* du Drac aux environs de Corps.

Creusement des vallées et dépôts d'alluvions anciennes dans les plaines subalpines.

§ 338. — Nous venons d'étudier les caractères et le développement des *alluvions anciennes* à l'intérieur des grandes

vallées alpines. La formation de ces dépôts a commencé après l'établissement définitif du relief actuel, et il a fallu nécessairement un temps très-long pour remplir ainsi de nappes de sables et de cailloux roulés les dépressions déjà formées, pour déblayer en même temps et creuser profondément certaines vallées qui, selon toute apparence, n'avaient pas encore leur profondeur actuelle.

Il résulte de là, comme l'a fait très-justement observer M. G. de Mortillet (1), que, pendant une partie plus ou moins considérable de la période *pliocène*, les débris des roches des Alpes ont été employés à combler les bassins intérieurs de ces montagnes, et les eaux, subissant dans ces bassins successifs une suite de *décantations*, devaient arriver alors dans les plaines à l'état de rivières à peu près limpides, capables de *creuser* et non de former des atterrissements.

L'époque du remplissage des bassins alpins par les *alluvions anciennes* doit donc avoir été celle du *creusement des vallées* dans les plaines subalpines.

§ 339. — **Vallée du Rhône; alluvions anciennes de la Bresse.** — La première grande rivière qui a dû arriver dans les plaines du Bas-Dauphiné, dès la période *pliocène*, a été celle qui correspondait au Rhône actuel, celle qui était formée par les eaux amassées entre le Jura et les Alpes savoisiennes et à laquelle les eaux du bassin de l'Isère venaient se joindre par la cluse de Chambéry (§ 336).

Ces eaux ne pouvaient arriver dans la plaine tertiaire que par le débouché qu'elles prennent encore aujourd'hui, à la pointe méridionale du Jura, à Cordon, point limite du Bugey, du Dauphiné et de la Savoie. Elles passaient ensuite, néces-

(1) *Bull. de la Soc. géol.*, 2^e série, t. XIX, pag. 900.

sairement, soit par la gorge qu'elles suivent aujourd'hui, de Cordon à Lagnieu; soit au midi du seuil jurassique de Morestel et de Crémieu, et probablement, pendant un certain temps, par ces deux endroits à la fois. Ces eaux du *Rhône pliocène* ont creusé, au sein de la mollasse, un grand bassin d'érosion, limité, à l'est, par les premières falaises jurassiques, à l'ouest, par les collines du Lyonnais, et s'étendant, au sud, jusqu'à Heyrieu et Saint-Symphorien.

En même temps, les eaux descendant du Jura et de toutes les parties du bassin actuel de la Saône, convergeaient aussi dans le bassin tertiaire de la Bresse, et y effectuaient une dénudation générale de la mollasse; cette dénudation n'a laissé subsister que de faibles portions du plateau continu que celle-ci formait après son émergence, au début de la période pliocène. Les eaux réunies du Rhône et de ces diverses rivières s'accumulèrent probablement de manière à former un grand lac, qui s'étendit au point de recouvrir toute la Bresse, comme l'a depuis longtemps admis M. Élie de Beaumont, mais en donnant à ce lac beaucoup plus d'étendue que nous ne croyons pouvoir lui en supposer.

L'écoulement de ce lac vers le midi, suivant la pente donnée au bassin du Rhône par les derniers soulèvements alpins, a effectué probablement le premier creusement de la vallée, de Lyon à la mer. Ce premier lit du fleuve était beaucoup plus élevé que son lit actuel. On trouve sur les collines de la Drôme, de Vaucluse, du Gard, etc., à des niveaux bien supérieurs à toutes les autres *alluvions anciennes*, des restes d'un terrain de transport, généralement peu épais, composé surtout de cailloux de quartzite des Alpes, auxquels sont mêlés des cailloux de granite et de quartz, provenant des montagnes du Forez, etc., sans mélange de cailloux calcaires; ces cailloux roulés sont entourés d'une terre ocreuse, entièrement épuisée de carbonate de chaux. Ils reposent immédiatement sur la mollasse ou sur des terrains plus anciens. Parmi ces lambeaux,

qui me paraissent représenter le terrain de transport le plus ancien de la vallée du Rhône, nous citerons ceux qu'on trouve sur le haut des collines de Montmeyran, sur les monticules isolés de mollasse de Manas, de la Bâtie-Rolland, de Puygiron, et surtout celui que l'on rencontre, à plus de 300 mètres d'altitude, sur le haut de la colline de Barris, entre Saint-Paul-Trois-Châteaux et Bollène (1). Par leur altitude et leur isolement, ils me paraissent bien distincts des nappes de cailloux quartzeux que l'on trouve plus bas, souvent superposées à des alluvions caillouteuses de différents âges, dont elles ne sont, d'ailleurs, que les parties superficielles, épuisées de calcaire et rubéfiées par les agents atmosphériques.

Après ce premier creusement de la vallée, le Rhône est arrivé dans le bassin bressan, chargé des sédiments qui ne pouvaient plus se déposer dans les dépressions, déjà comblées, de son lit supérieur. Alors il a commencé à atterrir et il a formé, au débouché de la gorge de Lagnieu, un immense cône d'alluvions, comparable, mais sur une plus grande échelle, à celui que le Rhône supérieur forme encore aujourd'hui en arrivant dans le lac Léman.

Telle serait, à nos yeux, l'origine de ce que l'on doit appeler proprement les *alluvions anciennes* de la Bresse, vaste dépôt formé de nappes de cailloux roulés, de sables et de graviers qu'il faut avoir bien soin de distinguer et des *poudingues miocènes* plus anciens, et des *dépôts erratiques* plus modernes, et de ces derniers dépôts remaniés plus récemment encore. Ce terrain de transport, évidemment formé par un grand fleuve, est aujourd'hui entamé et mis à nu sur une grande épaisseur dans les falaises des bords du Rhône, depuis Meximieux jusqu'à Lyon, et dans celles de la Saône, aux en-

(1) Sc. Gras, *Descr. géol. du dép. de Vaucluse*, p. 329.

virons de cette ville : il s'étend sur le département de l'Isère, en formant la majeure partie des berges du Rhône, entre Anthon et Jonage, et surtout, en aval de Lyon, la grande terrasse de Saint-Fons, de Feyzin et de Solaise. Dans ces dernières localités, il repose sur la *mollasse marine* bien caractérisée, et l'on reconnaît aisément, comme l'a fait voir M. Élie de Beaumont, que celle-ci a été ravinée avant le dépôt des nappes de graviers et de cailloux roulés qui la recouvrent : la séparation tranchée entre la *mollasse* et ces *alluvions anciennes* est aussi nette que la liaison intime de la *mollasse* avec les *poudingues à cailloux impressionnés* et les couches à *lignite* de la Tour-du-Pin, etc., assimilés à tort, par M. Élie de Beaumont, à ces *alluvions anciennes* de la terrasse de Saint-Fons et du midi de la Bresse.

Les caractères de ces *alluvions anciennes* sont exactement les mêmes que dans les vallées intérieures des Alpes. Elles sont composées presque entièrement de graviers et de cailloux roulés, toujours bien arrondis, en général peu volumineux, dépassant rarement la grosseur de la tête. Ces cailloux proviennent, en grande majorité, des roches siliceuses les plus résistantes des divers terrains de la Savoie (granites, diorites, quartz, quartzites, grès durs, silex, etc.); les cailloux calcaires sont beaucoup moins abondants et proviennent des Alpes ou du Jura. D'autres cailloux appartiennent aux roches des environs de Lyon, et quelquefois celles-ci sont en blocs d'un certain volume, simplement émoussés, ce qui s'explique par le peu d'étendue du transport qu'elles ont éprouvé.

Ces nappes caillouteuses sont souvent cimentées par des infiltrations calcaires, de manière à former des poudingues très-solides. On les voit ainsi à Saint-Fons et dans les falaises des bords du Rhône et de la Saône, à Lyon et aux environs. Ces cailloux agglutinés sont toujours faciles à distinguer des *poudingues miocènes*. On les voit très-bien, à Lyon même, surtout sur les bords de la Saône, en face de l'Île-Barbe, à Fourvières

et aux Étroits. Dans cette dernière localité, on aperçoit, au-dessous de l'*alluvion ancienne*, à cailloux alpins, un dépôt local, grossièrement stratifié, de sables et de conglomérat, dont les éléments proviennent exclusivement des montagnes lyonnaises de la rive droite; les cailloux en sont souvent à peine émoussés et il s'y trouve de petits blocs ayant jusqu'à 0^m,50 de diamètre, mais provenant de roches qui sont en place à une petite distance. Ce *conglomérat local de cailloux lyonnais*, qui se montre au-dessous des *alluvions anciennes* sur un très-petit nombre de points seulement, est évidemment analogue au dépôt local de même structure que nous avons décrit à Avignonet, dans la vallée du Drac; c'est un dépôt torrentiel, local, formé au pied des collines lyonnaises, avant l'arrivée des *alluvions anciennes*.

L'extension des *alluvions anciennes* formées de cailloux alpins, dans le midi de la Bresse, a été très-nettement délimitée par les recherches de M. Benoît, à la vallée de la Veyle et à Marboz, un peu au nord de Bourg (1). Si de Lagnieu, comme centre, on décrit un arc de 50 kilomètres de rayon, on embrassera complètement toute l'étendue de ce dépôt, dans cette direction comme dans celles de Lyon et de Solaise; et l'on n'en trouvera plus la continuation; en dehors du secteur ainsi délimité, que dans les terrasses d'*alluvions anciennes*, semblables à celle de Saint-Fons et de Solaise, que l'on remarque en aval de Vienne, à la Poype, Reventin, Auberive, etc., et qui rattachent ce dépôt à celui des *alluvions anciennes* descendues des Alpes dauphinoises.

Cette distribution des *alluvions anciennes* à cailloux alpins, dans le midi de la Bresse, confirme la supposition d'après laquelle nous les considérons comme un *delta* du Rhône à son

(1) *Bull. de la Soc. géol.*, 2^e série, t. xv, pag. 328.

débouché dans le grand lac bressan. Les autres parties de ce lac pouvaient, à la même époque, recevoir d'autres alluvions, de divers caractères et de diverses provenances, et particulièrement de grandes nappes de cailloux vosgiens ou de cailloux du Charolais et du Morvan, comme paraissent être ceux de la forêt de Chaux, près de Dôle. L'ensemble de ces dépôts, auxquels convient réellement le nom d'*alluvions anciennes*, soigneusement distingués de la *mollasse* et de tous les dépôts *miocènes*, d'une part, d'autre part, des *dépôts erratiques* et de tous les dépôts postérieurs, constitue, à nos yeux, ce qui doit conserver le nom d'*alluvions anciennes de la Bresse*, appliqué, jusqu'à ces derniers temps, à un chaos de formations disparates, tertiaires et quaternaires de tout âge.

L'âge géologique des *alluvions anciennes de la Bresse* peut flotter, d'ailleurs, entre des limites un peu vagues; en effet, l'évacuation générale de ce pays par les eaux de la mer a eu lieu, comme pour le Bas-Dauphiné septentrional, à la fin de la période *miocène*; le régime continental, celui des érosions et des alluvions fluviales, a commencé dès lors et a régné jusqu'à la période des phénomènes *erratiques*. Par suite, il est possible qu'il existe dans les *alluvions anciennes* de la Bresse et dans celles de nos vallées alpines, des dépôts inférieurs, contemporains des couches marines *subapennines* de l'Italie, ou tout au moins des dépôts *pliocènes* du val d'Arno, et, d'autre part, des dépôts supérieurs, correspondant aux *alluvions anciennes* qui se sont formées sur cet autre versant des Alpes, postérieurement au retour de la mer *pliocène*. Ces deux périodes, si distinctes au midi des Alpes, paraissent dans nos contrées se confondre en une seule, dans laquelle il n'est pas possible d'établir des subdivisions précises (1).

(1) Les ossements de *Mastodon arvernensis*, *M. Borsoni* et *Elephas meridionalis*, caractéristiques de dépôts *pliocènes* bien reconnus, ont

§ 340. — **Vallée de la Côte-Saint-André.** — Les eaux descendant des Alpes dauphinoises et du midi de la Savoie, c'est-à-dire celles du bassin actuel de l'Isère, allaient probablement d'abord, comme nous l'avons montré plus haut, rejoindre celles du Rhône par la cluse de Chambéry et le lac du Bourget. C'est alors que se formaient les glaises de Chambaran et de Bonnevaux, qui ont dû constituer autrefois une nappe continue. La formation de ces glaises sur un plateau couvert d'étangs et de marais correspond exactement au remplissage des bassins étagés, dans lesquels consistaient primitivement les vallées, à l'intérieur des Alpes. En même temps que les gorges de communication de ceux-ci étaient creusées et élargies, les ruisseaux d'écoulement des lacs et des marais du Bas-Dauphiné se réunissaient et arrivaient à former de petites rivières, qui coulaient toutes, nécessairement, dans le sens de la pente générale du plateau (§ 324). Ces petites rivières ont creusé des vallées dirigées de l'est à l'ouest, et dont plusieurs, telles que celles de la Galaure et de la Varaise, ont continué à être creusées de cette manière, sans être modifiées par les phénomènes géologiques postérieurs.

Une de ces vallées, la plus importante sans doute, dut naturellement être creusée à partir des points les plus élevés des *Terres-Froides*, où probablement les poudingues miocènes avaient éprouvé quelques déchirements à l'époque des dernières commotions de la Chartreuse, et devaient présenter

été trouvés, il est vrai, sur divers points de la Bresse et des environs de Lyon : mais jusqu'ici, je n'en connais pas de gisement dont l'âge ait été déterminé d'une manière bien claire par rapport aux *alluvions anciennes de la Bresse* ; ils sont, en général, dans des dépôts de glaises plus ou moins ocreuses, supérieures à la *mollasse*, probablement contemporaines des *alluvions de la Bresse*, mais indépendantes de ces alluvions (§ 324).

ainsi des inégalités, des crevasses, capables de servir de réservoirs à de grandes masses d'eaux. Le lac de Paladru contenu dans une vallée profonde dont l'axe est parallèle aux chaînes de la Chartreuse, reste comme un témoin évident de cet ancien état de choses, et l'aspect des vallées de Virieu, de Valencogne, de Saint-Geoire, coordonnées à la même orientation, tend à faire admettre qu'elles ont servi de lits à des lacs analogues. Les eaux provenant de cette petite région de collines et de lacs durent se creuser des canaux d'écoulement dans le sens de la pente générale, vers l'ouest 40° sud. Telle me paraît être l'origine première de deux vallées importantes qui se réunissent en une seule bien avant d'arriver au Rhône : l'une, celle d'Eydoche et de Commelle; l'autre, celle de la Côte-Saint-André. Cette dernière est devenue ensuite d'une importance capitale et a été considérablement agrandie par suite d'une combinaison de circonstances qui en ont fait, à un moment donné, le débouché général des eaux des Alpes dauphinoises sur le versant de l'Isère.

En effet, à l'époque où l'écoulement général paraît avoir eu lieu par Chambéry et le Bourget, la cluse de Grenoble à Moirans était un lac, et rien ne pouvait motiver le creusement de la vallée de l'Isère dans la direction qu'elle suit aujourd'hui, en aval de Moirans. Les collines de mollasse et de poudingues de Saint-Quentin devaient alors faire corps avec celles de Tullins, comme celles de Saint-Aupre avec le reste des Terres-Froides. Mais l'énorme fracture qui avait produit cette cluse ne pouvait pas s'arrêter brusquement à la dernière chaîne calcaire, entre la Buisse et l'Échaillon. Elle se prolongeait nécessairement, à travers les couches de la *mollasse* relevées sur le flanc de cette chaîne, jusque vers quelque point situé, approximativement, entre Voiron et Rives. Or, c'était aussi près de ces localités que devait passer la vallée d'érosion dont nous venons d'indiquer l'origine; et il est arrivé un moment où, la cluse de Chambéry étant ensablée, le lac de la vallée du Grai-

sivaudan s'élevant à 500 mètres environ, le barrage a été surmonté et rompu entre Voiron et Rives, et les eaux du bassin de Grenoble ont commencé à se déverser vers le Rhône dans la direction de Voiron à Saint-Rambert, en creusant largement une vallée qui n'était jusque-là que d'une importance secondaire.

La vallée de la Côte-Saint-André fut alors creusée rapidement et tous les graviers du bassin du Drac furent transportés de ce côté ; ils durent combler d'abord la cluse de Grenoble à Moirans, d'où ils ont été déblayés ensuite par des phénomènes que nous analyserons plus loin. A partir de Moirans, on les rencontre jusqu'au niveau de la plaine de Bièvre, près de Rives, à 450 mètres ; il est aisé de rétablir par la pensée la continuité qui a dû exister entre cette plaine et les *alluvions anciennes* qui s'élevaient à 500 mètres au moins, auprès d'Eybens (§ 333). Puis, de Rives au Rhône, on voit ces nappes de cailloux roulés s'abaisser progressivement, pour venir se raccorder avec les niveaux des terrasses de Roussillon et de Reventin (260 mètres environ), entre Saint-Rambert et Vienne.

Les *alluvions anciennes* qui ont rempli cette vallée peuvent être facilement étudiées dans les tranchées du chemin de fer, depuis Moirans jusqu'auprès de Voiron. Dans toutes les parties un peu profondes de ces tranchées, on voit qu'elles sont formées de graviers et de cailloux roulés d'un petit volume, toujours arrondis, triés par lits, et distinctement stratifiés ; elles ne contiennent ni gros blocs, ni débris anguleux, ni *cailloux striés*. Au contraire, près de la surface supérieure et dans toutes les tranchées d'une faible profondeur, surtout près de Voiron, on voit un mélange confus de cailloux roulés avec de gros blocs, des débris anguleux et même des *cailloux striés* ; c'est évidemment, comme au-dessus d'Eybens, le résultat d'un remaniement superficiel des *alluvions anciennes*, labourées par les phénomènes *erratiques* et mélangées avec les produits de cette période postérieure. Ce caractère de dépôts mêlés et

remaniés se montre sur toute la pente, depuis Voiron jusqu'à Beaucroissant. Des amas *erratiques* purs, *boueux*, à gros blocs anguleux et à cailloux striés, surmontent çà et là ce mélange confus; la butte de Criel, que le chemin de fer traverse en tunnel, en est un exemple bien caractérisé. Un peu plus loin, près de Réaumont, on voit percer, au milieu de ces dépôts incohérents, des monticules de poudingues miocènes et de mollasse, que le chemin de fer traverse à la tranchée du Demay et dans le petit tunnel du Château. On pourrait peut-être les regarder comme des restes du seuil que les eaux du bassin de Grenoble ont eu à surmonter et à corroder, pour se déverser par la vallée de la Côte-Saint-André.

Le tracé continuant à s'élever jusqu'à Beaucroissant, toutes les tranchées ne montrent que les parties supérieures des terrains de transport, où les cailloux roulés de l'*alluvion ancienne* et ceux des poudingues *miocènes* sont mêlés confusément avec les blocs et les débris anguleux de la nappe *erratique* qui les a entraînés. De Beaucroissant à Marcilloles, la ligne de Saint-Rambert reste sur la couche superficielle de la vallée, remaniée encore par des phénomènes plus récents. Mais, entre Marcilloles et Beaurepaire, on descend à travers un gradin d'*alluvions anciennes* bien caractérisées, recouvert encore par des dépôts *erratiques* dont nous parlerons plus loin (§ 354), mais intact dans toute la partie inférieure. On le voit très-bien le long de la route de Beaurepaire: il présente des nappes de cailloux roulés, horizontales, cimentées par des infiltrations calcaires et formant les escarpements au pied desquels jaillissent les sources de l'Auron. De là, ces nappes d'*alluvions anciennes* se prolongent des deux côtés de la Valloire, vallée moderne creusée dans leur épaisseur, et elles vont se rattacher aux terrasses de la vallée du Rhône.

§ 344. — Ainsi, pour résumer ce qui précède :

Les eaux du bassin du Drac et celles du Graisivaudan pa-

raissent s'être écoulées, en premier lieu, par la cluse de Chambéry et le lac du Bourget; plus tard, elles se sont déversées, entre Voiron et Rives, dans la vallée de la Côte-Saint-André, qu'elles ont considérablement creusée et agrandie, puis remplie d'alluvions caillouteuses. Ces *alluvions anciennes* de Moirans, de Beaurepaire, etc., ont donc commencé à se former *plus tard* que les *alluvions anciennes* de la vallée du Drac ou que celles de Barraux, de Chambéry, etc. Mais elles appartiennent encore à la même période géologique et sont, sans doute, contemporaines au moins des assises supérieures des *alluvions anciennes* de la Bresse, avec lesquelles elles viennent se raccorder dans les terrasses de la vallée du Rhône.

Quant à la vallée actuelle de l'Isère au-dessous de Moirans, elle n'existait pas à l'époque qui nous occupe; elle a été creusée seulement à l'époque des phénomènes *erratiques*, et c'est aussi seulement à partir de cette époque qu'ont été formées les terrasses de cailloux roulés des environs de Saint-Marcellin et de tout le cours inférieur de l'Isère, qui offrent, comme on le verra plus loin, des caractères bien différents de ceux des *alluvions anciennes* proprement dites.

Pour comprendre l'origine de ces dépôts et d'autres que nous n'avons pas encore mentionnés dans la vallée du Rhône, il est nécessaire d'entrer dès à présent dans l'examen approfondi des caractères et de l'origine des *dépôts erratiques*.

DÉPÔTS ERRATIQUES OU GLACIAIRES.

§ 342. — Le sol superficiel, dans la majeure partie des départements de l'Isère et des Hautes-Alpes, est composé principalement de matériaux meubles provenant des hautes chaînes des Alpes, et dont l'ensemble est désigné généralement sous le nom de *dépôts erratiques*. Ils ont été transportés par des causes spéciales, dont l'action ne se fait plus sentir dans les

régions basses, mais dont les analogues fonctionnent encore aujourd'hui, confinées dans certaines parties des régions les plus élevées de nos montagnes.

Les *dépôts erratiques* sont de deux sortes : les *blocs erratiques* épars et les *dépôts boueux à cailloux striés*.

§ 343. — **Blocs erratiques.** — L'attention générale a été attirée depuis longtemps par ces blocs, que l'on trouve épars à la surface du sol et qui ont été transportés des hautes montagnes sur les plateaux inférieurs, à de grandes distances de leur origine, sans avoir été roulés, ni usés, conservant encore tous leurs angles vifs. Les blocs provenant des hautes chaînes des Alpes ont été transportés en immense quantité sur les chaînes inférieures et sur les plateaux subalpins, jusque sur les collines de Lyon et sur les plateaux de la Bresse. Ils ont souvent de très-grandes dimensions, quelles que soient les distances qu'ils ont parcourues; on en a trouvé, sur les hauteurs de Lyon, plusieurs de plus de 40 mètres cubes, et même M. Jourdan en a cité un de 35 mètres cubes, dans les tranchées du chemin de fer de la Croix-Rousse. Sur les flancs des montagnes, ils sont, en général, d'autant plus gros et plus intacts qu'ils sont à des niveaux plus élevés.

Sur les montagnes calcaires situées au nord et à l'ouest de Grenoble, les blocs provenant de roches des chaînes centrales (*granites, gneiss* et autres roches cristallines; *grès à anthracite*, calcaires du *lias*, etc.) se rencontrent en abondance jusqu'à l'altitude de 4200 mètres. On les trouve jusqu'à cette altitude sur les flancs du Saint-Eynard, qu'ils ont contourné pour se répandre dans le vallon du Sappey; ils couvrent le plateau de Saint-Nizier (4474 mètres), d'où quelques-uns ont été entraînés dans la vallée de Lans. Ils se trouvent encore à plus de 4000 mètres d'altitude, en face de Voreppe, sur les montagnes de Montaud et de Chalais; sur les sommets de la Dent de Moirans (993 mètres), de la montagne de Raz (944)

et des plus hautes collines des Terres-Froides ; le signal de Baracuchet (964 mètres), point culminant de ces collines, a été bâti en blocs erratiques alpins recueillis sur cette sommité, et on en voit encore beaucoup en place, à quelques mètres plus bas. De là jusqu'à Lyon, sauf peut-être quelques sommets isolés, il ne paraît pas y avoir de colline et de plateau qui n'aient été couverts par les blocs erratiques ; sur les hauteurs voisines de Lyon et sur les collines de Seyssuel, au nord de Vienne, les blocs alpins se rencontrent encore jusqu'à plus de 350 mètres d'altitude.

Si l'on imagine un plan s'appuyant, à 1200 mètres d'altitude, sur les montagnes de la Chartreuse et à 350 mètres sur les coteaux du Rhône, entre Lyon et Vienne, ce plan pourra être considéré comme marquant la limite supérieure de la répartition des *blocs erratiques*.

Dans les montagnes de la Chartreuse, par suite des déchirures profondes qui donnent accès dans les parties centrales de ce massif, on trouve des blocs erratiques alpins, granitiques surtout, sur presque tous les points dont l'altitude ne dépasse pas 1200 mètres. On en trouve jusqu'au-dessus du couvent de la Grande-Chartreuse ; ils n'ont pu y arriver que par Saint-Laurent-du-Pont et la gorge du Guiers-Mort, ou par le col du Frêne, au-dessus de Chapareillan, élevé seulement de 1135 mètres. On trouve, en effet, sur ce col, beaucoup de blocs alpins, venant surtout des cimes granitiques d'Aiguebelle en Maurienne ; ils se sont répandus dans tout le bassin d'Entremont, et même jusqu'à Saint-Pierre-de-Chartreuse, par le col peu élevé du Cucheron (1081 mètres) ; de là, quelques-uns ont pu entrer dans le défilé du Guiers-Mort ; c'est le trajet qui me paraît le plus probable pour ceux que l'on trouve autour du couvent. — Quant aux autres cols conduisant dans l'intérieur des bassins de la Chartreuse et d'Entremont, tels que les cols de la Charmette, de Porte, de l'Émendra, de Saint-Pan-crace, de l'Alpette, de Léliaz, de la Ruchère, ils sont tous bien

au-dessus de 1200 mètres et n'ont donné passage à aucun bloc alpin.

Au sud de Grenoble, les *blocs erratiques* venant des chaînes centrales sont abondants sur les flancs des vallées de la Gresse et de l'Ébron et des deux côtés de la gorge du Drac, sur les plateaux de la Mure, du Monestier, de Clelles, de Mens et de Corps. Ils abondent aussi dans le Champsaur et sur tout le plateau de Bayard, au point culminant de la route de Grenoble à Gap et sur la ligne de partage des eaux entre le Drac et la Durance, à 1300 mètres environ. Des environs de Gap, les blocs descendus soit du massif de Chaillol ou du Dévoluy, soit de toutes les parties élevées du bassin de la Durance, ont été transportés vers le midi, suivant les vallées actuelles de la Durance et du Buech de Vèynes, jusqu'à Sisteron, au confluent de ces deux vallées.

Je n'ai rencontré aucun bloc erratique provenant des chaînes centrales, ou des montagnes de l'Embrunais ou du Briançonnais, à l'intérieur des massifs du Dévoluy et de la Croix-Haute, ni dans les montagnes du département de la Drôme. Dans le département de l'Isère, les blocs alpins manquent dans les montagnes du Royans, les vallées de Rencurel, de Méaudre et d'Autrans, et on en trouve même fort peu dans la vallée de Lans. Mais plusieurs de ces parties de la région des chaînes secondaires ont eu leurs phénomènes *erratiques* particuliers, et des blocs provenant de leurs sommités ont été transportés plus ou moins loin, avec les mêmes circonstances que les blocs des chaînes centrales (voir § 359 et 361).

§ 344. — **Dépôts boueux à cailloux striés.** — Ce genre de dépôts, qui caractérise éminemment les phénomènes *erratiques*, se compose d'un amas confus de débris de toute grosseur, de provenances plus ou moins lointaines, entassés pêle-mêle, *sans aucun triage* et *sans aucune stratification*; parmi ces débris, les uns sont *anguleux* ou simplement

émoussés ; d'autres, usés par leur frottement mutuel, *polis*, autant que le comporte la nature de la roche, et marqués de *stries* fines, burinées sur leur surface par le frottement de graviers plus durs, sous l'influence d'une forte pression ; le tout est empâté dans une *boue* ferme, peu perméable, qui résulte évidemment de la *trituration* simultanée de toutes les roches dont les fragments s'y trouvent enveloppés.

Roches polies et striées. — Partout où ces amas boueux reposent sur des roches compactes, susceptibles de poli, on voit que ces roches ont été *usées, rabotées, polies et rayées de stries à peu près parallèles*. Sur des surfaces horizontales, la direction de ces stries indique celle du transport, du glissement de la masse boueuse erratique, dont les graviers durs ont ainsi usé et rayé la roche sous-jacente ; sur des surfaces inclinées, cette direction est modifiée par la pente ou la résistance résultant de la position de la surface ; mais ce n'est que par exception que la direction des stries peut être quelquefois celle de la ligne de plus grande pente. On observe souvent des stries tracées *en remontant*, sur des surfaces fortement inclinées ; des stries à peu près horizontales sur des faces verticales ou même en surplomb, etc.

Ces surfaces polies et striées s'observent presque partout dans les montagnes de l'Isère et des Hautes-Alpes. Le poli est d'autant plus parfait que le grain de la roche est plus fin et plus homogène ; il s'observe sur les roches les plus dures, telles que les granites de l'Oisans, les quartzites du Briançonnais (chemin du col du Chardonnet à Névache, etc.) ; mais il est surtout remarquable sur les calcaires compactes, jurassiques ou néocomiens. Un des plus beaux exemples, près de Grenoble, est la surface polie d'une des carrières du Fontanil (§ 191). Vers le bas de la pente où l'on exploite ces carrières, ce calcaire est recouvert par deux mètres environ de *boue erratique* mêlée de blocs anguleux et contenant des cailloux calcaires

polis et striés; chaque fois que l'on enlève une partie de cette nappe superficielle, pour faire un nouveau découvert, on trouve la roche polie et burinée de longues *striés* droites et continucs, qui ont une direction bien différente de celle de la pente et se rapprochant beaucoup de la direction générale de la vallée entre Grenoble et Voreppe, c'est-à-dire de la direction générale du transport qui s'est effectué par cette vallée; vu l'inclinaison des couches vers l'est-sud-est, ces stries ont dû être tracées en *remontant* la pente.

Les roches *polies et striées* se remarquent principalement dans le fond et sur les flancs des grandes vallées. On en observe, à Grenoble, sur les pentes de la Bastille et sur divers points, entre Grenoble et Moirans, des deux côtés de la vallée. La vallée de la Romanche et celle de la Durance, ouvertes dans des roches dures et compactes, en présentent de beaux et nombreux exemples. Quand la nappe boueuse a été enlevée, le poli et les stries ne sont conservés qu'autant que la roche est à peu près inaltérable par les agents atmosphériques et n'a pas été exposée à des érosions torrentielles; mais, lors même que le poli et les stries fines ont disparu, il arrive souvent que la roche conserve des formes caractéristiques, usées, rabotées et arrondies du côté d'amont, frustes du côté d'aval. Ces roches *moutonnées*, façonnées par le transport des masses erratiques, sont très-communes dans l'Oisans, la vallée de la Clarée et tout le Briançonnais.

§ 345. — **Étendue des dépôts erratiques.** — La distribution des *dépôts boueux à cailloux striés* est la même que celle des *blocs erratiques* anguleux; seulement, il arrive souvent que des blocs épars ont été déposés sur des sommets, sur des pentes élevées, à des niveaux que n'atteignent pas les *boues à cailloux striés*; celles-ci ont été formées au *fond* de la masse erratique, et les grands blocs anguleux étaient surtout à la partie supérieure. Ainsi, sur les pentes de la vallée

de l'Isère, en aval de Grenoble, les *roches polies* et les *boues à cailloux striés* s'observent à des altitudes variables, mais toujours inférieures à 1200 mètres, limite des *blocs erratiques*. Les *boues à cailloux striés* couvrent généralement les plateaux des Terres-Froides; mais les sommets isolés de ce pays, comme le signal de Baracuchet (§ 343), ne montrent, en général, que des blocs alpins disséminés.

Dans la partie basse du département de l'Isère, l'extension des *dépôts erratiques* est circonscrite très-nettement, du côté du sud-ouest, par une ligne sinueuse passant par Rovon, Vinay, l'Osier, Morette, le sommet de Morsonna, au nord-ouest de Tullins, Saint-Pierre-de-Bressieu, Viriville, Thodure, Beaufort, Faramans, Champier, Messières, Jardin et Vienne.

En dehors de la ligne ainsi tracée, on ne rencontre jamais de *dépôts boueux à cailloux striés*, et les *blocs erratiques* ne se trouvent plus que dans des nappes d'*alluvions* caillouteuses, où ils ont été *roulés*, usés et arrondis par les eaux, et ne présentent plus les arêtes vives des blocs transportés *uniquement* par les phénomènes *erratiques*. C'est seulement à cet état de blocs *roulés* qu'on les trouve encore aux environs de Beaurepaire et dans la vallée de l'Isère, en aval de Vinay. Les *dépôts erratiques* manquent complètement sur les plateaux glaiseux (§ 322) de Chambaran, de Bonnevaux, de Cour, de Jardin, etc.

Au contraire, toutes les parties basses du département de l'Isère situées en dedans de la limite indiquée ont été généralement recouvertes par les *dépôts boueux à cailloux striés* et les *blocs erratiques*: ainsi tout l'arrondissement de la Tour-du-Pin, la majeure partie de celui de Vienne, une partie de celui de Saint-Marcellin, et toutes les parties basses de l'arrondissement de Grenoble, jusqu'à des altitudes qui ne dépassent pas 1200 mètres près de cette ville, mais qui vont en s'élevant à mesure qu'on pénètre au milieu des hautes chaînes des Alpes.

On peut dire que, dans ces pays, partout où le sol superficiel n'a pas été exposé à être dégradé par les éboulements ou les érosions, ou recouvert par des débris tombés ou par des alluvions de rivières ou de torrents, ce sol est formé par les *dépôts erratiques*; et la *terre végétale* provient principalement du remaniement de ces dépôts par les eaux pluviales et les actions atmosphériques.

§ 346. — **Terre végétale d'origine erratique.** — Les *dépôts boueux à cailloux striés* forment ainsi un type de sol agricole très-répandu, qui couvre au moins les trois quarts de la partie basse du département de l'Isère, et presque tous les flancs de vallées et les plateaux cultivables de la région montagneuse dans l'Isère et les Hautes-Alpes. C'est un genre de terre végétale tout particulier, puisqu'il est formé par une *trituration* simultanée de roches très-diverses et non par une *décomposition* du sol sous-jacent; il diffère aussi des terres d'*alluvion*, en ce que les éléments n'en sont pas lavés et séparés suivant leur degré de finesse, en ce qu'on y trouve, au contraire, pêle-mêle une *boue* fine et des débris de toute grosseur.

Ce genre de sol agricole, bien connu des cultivateurs aux environs de Chambéry, de la Tour-du-Pin, des Avenières, etc., est désigné dans ces pays sous le nom de *marc*. Dans son état naturel, c'est une terre peu perméable, dont la partie fine est principalement formées de roches calcaires ou argileuses *pulvérisées*. Aussi la proportion du carbonate de chaux, dans cette partie fine, est généralement très-forte; sur un grand nombre d'analyses de *marc* provenant de diverses localités des arrondissements de la Tour-du-Pin et de Vienne, j'ai trouvé cette proportion variable de 20 à 75 pour 100.

Le *marc*, impropre à beaucoup de cultures, convient très-bien à celle de la vigne: la plantation en vignes a fait la richesse du coteau des Avenières, autrefois presque stérile, dont

le sol superficiel est formé presque entièrement de *boues à cailloux striés*. Indépendamment du calcaire *pulvérisé*, il est très-probable que ce terrain, dans son état naturel, doit renfermer des sels alcalins solubles, provenant de la décomposition que les roches feldspathiques éprouvent par la simple *trituration*, suivant les belles expériences de M. Daubrée. Cette remarque peut encore servir à expliquer l'aptitude de ce genre de terre à la culture de la vigne, qui a besoin de trouver, dans le sol, de la *potasse* en même temps que de la chaux.

Par une action prolongée des eaux pluviales et de la végétation, et surtout après un certain temps de culture, le carbonate de chaux est peu à peu dissous; en même temps les *stries* des cailloux calcaires sont effacées, et le dépôt erratique vierge, le *marc*, perdant ses caractères spéciaux, passe à une terre caillouteuse ordinaire.

Telle est l'origine de la terre végétale sur la majeure partie de la surface cultivable des départements de l'Isère et des Hautes-Alpes. La connaissance des *dépôts erratiques* et de leur distribution est donc d'une haute importance pour la statistique agricole, et l'on peut établir une distinction fondamentale entre les pays dont la terre végétale est d'origine *erratique* et ceux où elle a été formée sur place par la décomposition du sol sous-jacent. Les plateaux de l'arrondissement de la Tour-du-Pin, les parties cultivées de nos montagnes de l'Isère et des Hautes-Alpes sont généralement dans le premier cas; les plateaux de Bonnevaux et de Chambaran, les montagnes du Royans et du département de la Drôme, sont, au contraire, dans le second.

§ 347. — **Origine des dépôts erratiques.** — Les *dépôts erratiques*, soit les *blocs anguleux*, soit les *dépôts boueux à cailloux striés*, ont des caractères bien différents des matériaux transportés par les eaux courantes et qui forment les *alluvions* fluviales ou torrentielles. Celles-ci sont toujours

plus ou moins nettement *stratifiées* ; on n'y trouve jamais ni *gros blocs à angles vifs* transportés au loin , ni cailloux *polis et striés* , ni ce mélange confus de boue fine et de débris de tout volume qui caractérise les *dépôts erratiques*.

Les *dépôts erratiques* sont , au contraire , parfaitement analogues à ceux que transportent et forment encore les *glaciers* dans les hautes vallées des Alpes. Seuls de tous les agents actuels , les glaciers , en glissant lentement sur leur fond , usent et *polissent* les roches et les burinent de *stries* , dans le sens de leur glissement. Les débris interposés entre le glacier et le sol sous-jacent , font l'effet de l'*émeri* employé à polir les marbres ou les métaux ; ils usent et polissent la roche , y tracent des *stries* , et en même temps , en frottant les uns contre les autres , ils s'usent et s'émousent réciproquement , plus ou moins , suivant leur dureté : ceux qui sont tendres et susceptibles de poli , comme les calcaires compacts , les serpentines , etc. , sont bientôt *polis et striés* en tous sens par le frottement des graviers durs , tandis que les débris de roches quartzieuses sont seulement émoussés. Les particules fines résultant de l'usure du fond et du frottement mutuel des cailloux restent dans cette couche inférieure du glacier et forment une nappe de *boue* , qui empâte les cailloux émoussés ou *polis et striés*.

Ces *boues glaciaires* , caractérisées par leurs *cailloux striés* , que l'on ne trouve *jamais* dans les boues torrentielles même les plus épaisses , sont évidemment les analogues des *dépôts erratiques boueux à cailloux striés*. C'est la *moraine profonde* du glacier. En même temps , les blocs tombés des montagnes qui dominent le bassin du glacier descendent avec lui , sur sa surface , sans éprouver aucun frottement ; ils forment des *moraines superficielles* , et sont transportés , quel que soit leur volume , aussi loin que s'étend le glacier lui-même ; à son extrémité inférieure , le glacier les abandonne , les dépose intacts , avec leurs arêtes aussi vives qu'à leur point de départ.

Ces *blocs anguleux*, de toutes dimensions, souvent gigantesques, se mêlent alors avec les blocs émoussés, les *cailloux striés* et la boue de la *moraine profonde*, pour former la *moraine terminale* du glacier.

§ 348. — **Ancienne extension des glaciers.** — Les glaciers actuels nous montrent ainsi, bien que sur une échelle plus restreinte, tous les phénomènes qui ont caractérisé le transport des *blocs erratiques* et la formation des *dépôts boueux à cailloux striés*. Les *dépôts erratiques* n'ont pu être formés que par une immense extension des anciens glaciers, qui, à une époque immédiatement antérieure au régime actuel de notre continent, auraient envahi les Alpes et se seraient même étendus sur une partie des plaines environnantes. Aussi loin que nous trouvons cet ensemble de dépôts caractéristiques, les *blocs erratiques anguleux* et les *boues glaciaires à cailloux striés*, nous sommes fondés à affirmer l'ancienne extension des glaciers, dont ils représentent les *moraines superficielles* et les *moraines profondes*; et nous pouvons ainsi arriver à tracer exactement le contour du lit occupé par ces anciens glaciers à l'époque de leur plus grande extension.

Ainsi, toutes nos grandes vallées alpines étaient encombrées de glaciers, alimentés par des neiges perpétuelles bien plus étendues que celles de l'époque actuelle. La surface du glacier s'élevait, à Grenoble, à environ 4200 mètres d'altitude absolue, environ 1000 mètres au-dessus de l'Isère actuelle; et c'est sur le dos de cette nappe de glace qu'étaient amenés les grands blocs alpins que nous trouvons jusqu'à cette hauteur (§ 343).

Toute la partie nord du département de l'Isère était le lit d'un immense glacier, résultant de la réunion de celui qui débouchait par Grenoble et Voiron, entre les montagnes du massif de Lans et celles de la Chartreuse, et de celui qui dé-

bouchait par Chambéry, entre ces dernières et le massif des Bauges, en passant par-dessus les chaînons calcaires des Échelles, de Chaille, etc., qui ont moins de 1200 mètres d'altitude.

Toutes les roches calcaires des environs de Morestel, de Crémieu, de Bourgoin, ont été *rabotées, polies et striées* par le passage de ce glacier et recouvertes d'une nappe de *marc* à cailloux striés. Partout où l'on enlève cette couche boueuse, pour les travaux des routes, des carrières, etc., on met à découvert une surface de roche *polie et striée*. Les directions des stries et la nature des débris empâtés dans la boue glaciaire indiquent toujours un transport effectué à partir des Alpes du Dauphiné et du midi de la Savoie : ces directions varient entre l'est-sud-est et le sud 35° est; prolongées, elles rencontreraient les Alpes en des points compris entre Albertville et Vizille.

Les plateaux de *mollasse* et de *poudingues tertiaires*, les remblais d'*alluvions anciennes*, trop peu consistants pour être ainsi *rabotés et polis*, ont été *labourés* plus ou moins profondément par le passage de cette énorme *herse*; et leurs cailloux roulés, arrachés de leurs gisements, ont été mêlés en grande quantité au *marc* formé des matériaux de la moraine profonde.

La petite carte jointe à la planche V indique l'extension de cette grande *mer de glace*, dans le nord-ouest du Dauphiné et dans le midi de la Bresse, à l'époque de son plus grand développement. Sa limite très-sinueuse entre Saint-Gervais et Vienne a été tracée conformément aux données indiquées ci-dessus (§ 345).

§ 349. — **Nappe principale du glacier delphino-savoisien.** — La nappe principale de ce vaste glacier se dirigeait exactement vers Lyon, et venait se terminer au pied des montagnes du Lyonnais, sur une largeur de quelques lieues

au nord de Lyon et de quelques lieues au sud, jusqu'à Vienne. Au nord, couvrant le plateau formé par les *alluvions anciennes de la Bresse*, elle s'étalait, d'après les recherches de M. Benoît (1), jusqu'à Châtillon-sur-Chalaronne et jusqu'au près de Bourg. Sur les collines des environs de Lyon, la limite supérieure des dépôts erratiques paraît être à 350 mètres environ ; la surface du glacier s'est donc élevée *au moins* à ce niveau, à l'époque où il arrivait sur les hauteurs de la Croix-Rousse et de Fourvières.

La nappe de glace qui s'est étalée sur le plateau bressan jusqu'au près de Bourg, a laissé, comme témoins de cette extension maxima, des blocs et des *boues glaciaires* d'une grande étendue : mais comme elle s'étalait librement, en tous sens, sur une vaste plaine, elle n'y a pas formé d'accumulation saillante en forme de *moraine terminale* bien caractérisée. Les eaux provenant de sa fusion formaient un grand fleuve, qui s'écoulait par la vallée actuelle de la Saône et du Rhône, entre le glacier et les montagnes du Lyonnais. Le niveau des eaux de ce fleuve était nécessairement déterminé par le niveau du glacier qui formait sa rive gauche, à l'est, jusqu'à Vienne : il a dû varier, par conséquent, suivant l'épaisseur de ce glacier. Les eaux de ce fleuve tenaient en suspension une grande quantité de limon et de sable fin, provenant de la lévigation des *boues glaciaires*, et ce limon se déposait sur les points recouverts par cette nappe d'eau, en même temps que les *boues à cailloux striés* sur les pays recouverts par le glacier.

Telle serait à nos yeux l'origine d'un grand dépôt de limon et de sable fin, très-développé dans le midi de la Bresse, les environs de Lyon et la vallée du Rhône jusqu'à Valence, et auquel on applique la dénomination de *lehm* ou *læss*, donnée

(1) *Bull. de la Soc. géol.*, 2^e s., t. xv, p. 328.

d'abord à un dépôt analogue de la vallée du Rhin. Ce serait une *alluvion glaciaire* contemporaine des *dépôts glaciaires* proprement dits.

§ 350. — **Lehm de la vallée du Rhône.** — Ce limon est ordinairement d'un jaune nankin, argilo-sableux et assez riche en carbonate de chaux, quand il n'a pas été épuisé de ce principe par les eaux superficielles. C'est particulièrement la *terre à pisé* des plateaux des environs de Lyon. Le *limon jaune* qui forme le sol général du midi de la Bresse ne paraît être autre chose que ce *lehm* plus ou moins complètement *épuisé* par les actions atmosphériques et les infiltrations aqueuses. Sur d'autres points, au contraire, le *lehm* est cimenté par les infiltrations d'eaux chargées de carbonate de chaux, et il est consolidé, soit en tubercules irréguliers, soit même en bancs d'une certaine étendue. On y trouve, comme dans le *lehm* de la vallée du Rhin, des concrétions calcaires blanchâtres, des tubes vermiculaires et beaucoup de petites coquilles terrestres ou fluviatiles : les plus fréquentes sont *Helix arbustorum*, *H. hispida*, *Succinea oblonga*; M. Terver y cite encore *Helix hortensis*, *Lymnæa peregrina* et *Pupa inornata*, Mich., qui pourrait n'être qu'une variété du *P. muscorum*, Drap (1). Ces espèces vivent encore dans nos contrées et il est possible que souvent elles soient enfouies dans le *lehm* par suite d'un remaniement moderne de ce dépôt très-meuble; mais, pour plusieurs d'entre elles, les individus que l'on trouve dans le *lehm* sont, du moins, des *variétés* différentes de leurs analogues actuelles dans le pays.

Le *lehm* renferme aussi, assez souvent, des ossements, particulièrement de mammoth (*Elephas primigenius*), de Rhi-

(1) *Bull. de la Soc. géol*, 2^e s., t. XVI, p. 1042:

noceros tichorhinus, et de plusieurs autres mammifères dont quelques-uns existent encore et d'autres paraissent ne s'être éteints que depuis les temps historiques (aurochs, cheval, plusieurs espèces de cerfs, etc.).

Le *lehm* du bassin du Rhône est un dépôt exclusivement propre au midi de la Bresse et aux autres parties du bassin que le Rhône a parcourues pendant l'époque *glaciaire* : le lit et le niveau de ce fleuve ont changé avec la plus ou moins grande extension des glaciers dans les plaines subalpines, et le dépôt du *lehm* a subi des déplacements correspondants. Dans le Dauphiné, je ne connais l'existence du *lehm* que sur des points peu éloignés de la vallée actuelle du Rhône, savoir : dans les cantons de Meyzieu et de Saint-Symphorien (coteaux entre Anthon et Jonage, Janneyriat, Puzignan, Meyzieu, Genas, Saint-Priest, Venissieux, Feyzin, Solaize, etc.); puis, sur les coteaux voisins du Rhône, aux environs de Vienne, des Roches, de Roussillon, de Saint-Vallier, de Tain; enfin sur le versant ouest de la montagne de Crussol, en face de Valence.

Sur les collines lyonnaises, le *lehm* s'élève à une altitude de 400 mètres, au pied du Mont-Ceindre, à Saint-Didier; près de Saint-Vallier, il forme le sommet du plateau de Beausemblant, à 367 mètres, où il renferme des ossements; enfin sur le revers de Crussol, son altitude est encore de près de 350 mètres. Ces cotes indiquent approximativement les niveaux les plus élevés atteints, sur divers points, par le fleuve qui a transporté cette alluvion limoneuse. La rive droite était formée par les collines du Lyonnais, du Forez et de l'Ardèche : la rive gauche, par le *glacier* lui-même, jusqu'à Vienne, et plus loin par les plateaux tertiaires de Jardin (440 m.) et des autres anciennes stations télégraphiques situées à peu près au même niveau, jusque vers le confluent de l'Isère. Ce fleuve, dont la pente n'était pas plus forte que celle du Rhône actuel, ne transportait que des limons fins : aussi je n'ai jamais ren-

contré de blocs erratiques, même roulés, dans la vallée du Rhône, en aval de Vienne.

§ 351. — **Creusement des plaines lyonnaises.** — L'extension du glacier sur la Bresse, jusqu'auprès de Bourg, n'a eu lieu que pendant une petite partie de la période glaciaire : elle a été précédée d'une phase d'accroissement et d'avancement progressif du glacier et suivie d'une phase de retraite successive. Pendant la première, à mesure que la masse des glaces augmentait sur les Alpes et sur le Jura, le volume des eaux du Rhône allait en diminuant, et il en était de même de celui de l'Ain. Ces cours d'eau, à leur sortie des gorges, à Lagnieu et à Pont-d'Ain, se sont bientôt trouvés plus bas que les *alluvions anciennes* entassées durant l'époque précédente (§ 339). Dès lors, ils ont dû travailler à se frayer des lits d'écoulement, au sein de ces alluvions mêmes, et c'est ainsi, par leurs efforts réunis, que les *alluvions anciennes de la Bresse* ont été profondément entamées et déblayées, depuis Lagnieu et Pont-d'Ain jusqu'à Lyon, pendant la phase d'accroissement des glaciers. De là l'origine du bassin actuel des plaines lyonnaises, moins étendu que celui qui avait été creusé par les mêmes cours d'eau dans la période *pliocène*, puis rempli par les *alluvions anciennes de la Bresse*.

Puis les glaciers ont envahi et arrêté le cours du Rhône et celui de l'Ain, dans le haut Jura : ils sont arrivés peu à peu sur le *seuil* du Jura (§ 15), au bord du bassin ; et les eaux limoneuses qui s'en écoulaient ont formé dans cette dépression de puissants dépôts de *lehm*, confusément stratifiés (cantons de Meyzieu et de Saint-Symphorien). A mesure que le glacier avançait par-dessus, cette même nappe de *lehm* s'étendait vers le nord, à des niveaux de plus en plus élevés, et couvrait les hauteurs de Lyon et les plateaux de la Bresse, le glacier

avançait toujours, en la recouvrant, jusqu'à Châtillon et jusqu'àuprès de Bourg (§ 349).

§ 352. — **Cailloux striés et blocs dans le lehm.** — Le *lehm* formé au bord du glacier est souvent entremêlé de blocs et de cailloux tombés du glacier même, qui, ayant été enveloppés par ce limon fin, ont pu conserver leurs angles vifs ou même leurs *stries glaciaires*, bien qu'ils fassent partie d'un dépôt remanié dans les eaux et plus ou moins distinctement stratifié. Ce fait s'observe, dans le nord du Dauphiné, à Janneyriat, à Feyzin, et surtout dans l'amas de *lehm* plaqué sur la pente orientale de la Croix-Rousse, à l'extrémité du faubourg Saint-Clair, à Lyon.

§ 353. — **Retraite du glacier ; moraines.** — Enfin a commencé la phase de retraite : le glacier qui, sans doute, ne s'était étalé sur le plateau de la Bresse que sous forme d'une galette peu épaisse, a dû reculer rapidement jusqu'au bord du Jura : il abandonna alors sur la Bresse et sur les plaines lyonnaises les débris de sa moraine profonde, les *boues glaciaires à cailloux striés*, en même temps que les *blocs anguleux* épars sur sa surface.

Ces dépôts ont conservé leurs caractères purement *glaciaires* sur les parties saillantes de cet ancien lit du glacier. Mais, dans les dépressions, les eaux provenant de la fusion du glacier en stratifiaient grossièrement les éléments, puis les recouvraient d'un nouveau dépôt de *lehm*. On comprend ainsi comment, dans les environs de Lyon et sur les plateaux bressans, le *lehm* doit souvent alterner et s'enchevêtrer confusément avec des *boues glaciaires à cailloux striés*, plus ou moins *remaniées* par les eaux, et même avec des nappes de *gravier* et de *blocs roulés*, où les cailloux ne présentent plus de *stries*, dans les lieux où ce *remaniement* a pris un caractère torrentiel. Tous ces enchevêtrements s'observent, en effet,

dans les dépôts *glaciaires* du faubourg Saint-Clair, à Lyon, dans ceux du plateau de Sathonay, etc.

La retraite du glacier éprouva un temps d'arrêt bien marqué lorsqu'il eut reculé jusqu'au bord du Jura et des plateaux dauphinois, c'est-à-dire à la ligne passant par Lagnieu, Saint-Quentin et Saint-Symphorien. Ce temps d'arrêt est marqué par de grandes accumulations, en forme de *moraines terminales*, placées surtout en face des débouchés des vallées, où le glacier était plus épais et, sans doute aussi, un peu plus déprimé. C'est ainsi qu'elles se présentent à Ambérieu, à Lagnieu, qui est bâti sur le penchant d'un monticule de ce genre; puis entre la Balme et Hières, où ces restes d'anciennes moraines concentriques à celles de Lagnieu reposent sur des monticules oxfordiens ou coralliens (§ 49), presque entièrement *polis et striés*; enfin, sur les communes de Blie, Saint-Jean-de-Niost et Saint-Maurice-de-Gourdan (Ain), où elles forment des collines isolées au milieu des plaines d'alluvions du Rhône et de l'Ain. Plus loin, on trouve d'autres *moraines terminales* à Satolas, à Grenay, à Saint-Quentin, en face du débouché de la vallée de la Bourbre.

Le reste de la phase de retraite du glacier sur les plateaux dauphinois n'offre rien de particulier à signaler.

§ 354. — **Ramifications du glacier principal dans le Bas-Dauphiné.** — En même temps que la nappe principale du glacier delphino-savoisien s'étendait vers Lyon et la Bresse, deux branches détachées de cette nappe s'étaient engagées dans deux dépressions du sol du département de l'Isère et y donnaient lieu à des phénomènes très-intéressants.

Branche de la Côte-Saint-André. — L'une de ces branches du glacier se détachait près de Rives et remplissait la vallée de la Côte-Saint-André, creusée dans le cours de la période précédente (§ 340) et remplie d'*alluvions anciennes*,

anté-glaciaires. Cette branche du glacier s'est élevée, au-dessus de la vallée de la Côte, jusqu'au niveau du signal d'Ornacieux (528 mètres) où l'on trouve encore des blocs et des *cailloux striés* ; et elle se terminait, à l'époque de sa plus grande extension, entre la Côte et Beaurepaire.

Son extrémité est parfaitement indiquée par une grande *moraine terminale*, qui forme, en travers de la vallée, un barrage très-saillant, concave du côté du glacier. Cette moraine s'étend principalement sur les communes de Faramans et de Beaufort, sur un développement de neuf kilomètres; son relief accidenté, tout hérissé de gros blocs anguleux, contraste avec les plaines de la Côte et de Beaurepaire, entre lesquelles elle s'élève. La partie la plus saillante de cette moraine est la colline d'*Antimont*, entre Faramans et Pajay, qui domine de près de 100 mètres les plaines environnantes et qui s'élève, en effet (ainsi que semble l'indiquer son nom), comme un barrage transversal, *en regard des montagnes*, dans une direction toute différente de celle des coteaux tertiaires qui forment les flancs de la vallée. La continuité de cette moraine n'est interrompue que par l'étroite issue que les eaux y ont pratiquée et qui donne passage à la route et au chemin de fer, en face du village de Beaufort.

L'amas de blocs et de boues glaciaires qui forme toute cette moraine, depuis l'altitude de 340 mètres jusqu'au sommet d'Antimont (440 mètres), repose sur un socle d'*alluvions anciennes* cimentées en poudingues, qui se termine par des berges escarpées, au sud, vers Marcilloles, et à l'ouest, vers Beaurepaire. C'est au pied de ces dernières que sortent, à un niveau d'environ 280 mètres, les belles sources de l'Auron, qui ne sont, sans doute, que le débouché d'une nappe d'eau souterraine, coulant sur quelque couche argileuse de l'*alluvion ancienne*, et alimentée par les eaux pluviales de la vallée de la Côte et de la plaine de Bièvre.

Le flanc méridional de la vallée, depuis Beaucroissant jus-

qu'à Thodore, présente une large et abondante trainée de *boues glaciaires* et de gros *blocs erratiques*, qui forment une moraine latérale bien marquée. Ces dépôts sont surtout développés près de la jonction de la moraine *terminale*, à Viriville et à Thodore : au sud de ce dernier village, on voit les dépôts erratiques reposer sur l'*alluvion ancienne*, dont les galets sont arrondis et jamais striés, ou bien directement sur l'argile bleue à *lignite*, miocène, qui affleure presque au niveau de la plaine (§ 340). Les *dépôts erratiques* forment un gradin qui s'élève, à Thodore et à Viriville, jusqu'à l'altitude de 415 mètres seulement : ils sont *plaqués* à la base du plateau de Chambaran, mais il est bien facile de voir qu'ils ne passent point sous ce plateau, pas plus qu'ils ne s'étendent au-dessus.

§ 355. — **Branche de Tullins et de Saint-Gervais.** — Une autre branche secondaire du glacier dauphinois, se détachant de la nappe principale aux environs de Tullins, s'étendait entre les montagnes calcaires de Saint-Quentin et de la Rivière et les hautes collines tertiaires de Morette et de Vatillieu, extrémité nord-est du grand plateau de Chambaran : cette branche du glacier ne s'est prolongée que jusqu'à Saint-Gervais et Rovon, le long des montagnes, et jusqu'à Notre-Dame-de-l'Osier, du côté du plateau tertiaire.

L'étendue du lit de ce glacier est indiquée par les *boues glaciaires* à *cailloux striés*, et les gros blocs anguleux que l'on trouve, depuis Tullins jusqu'à l'Osier, en passant par Cras, et, d'autre part, sur le flanc des montagnes, jusqu'à Saint-Gervais. Dans cette dernière localité, au pied du rocher qui porte les ruines de la tour d'Armieu, on voit la *boue glaciaire* reposer sur une roche *polie et striée*, au bord même de la route, à une vingtaine de mètres au plus au-dessus de l'Isère. Près de Tullins, les travaux du chemin de fer ont mis à découvert, dans la tranchée de la Peyraude, des *boues glaciaires* à *cailloux striés*, presque au niveau des alluvions modernes de la vallée.

Ces faits sont très-importants, comme on le verra plus loin, en ce qu'ils montrent que la vallée n'a pas été approfondie depuis l'époque glaciaire, et que la glace y a été encaissée au moins jusqu'à la profondeur de l'Isère actuelle.

Quant au niveau supérieur atteint par ce glacier, il est donné par l'altitude des blocs anguleux qu'il a laissés sur les flancs de la vallée. Au point où il se séparait du glacier principal, au nord-ouest de Tullins, on trouve des blocs anguleux jusqu'à plus de 700 mètres d'altitude, sur la colline tertiaire de Morsonna; toutefois, le manelon supérieur de cette colline (787 mètres) en est complètement dépourvu et ne montre que les galets parfaitement arrondis du poudingue *miocène*, qui forme toute la masse de la colline. Les blocs manquent de même sur le haut plateau tertiaire situé entre Morette et la Forteresse, en partie recouvert de glaises semblables à celles de Chambaran (§ 322). Quelques *blocs erratiques* seulement ont passé par le petit col situé au sud du sommet de Morsonna et se sont dirigés sur Saint-Paul-d'Izeaux.

A l'extrémité opposée, on trouve les blocs erratiques jusqu'au sommet des roches de Poliénas (446 mètres) et au-dessus de Saint-Gervais, jusqu'à 500 mètres environ; enfin, jusqu'au sommet de la colline de Bergerandière (564 mètres), entre l'Albenc et l'Osier. Tel a été, probablement, à peu de chose près, le niveau le plus élevé de cette nappe de glace, à son extrémité, au moment de son plus grand avancement.

A Rovon, l'extrême avancement du glacier est marqué par une grande quantité de gros blocs alpins, anguleux, reposant sur le calcaire *néocomien* qui supporte le village, et représentant un fragment de *moraine terminale*. En aval de la ligne transversale qui joindrait Rovon à l'Osier, on ne trouve plus, dans la vallée de Saint-Marcellin, aucune trace de *boues glaciaires à cailloux striés*, et les *blocs erratiques* ne se rencontrent plus que *roulés*, dans des terrasses d'alluvions caillouteuses, où leurs arêtes sont toujours émoussées.

§ 356. — **Creusement de la vallée actuelle de l'Isère par le glacier.** — La vallée de l'Isère, dans la direction qu'elle suit aujourd'hui depuis Moirans jusqu'au Rhône, date seulement de la période glaciaire, et le glacier secondaire dont nous venons de déterminer l'étendue paraît avoir eu la plus grande part dans le creusement de cette vallée. Avant la période *glaciaire*, les eaux des Alpes dauphinoises s'écoulaient, comme on l'a vu (§ 340), par la vallée de la Côte-Saint-André. L'espace aujourd'hui creusé entre Tullins, Saint-Quentin et Saint-Gervais était rempli par un puissant dépôt de *mollasse* qui se redressait, à l'est et à l'ouest, avec les roches néocomiennes de la Rivière et de Poliénas. Aucune grande vallée ne paraît avoir été ouverte dans cette direction avant l'époque *glaciaire* : tout au plus peut-on soupçonner, au-dessus de Tullins, dans la direction de Cras, la trace d'une combe sans issue, d'une *impasse*, où sont venues s'accumuler des nappes de cailloux roulés, peut-être *anté-glaciaires*, se rattachant à celles de Moirans.

Quand est survenu le changement de climat qui a donné lieu à la grande extension des glaciers, les gorges étroites d'où viennent l'Isère et ses affluents, l'Arc, la Romanche, le Drac, ont dû être, en un petit nombre d'années, encombrées par les avalanches, et le remplissage de ces vallées supérieures par les glaciers a dû se faire avec une grande rapidité. Dès lors, la rivière qui s'écoulait de Grenoble à Saint-Rambert (§ 340) a dû être réduite à un très-petit volume et n'a plus donné lieu qu'à des alluvions ou à des corrosions insignifiantes. Mais, lorsque les glaces, descendant de toutes les hautes montagnes du département de l'Isère, sont venues se réunir à l'entrée de la gorge de Grenoble, elles s'y sont trouvées resserrées dans un espace très-étroit et elles ont formé, par leur accumulation, un glacier dont l'épaisseur s'est élevée à 700 mètres au-dessus de la nappe d'*alluvions anciennes* qui en formait le

fond. Ce glacier était encore pressé, en face de l'entrée de la gorge, par les neiges perpétuelles accumulées jusqu'à 1800 mètres au-dessus de sa surface, sur la grande chaîne de Belle-donne. Dans ces conditions, le glacier de Grenoble a dû faire avec une intensité dont il serait difficile d'assigner la limite, ce que font encore les glaciers actuels lorsque, en s'avancant, ils sont obligés d'enfiler une vallée très-étroite : alors ils labouraient profondément le sol et en poussent devant eux les débris, jusqu'à ce qu'ils arrivent à s'étaler dans un espace plus large, où ces débris du vallon supérieur se retrouvent alors dans la moraine terminale. Ainsi notre grand glacier, en enfilant la gorge de Grenoble, a dû presser avec une force énorme contre les *alluvions anciennes*, pousser devant lui ces matériaux meubles, et il a approfondi la gorge de plusieurs centaines de mètres, c'est-à-dire au moins jusqu'à la profondeur qu'elle présente aujourd'hui.

Au sortir de la gorge de Grenoble, à Moirans, ce glacier rejoignait les glaces descendant du massif de la Chartreuse et surtout la vaste nappe de glaces qui, débouchant par la gorge de Chambéry, passait par dessus les chaînons peu élevés des Échelles et d'Aiguebelette, et venait s'étaler sur les plateaux des Terres-Froides. Le glacier, sortant de la gorge de Grenoble à un niveau un peu inférieur à celui de cette nappe, se trouvait pressé latéralement et obliquement vers la gauche ; de là un effort d'érosion qui s'est porté de ce côté. Une grande partie du glacier, se rejetant ainsi vers le sud-ouest, creusa profondément son lit entre les collines de mollasse tendre qui rattachaient alors Saint-Quentin à Tullins.

Resserrée bientôt entre les montagnes de la Rivière et les roches calcaires de Poliénas, cette branche du glacier continuait d'agir comme le soc d'une charrue et ouvrait ainsi le premier sillon de la vallée de l'Isère, avec sa profondeur actuelle, jusqu'à Saint-Gervais et Rovon, limite à laquelle se sont arrêtées les glaces. Sur l'autre revers des roches de Po-

liénas, les glaces, moins encaissées, s'étaient sans approfondir autant leur lit, et se sont prolongées ainsi jusqu'à l'Osier.

§ 357. — **Alluvions glaciaires; terrasses de la vallée de l'Isère.** — Au moment de l'extension maxima du glacier, la rivière qui en provenait coulait à partir du niveau de 430 mètres, à l'Osier, et se dirigeait vers Saint-Marcellin, en formant une première nappe d'alluvions caillouteuses. Cette *terrasse* d'alluvions, dont le niveau est encore à une altitude d'environ 400 mètres, à 3 kilomètres sud-ouest de Vinay, se continue jusqu'à la rive gauche du torrent de Cumane, à Saint-Vérand et tout près de Saint-Marcellin, en s'abaissant à 380 mètres. Sa structure est mise à découvert par les torrents qui descendent vers Vinay, Têche et Saint-Marcellin : elle est formée de matériaux généralement assez grossiers, mais bien distinctement stratifiés, de nappes caillouteuses, dans lesquelles il y a beaucoup de blocs erratiques *roulés*.

Un deuxième gradin, ou deuxième *terrasse* d'alluvions semblables, se remarque à environ 50 mètres plus bas, à la Blache, près Vinay (351 mètres), et il est représenté, au-dessus de la ville de Saint-Marcellin, par le lambeau d'alluvions caillouteuses qui forme le petit plateau de Joux (328 mètres). Sa trace est encore marquée un peu plus loin, au Mollard et près des Oullières, sur le flanc du coteau de mollasse, entre Saint-Marcellin et Chatte.

A mesure que le niveau du glacier baissait, le niveau de son écoulement baissait aussi, et comme ce glacier se terminait sur le sol très-accidenté des roches de l'Albenc et de Poliénas, les blocs qu'il abandonnait roulaient sur la pente de ces rochers, étaient entraînés par les eaux et ne restaient pas accumulés en *moraine terminale*. La rivière se creusa alors, dans la mollasse tendre, plusieurs lits successifs, de plus en plus bas, qu'elle recouvrit d'autant de *terrasses* caillouteuses. Au-

dessous des premières terrasses que nous venons de mentionner, on peut en distinguer encore au moins trois autres. La plus élevée, qui forme un gradin très-étendu, porte la ville de Saint Marcellin : son altitude est 315 mètres à Têche, 287 à Saint-Marcellin et 280 à 2 kilomètres plus loin. La plus basse constitue la plaine de Vinay et la plus grande partie de la rive gauche, à Rovon, Cognin, Izeron, Saint-Romans, etc. : elle domine encore le cours de l'Isère actuelle d'environ 70 mètres dans ces localités ; plus loin, d'environ 40 mètres entre Saint-Nazaire et le bac de Saint-Lattier, et de moins en moins, à mesure qu'elle s'étale pour former la vaste plaine de Romans.

Toutes ces terrasses, comme la première, contiennent beaucoup de blocs erratiques, mais toujours *roulés*, *émoussés*, remaniés par les eaux ; on n'y trouve plus ni *boue glaciaire*, ni aucun *caillou strié*. Les blocs y diminuent rapidement de nombre et de volume à mesure qu'ils s'éloignent de Saint-Gervais : jusqu'à Saint-Marcellin et à Beauvoir, ils sont très-abondants et souvent de plus d'un demi-mètre cube ; tandis qu'entre Saint-Nazaire et Romans ils sont beaucoup moins nombreux et ne dépassent guère $\frac{1}{20}$ de mètre cube. Cependant, la présence de ces petits blocs presque anguleux, aux formes simplement *émoussées*, que l'on trouve encore dans les gravières de Romans et même plus loin, continue de caractériser jusqu'au bout l'origine *glaciaire* des terrasses d'alluvions de la vallée actuelle de l'Isère.

Les matériaux dont elles sont formées proviennent tous du glacier de Grenoble, c'est-à-dire de la partie dauphinoise du bassin actuel de l'Isère : la protogine, les gneiss chloriteux et surtout les gneiss amphiboliques et les diorites de l'Oisans s'y montrent en quantité prédominante ; les quartzites y sont peu abondants et seulement à l'état de galets parfaitement arrondis, détachés des poudingues miocènes. Cette composition distingue nettement les terrasses alluviennes de la vallée de l'Isère d'avec celles de la vallée du Rhône, avec lesquelles elles

arrivent en contact en approchant de Tain; dans celles-ci, les cailloux de quartzite sont toujours extrêmement nombreux, soit qu'ils aient été amenés là directement de la Maurienne et de la Tarantaise, soit qu'ils proviennent, comme c'est le cas pour la plupart, du remaniement des dernières assises de poudingues miocènes (1).

La formation successive des terrasses de la vallée de l'Isère, à des niveaux de plus en plus bas, est ainsi en rapport intime avec les phénomènes glaciaires et marque les phases du décroissement de l'ancien glacier dans cette vallée créée par lui.

Enfin, ce glacier baissant de plus en plus, son extrémité s'est trouvée encaissée entre le promontoire méridional des roches de Poliénas et les roches du Lignet, en amont de Saint-Gervais : les stries burinées par lui sur les roches d'Armieu (§ 355) attestent la profondeur à laquelle il avait excavé la vallée. Alors la rivière résultant de sa fusion a dû se creuser un nouveau lit, encore plus profond et plus étroit que tous les précédents, celui qu'elle continue d'approfondir aujourd'hui.

§ 358. — **Changements de cours de l'Isère.** — L'Isère nous présente ainsi l'exemple remarquable d'une rivière dont le cours a été complètement changé, au sortir des montagnes, par les phénomènes de la période glaciaire, et ce changement de cours, le creusement de la nouvelle vallée avec sa profondeur actuelle, ne nous paraissent pas pouvoir être expliqués autrement que par l'ingénieuse théorie de l'*affouillement glaciaire* que M. G. de Mortillet a proposée et développée, avec un haut degré de probabilité, pour rendre compte du creusement des lacs du nord de l'Italie et de beaucoup d'autres

(1) Voir, sur ces divers faits, le mémoire de M. Élie de Beaumont, *Ann. des sc. nat.*, 1^{re} série, tom. XIX, pag. 76 à 87.

lacs des Alpes. C'est le seul moyen d'expliquer l'ablation complète des *alluvions anciennes* qui devaient auparavant remplir la gorge de Grenoble et rattacher celles de la terrasse d'Eybens (§ 333) à celles de la plaine de Bièvre (§ 340). La considération des deux nappes glaciaires débouchant à la fois par Chambéry et par Grenoble peut seule faire comprendre comment celle-ci a été refoulée en grande partie vers le sud-est, et comment, par suite, un effort d'érosion a dû s'exercer de ce côté, dans la direction de Saint-Marcellin; de sorte que c'est au glacier seul que l'on peut attribuer le creusement de la vallée de l'Isère, à sa profondeur actuelle, jusqu'à Saint-Gervais. Par suite s'expliquent aussi l'abandon de l'ancien lit représenté par la vallée de la Côte-Saint-André, et, d'autre part, la différence de configuration que la vallée actuelle de l'Isère présente en amont et en aval de Saint-Gervais; les terrasses successives des environs de Saint-Marcellin, dont la formation a commencé à partir de la plus grande extension des glaciers; la concentration de l'Isère dans des lits de plus en plus bas et étroits, à mesure que son glacier baissait et qu'il fournissait un moindre volume d'eau, jusqu'à ce qu'enfin la fusion et la retraite définitive de ce glacier aient inauguré, pour la vallée, le régime qui subsiste aujourd'hui.

Ce n'est aussi qu'après la retraite du glacier qui remplissait la vallée du Graisivaudan, que les eaux de la Maurienne et de la Tarantaise ont pris définitivement leur direction vers Grenoble et se sont jointes à celles du Drac et de la Romanche pour constituer l'Isère actuelle. Le seuil peu élevé qui sépare aujourd'hui cette rivière de Chambéry et du lac du Bourget, est formé par des *boues glaciaires à cailloux striés*, reposant sur des roches usées par le glacier, et représentant des *moraines* laissées par le glacier pendant sa période de retraite (voir § 365).

§ 359. — Glaciers secondaires dans les vallées laté-

rales. — Après que les glaciers se furent retirés des plaines subalpines et des grandes vallées par lesquelles ils avaient débouché, il en resta encore des lambeaux considérables, des glaciers partiels, dans toutes les vallées affluentes ; et chacun de ces glaciers secondaires se maintint ou se retira plus ou moins rapidement, suivant les circonstances locales. Il est résulté de là, au débouché ou dans l'intérieur de ces vallées, des dépôts glaciaires de caractère *local*, formés de débris provenant de la vallée même et des cimes qui la dominent. Ces dépôts affectent souvent la forme de *moraines* de retraite, de barrages en travers des vallées. Un des exemples les plus remarquables de ces anciennes *moraines* est l'accumulation de blocs et de débris anguleux ou émoussés, de toute grosseur, qui borde le plateau des Côtes de Sassenage. Ces blocs et ces débris appartiennent presque exclusivement à des calcaires de l'étage *néocomien supérieur*, tandis que le plateau sur lequel ils reposent est formé par les *lauzes* de la *craie moyenne*. La configuration des lieux et des montagnes environnantes, dont les versants sont aussi presque entièrement formés de *lauzes* et de *calcaires à silex* (§ 478) s'oppose à toute idée d'une provenance par éboulement. Cet amas de blocs néocomiens se présente comme un barrage en face du débouché de la vallée de Lans et d'Engins ; c'est la disposition caractéristique de la *moraine terminale* d'un glacier qui remplissait autrefois cette vallée et qui charriait jusqu'à son issue les blocs détachés de la Moucherolle et des autres grandes crêtes néocomiennes du bassin de Lans. C'est parmi les blocs de cette moraine que l'on exploite depuis longtemps de belles pierres de taille pour les constructions de Grenoble (1).

(1) Albin Gras *Bull. de la Soc. de Statist. de l'Isère*, 2^e s., t. I, p. 194 (1850). — Lory, *Congrès scientifique de France*, 24^e session, t. I, p. 193 (1857).

§ 360. — **Dépôts glaciaires dans le bassin de la Durance.** — Les phénomènes que nous venons d'analyser dans le bassin de l'Isère se sont reproduits d'une manière analogue dans ceux de toutes les grandes rivières alpines. Dans le bassin de la Durance, les blocs erratiques anguleux et les boues à *cailloux striés* se montrent jusqu'à Sisteron et indiquent le terme de l'extension maxima de la nappe glaciaire. Les calcaires jurassiques sur lesquels ont glissé ces masses boueuses présentent, sur une foule de points, des surfaces polies et striées. A Embrun, la terrasse d'*alluvions anciennes* sur laquelle cette ville est bâtie est recouverte par les boues glaciaires à cailloux striés, et M. Rozet a signalé un fait des plus intéressants : c'est que l'*alluvion ancienne*, cimentée en manière de *poudingue* très-solide, a été elle-même rabotée et polie par le glacier, aussi bien que les roches jurassiques. « A l'est de la ville, près du Calvaire, la surface à nu de ce poudingue est tellement bien polie, sur une longueur de plus de 200 mètres et une largeur de 50 à 60 mètres, que les cailloux, dont plusieurs sont plus gros que la tête, se trouvent aussi bien rasés que ceux des plaques de poudingues employés comme marbres d'ornement. Toute la surface polie porte des stries, se croisant quelquefois, mais assez exactement parallèles, en général, à la direction de la vallée qu'a dû suivre le glacier (1). » Ce fait remarquable est une preuve bien frappante de l'indépendance entre les *alluvions anciennes* et les dépôts de la période *glaciaire*.

Vallée du Buch de Veynes. — La nappe de glaciers n'occupait pas seulement la vallée de la Durance : une de ses ramifications, entre autres, pénétrait par une des échancrures les plus

(1) *Bull. de la Soc. géol.*, 2^e s., t. IX.

marquées du département des Hautes-Alpes, par la cluse de la Roche-des-Arnauds, dans la vallée du Buech de Veynes. Elle a formé, au coude de cette vallée, entre Montmaur et Veynes, sur la rive gauche de la Béous, une grande *moraine*, en forme de digue, de plus d'un kilomètre de long, dirigée du nord au sud, en travers de la vallée par laquelle arrivait le glacier. Cette digue est visiblement concave du côté d'amont : au nord, elle s'appuie contre les roches de Montmaur ; au sud, elle a été emportée par le Buech. Elle forme un rempart naturel contre les ravages de la Béous, dont elle borde la rive gauche. Les débris erratiques dont elle se compose sont de toute grosseur et de diverse nature : il s'y trouve des roches cristallines, venant du Champsaur, mais surtout beaucoup de blocs jurassiques et nummulitiques ; les gros blocs sont presque tous des grès nummulitiques et sont venus, sans doute, des montagnes de Chorges et de Savines, que l'on aperçoit dans le prolongement de l'échancrure de la Roche-des-Arnauds. Les cailloux et blocs de calcaire compacte sont presque tous polis et striés. En amont de cette digue principale, on distingue les restes de deux autres *moraines*, séparées de la première par des intervalles plans ; une d'elles forme une butte isolée, surmontée d'une chapelle, au sud du village de Montmaur.

Anciennes moraines des environs de Gap. —

Au nord de Gap, la nappe glaciaire qui descendait du massif de Chaillol et des autres sommités du Champsaur, remplissait entièrement la vallée du Drac, et elle s'est élevée plus haut que le plateau de Bayard (1300 mètres environ), qui sépare aujourd'hui les eaux du Drac de celles de la Durance. La plus grande pente de cette nappe de glaces était vers le midi, dans la direction tendant du pic de Chaillol vers Gap et Tallard, et c'est dans ce sens qu'ont été transportés principalement les blocs de roches cristallines et de grès nummulitiques provenant du haut Champsaur. M. Rozet a donné une excellente description de cet ancien glacier de la vallée de Gap et des *moraines* qu'il a formées (*Bull. de la Soc. géol.*, 1852). Descendant du massif de Chaillol et comblant la vallée du Drac, ce glacier passait sur le plateau de Bayard, entre le Puy de Mence, à l'est, et la chaîne de Charence, à l'ouest, sur une largeur de 5 kilomètres. Dans sa période décroissante, il a formé, entre Gap et le col de Bayard, une série de monticules allongés, en forme de digues, offrant tous les caractères de moraines frontales et marquant les étapes successives de sa retraite. Ces moraines se prolongent, de l'ouest à l'est, sur une longueur de 4 kilomètres ; depuis l'altitude de 800 mètres jusqu'à celle de 1,100 environ, M. Rozet en indique six principales

et plusieurs autres intermédiaires, moins étendues; les lacets de la grande route les coupent toutes et permettent d'en étudier parfaitement la structure. Le plateau de Bayard est couvert de blocs et de houes glaciaires; on y remarque, en outre, des monticules étroits, allongés du nord au sud, dans un sens perpendiculaire à celui des *moraines frontales*. Ces monticules sont formés de blocs anguleux et de débris de toute grosseur; ils ne sont pas, du reste, exactement parallèles entre eux; plusieurs, çà et là, convergent vers le même point. Ils représentent évidemment des moraines superficielles, latérales et médianes, du même glacier qui a laissé plus bas les moraines frontales dont nous venons de parler.

§ 361. — **Extension des phénomènes glaciaires.** — L'énorme extension des glaciers que l'on est conduit à admettre pour rendre compte des phénomènes *erratiques* suppose nécessairement une longue période, pendant laquelle le climat était notablement plus froid qu'il ne l'est aujourd'hui. La température moyenne actuelle de nos contrées est exceptionnellement élevée, si on la compare à celle de presque tous les autres pays situés à la même latitude; si elle venait à s'abaisser de 6°, elle serait encore supérieure à celle qui règne au Canada et dans le nord des États-Unis, sous le 45° parallèle. Or, un pareil abaissement ferait descendre de 1100 mètres environ la limite des neiges perpétuelles; c'est-à-dire que ces neiges descendraient jusqu'à des altitudes de 1600 ou 1700 mètres, sur nos montagnes du Dauphiné. Dans ces conditions, il est évident que la surface des neiges perpétuelles serait bien plus que décuplée, et qu'elles s'accumuleraient sur un volume cent fois plus grand peut-être que celui qu'elles ont de nos jours. L'étendue des glaciers s'accroîtrait alors, naturellement, en proportion de celle des neiges permanentes; et l'on peut affirmer, sans excéder les bornes de l'induction scientifique la plus mesurée, que cet abaissement de quelques degrés dans la température moyenne suffirait pour faire progresser de nouveau les glaciers des Alpes jusque sur les plaines subalpines,

jusqu'à Lyon, dont le climat serait alors aussi froid que celui de Chamounix et des autres vallées où descendent les glaciers actuels (1).

En admettant cette base d'explication, il en résulte que l'on doit retrouver des traces d'anciens glaciers, de *phénomènes glaciaires locaux*, dans tous les massifs d'une étendue un peu considérable comprenant des vallées suffisamment élevées et encaissées et dont les cimes atteignent ou dépassent l'altitude de 1700 mètres. C'est ce que l'on observe en effet dans tous les grands massifs crétacés de la région des chaînes secondaires. Les sommités du Dévoluy, de la Croix-Haute, etc., ont été les points de départ de traînées spéciales de blocs erratiques, de même que les hautes cimes de la vallée de Lans (§ 339). Plusieurs des hautes vallées du Vercors offrent aussi des traces de phénomènes glaciaires *locaux*, bien caractérisés. La vallée de Saint-Agnan, en particulier, était le lit d'un glacier isolé, très-nettement délimité, alimenté par les neiges perpétuelles de ses deux flancs et du col de Rousset. L'ancienne existence de ce glacier est rendue évidente par plusieurs *moraines* qu'il a laissées en travers de la vallée, en se retirant progressivement vers le col : la mieux conservée est précisément la colline sur laquelle est bâtie l'église de Saint-Agnan.

Dans le reste du département de la Drôme, les sommités les plus élevées n'atteignant pas 1600 mètres, on s'explique immédiatement l'absence de toute trace d'anciens glaciers. Un peu plus au midi, les chaînes du Ventoux (1912 m.) et de Lure (1827 m.) pouvaient, à l'époque glaciaire, porter des neiges perpétuelles ; mais, d'après la forme même de ces crêtes, il paraît peu probable qu'elles aient eu des *glaciers*, et, en effet, on n'en a signalé jusqu'ici aucune trace positive.

(1) Voir Ch. Martins, *Revue des Deux-Mondes*, 1847.

Alluvions post-glaciaires et modernes.

§ 362. — Les phénomènes qui ont suivi la retraite des anciens glaciers se lient, sans interruption, avec ceux de l'époque actuelle. La retraite des glaciers s'est opérée lentement et progressivement, et le régime des actions atmosphériques et des eaux courantes s'est établi à mesure, sur les vastes étendues qu'ils avaient recouvertes. C'est d'abord dans ces pays qu'il convient de considérer les phénomènes qui ont dû accompagner ou suivre ce changement de régime.

§ 363. — **Remaniement des boues glaciaires.** — A mesure que les glaciers se sont retirés, les eaux provenant de leur fusion, puis les eaux pluviales, ont remanié plus ou moins profondément les *boues glaciaires* et ont entraîné les parties fines, sous forme de *limons*, dans les dépressions du sol.

Sur les plateaux mollement ondulés du Bas-Dauphiné septentrional, ce remaniement a été très-peu profond, et les *boues glaciaires* sont le plus souvent intactes, sous une très-mince pellicule de terre caillouteuse provenant de leur *épuisement* (§ 346). Ce n'est que dans les bas-fonds, et surtout dans la vallée de la Bourbre, les marais de Bourgoin, de Morestel, etc., que l'épaisseur des alluvions *post-glaciaires* devient assez considérable. Les plaines de Bièvre et de la Côte-Saint-André représentent, à peu près intact dans sa forme, le lit du glacier qui les avait couvertes, modifié seulement par quelques ruisseaux peu importants et épuisé de calcaire, dans toutes les parties élevées, par l'action séculaire des eaux pluviales. Les eaux absorbées par ces plaines très-perméables ressortent en sources volumineuses, près de Beaurepaire, et arrosent d'une manière permanente un bassin creusé par elles, dans l'épais-

seur de l'*alluvion ancienne* : ce bassin s'appelle la *Valloire*. Le sol de cette plaine a été complètement remanié et reconstitué à nouveau par les cours d'eau qui la sillonnent encore : aussi l'avons-nous rapporté aux *alluvions modernes*.

§ 364. — **Terrasses de la vallée du Rhône.** — Aux environs de Lyon et de Vienne, à des niveaux bien inférieurs aux terrasses d'*alluvions anciennes* et à la grande nappé de *lehm*, contemporaine de l'extension maxima des glaciers (§ 350), on rencontre encore des *terrasses*, des plaines étagées, dans le sol desquelles les blocs erratiques sont remaniés avec les cailloux roulés de toutes les époques précédentes. Tels sont les divers gradins des *plaines lyonnaises*, échelonnées à divers niveaux, depuis 250 mètres environ, à Heyrieu et Saint-Laurent-de Mure, jusqu'aux alluvions modernes du Rhône, au bord desquelles elles forment des berges très-prononcées, appelées les *Balmes viennoises*. Ces berges, bien marquées sur la carte de l'état-major, se poursuivent sans interruption, depuis Jonage jusqu'à Saint-Fons. Plus loin, à Chasse et à Vienne, on remarque encore plusieurs niveaux de *terrasses* de même structure, contenant des blocs erratiques remaniés.

Ces terrasses inférieures de la vallée du Rhône sont évidemment, comme les terrasses inférieures des environs de Saint-Marcellin (§ 357), des produits de ce *régime de transition* entre l'époque *glaciaire* et l'époque *actuelle*, régime qui correspond à la retraite progressive des anciens glaciers. Les rivières alimentées par la fusion des glaces ont eu d'abord une grande masse d'eau et une grande force d'entraînement; mais elles ont diminué à mesure que les glaciers reculaient, et elles se sont retirées dans des lits de plus en plus étroits, en abandonnant des *terrasses* d'alluvions étagées à divers niveaux.

Au-dessous de Vienne, se montrent aussi des terrasses très-étendues, bien distinctes, par leur niveau, des *alluvions an-*

ciennes et du *lehm* : depuis les Roches de Condrieu jusqu'au-delà d'Andancette, le chemin de fer est constamment tracé sur ces terrasses. A Saint-Rambert, elles se raccordent avec les alluvions qui forment le sol de la Valloire. Plus loin, aux environs de Tain, ces alluvions étagées confluent avec les terrasses de l'Isère (§ 357); elles forment les plaines de Valence, où l'on distingue facilement plusieurs gradins bien tranchés, au-dessus de celui qui porte la ville et qui domine encore le Rhône de plus de 20 mètres.

Le sol de ces plaines, comme celui des *plaines lyonnaises*, est aride et très-perméable : les eaux pluviales qui filtrent au travers ressortent en sources abondantes, au pied des berges, au bord des alluvions modernes.

Au-dessous de Valence, la vallée du Rhône et les débouchés des vallées affluentes présentent encore des alluvions caillouteuses situées à des niveaux très-divers, qui appartiennent, sans doute, à des périodes géologiques différentes. Mais, comme les phénomènes glaciaires, les blocs erratiques, etc., ne se sont pas étendus jusque là, on n'a plus les mêmes éléments pour préciser la distinction des *alluvions anciennes*, *antè-glaciaires*, d'avec les alluvions *post-glaciaires* qui passent insensiblement aux alluvions modernes. Ce n'est que d'après les caractères de leurs matériaux, leurs niveaux respectifs et leurs rapports de superposition ou de juxtaposition que l'on peut essayer de les classer.

Les *alluvions anciennes*, *antè-glaciaires*, représentées à Tain par les nappes de cailloux roulés de l'Ermitage, nous paraissent se continuer dans les dépôts très-épais de graviers et de cailloux roulés qui s'élèvent à de grandes hauteurs au-dessus des plaines à Fontlauzier, près Valence; entre Étoile et Alex; au sud-est de Loriol; à Montélimar, d'où ils s'étendent, en remontant le Roubion, jusqu'à Cléon d'Andran; à l'est de Donzère, etc. Au pied des falaises escarpées formées par ces *alluvions anciennes* s'étendent les divers gradins des plaines,

qui correspondent, sans doute, à ceux des environs de Lyon et de Valence.

§ 365. — **Vallée supérieure de l'Isère et vallée du Drac.** — En se retirant de Saint-Gervais à Grenoble, le glacier qui avait occupé la vallée de l'Isère a laissé vide une vaste et profonde cavité, creusée, comme on l'a vu, par ce glacier lui-même, jusqu'à plusieurs centaines de mètres au-dessous de l'ancien fond, représenté par les *alluvions anciennes* (§ 356). Dès qu'il a continué à reculer du côté du midi, il s'est trouvé suspendu au-dessus de cette cavité à des hauteurs considérables, indiquées par les terrasses d'alluvions anciennes intactes à Eybens, à Vif, à Monteynard, Avignonet, etc. Les eaux provenant de sa fusion tombaient donc en cascades et elles durent nécessairement se creuser des gorges d'écoulement, pour raccorder, par une pente continue, leur point de départ avec le fond, considérablement excavé, de la cluse de Grenoble. Ce travail d'érosion par les eaux des glaciers s'est continué de proche en proche, à mesure qu'ils ont reculé dans les vallées du Drac et de ses affluents; et telle est l'origine des gorges dans lesquelles ces rivières coulent aujourd'hui, gorges creusées dans l'épaisseur des *boues glaciaires* et des *alluvions anciennes* et plus bas encore dans les roches sous-jacentes.

En même temps que le glacier du Drac reculait au-dessus de Grenoble, celui de l'Isère savoisienne devait reculer au-dessus de Montmélian; et les glaciers de la chaîne de Belledonne, alimentés seulement par les neiges de cette chaîne, devaient se retirer rapidement sur ses pentes, en abandonnant tout le fond de la vallée du Graisivaudan. Alors les eaux de la Tarantaise et de la Maurienne se trouvèrent mises en communication directe avec le bassin de Grenoble; et la cluse de Chambéry étant encombrée de boues glaciaires, à un niveau plus élevé que la vallée du Graisivaudan et la cluse de Grenoble, c'est de ce dernier côté que se sont dirigées définitive-

ment les eaux de l'Isère savoisienne. Elles ont dû d'abord, probablement, approfondir la vallée du Graisivaudan, pour la raccorder avec la cluse de Grenoble; puis elles ont déposé, dans cette vallée, une grande épaisseur d'*alluvions*, composées de limons et de sables fins, semblables à ceux qu'elles déposent encore aujourd'hui (1).

§ 366. — **Bassin de la Durancè.** — Les vallées de la Durance et de ses affluents, comme celle du Drac, ont été creusées à nouveau par les eaux provenant de la fusion des glaciers, à mesure qu'ils se sont retirés au-dessus de Sisteron. Ces vallées ayant été élargies et approfondies, dans leurs parties étroites, par le passage des glaciers, comblées, au contraire, d'énormes amas de *boues glaciaires* dans leurs parties évasées, les eaux courantes ont dû, pour se faire un lit d'écoulement uniforme, entamer profondément les *boues glaciaires*, les *alluvions anciennes* et souvent les roches sous-jacentes, et combler de leurs débris les défilés profondément déblayés par le passage des glaciers.

En résumé l'époque glaciaire constitue, dans les Alpes, une limite tranchée entre la période des *alluvions anciennes* et celle des *alluvions post-glaciaires*, dont les alluvions actuelles ne sont que la continuation. Les vallées alpines ont éprouvé des changements dans leur configuration par le passage des glaciers, dont les lois de progression et de retraite, les modes d'affouillement et de dépôt sont très-différents de ceux des

(1) Deux sondages artésiens ont été tentés : l'un, à Grenoble, au Bois-Rolland, jusqu'à 68 mètres de profondeur; l'autre, à la Tronche, jusqu'à 73 mètres, dont 57 au-dessous des eaux de l'Isère; ces sondages n'ont amené, comme on pouvait le prévoir, aucune découverte d'eaux jaillissantes; ils n'ont traversé que des lits alternants de limons et de sables, semblables à ceux de la surface (Gueymard, *Statistique de l'Isère*, p. 680).

caux courantes; et pendant qu'ils se sont retirés progressivement dans leurs limites actuelles, les eaux provenant de leur fusion ont eu à se creuser de nouveaux canaux d'écoulement : ce sont les lits des rivières actuelles, bien différents de ceux des rivières *anté-glaciaires*, qui avaient formé les *alluvions anciennes*.

§ 367. — **Lits de déjection d'anciens torrents.** — Il est un genre particulier d'alluvions *post-glaciaires* qui se produisent encore sur une foule de points de nos Alpes, mais dont l'origine et l'ancienne extension, bien plus générale qu'aujourd'hui, peuvent être mises en rapport avec la retraite des anciens glaciers. Nous voulons parler des dépôts torrentiels ou *lits de déjection* des torrents.

Tout le monde connaît ces cours d'eau à pente très-rapide qui, réduits en temps ordinaire à un très-faible volume, grossissent presque instantanément par la concentration des eaux pluviales dans les entonnoirs des montagnes ou *bassins de réception* où ils prennent naissance, s'écoulent en creusant sur leurs flancs de profonds ravins ou canaux d'écoulement et entraînent d'énormes quantités de boues, de graviers et de blocs, qu'ils déposent en débouchant dans les vallées. Ces débris des montagnes, accumulés progressivement, forment une sorte de demi-cône très-surbaissé, dont le sommet est au débouché du ravin d'écoulement et dont la base s'étale largement sur la plaine : c'est le *lit de déjection*. A chacune de ses crues, le torrent, s'il n'est pas contenu par des digues puissantes, divague et se répand en divers sens sur ce lit et y dépose de nouveaux graviers.

Un grand nombre de torrents sont en activité, de temps immémorial, et même beaucoup d'entre eux ont pris une nouvelle énergie, par suite du déboisement et de l'abus des pâturages. On en connaît même dont l'origine est toute récente et souvent attribuable aux mêmes causes. D'autres, au contraire, sont

arrivés à un état à peu près stationnaire, parce qu'ils n'affouillent plus que très-peu dans leurs parties supérieures, et que la pente de leurs lits de déjection est devenue telle qu'elle leur permet d'entraîner jusqu'à la rivière autant qu'ils apportent à chaque crue.

Mais il existe aussi un grand nombre de cours d'eau torrentiels, aujourd'hui encaissés naturellement et presque toujours limpides, qui ne transportent plus de graviers, mais qui ont formé autrefois des *lits de déjection* bien caractérisés. L'aspect des lieux fait aisément reconnaître les *bassins de réception* de ces anciens torrents, les gorges qu'ils ont creusées pour leur écoulement, et surtout, au débouché de ces gorges dans la plaine, la forme caractéristique des cônes composés de leurs déjections. La végétation forestière a pris possession des *bassins de réception* et en fixe le sol superficiel : les *lits de déjection*, ne recevant plus de nouveaux graviers, sont revêtus d'une couche épaisse de terre cultivable ; les torrents eux-mêmes, devenus des ruisseaux limpides permanents, sont une source de prospérité pour le pays en alimentant des canaux d'arrosage ou servant de force motrice à des usines ; et ces avantages ont souvent déterminé l'emplacement de villages populeux, de bourgs considérables, bâtis, de temps immémorial, sur ces anciens cônes de déjection.

§ 368. — L'importance et la généralité de ce phénomène des anciens torrents, aujourd'hui *éteints* ou beaucoup moins actifs, ont été mises en évidence par les beaux travaux de M. Surell (1) et, dans un mémoire très-intéressant de M. Sc. Gras (2), auxquels nous emprunterons quelques exemples et les conclusions remarquables qui en découlent.

Nulla part peut-être les torrents *éteints* ne sont aussi nombreux

(1) *Études sur les torrents des Hautes-Alpes*, Paris, 1844.

(2) *Bull. de la Soc. de Statist. de l'Isère*, 1847.

que sur la rive gauche de l'Isère, entre Grenoble et Pontcharra : sur cette distance de 40 kilomètres, on rencontre plus de vingt cours d'eau torrentiels, débouchant par des gorges étroites, qu'ils ont creusées dans les calcaires schisteux du lias, et tous coulent sur d'anciens cônes de déjection bien caractérisés dont quelques-uns ont jusqu'à 2 kilomètres de diamètre. Toute la surface de ces monticules est cultivée : les ruisseaux sont, en général, bien encaissés et ne roulent plus que peu ou point de graviers. Les villages de Goncelin, Tencin, Brignoud, Lancey, Domène et plusieurs autres, sont bâtis sur ces anciens lits de déjection.

Tout près de Grenoble, la Grande-Tronche est située sur un large cône de déjection, formé par un ancien torrent, qui n'est plus représenté que par le ruisseau de Montfleuri. Saint-Égrève est sur un ancien lit de déjection de la Vence, très-vaste et très-surbaissé. Au Chevallon, la route gravit un monticule assez raide, qui n'est aussi qu'un ancien cône de déjection, sur lequel le ruisseau déborde encore quelquefois. Voreppe est bâti au sommet d'un grand cône de déjection, dont la hauteur, au-dessus des alluvions de l'Isère, est de plus de 50 mètres et le rayon de la base est de 1100 mètres. Le torrent de Roize, qui l'a formé, coule précisément sur son arête culminante : depuis une époque peu éloignée, il reprend une activité menaçante et a surmonté maintes fois les digues puissantes par lesquelles on cherche à le contenir. Le chemin de fer passe en tunnel sous ce torrent et montre la structure du monticule formé entièrement de graviers et de blocs pareils à ceux que la Roize transporte encore actuellement.

Sur la rive droite, en amont de Grenoble, les torrents sont presque tous en activité, à cause de la nudité des montagnes. Le Manival, à Saint-Ismier, a formé autrefois un lit de déjection très-vaste, sur lequel il continue à divaguer encore, mais dans des limites bien moins étendues. Le bourg du Touvet est bâti sur le versant sud-ouest de l'ancien cône de déjection du torrent de Bresson, large de près de 3 kilomètres ; le lit des déjections modernes occupe encore une largeur de 3 à 400 mètres, et, à chaque crue, le bourg est menacé d'être envahi par ces graviers ; mais le danger ne paraît dater que d'une époque récente et, ce qui le prouve, c'est l'existence de maisons bâties autrefois à une petite distance du torrent.

Les mêmes circonstances se montrent dans le torrent de Saint-Antoine, près du Bourg-d'Oisans, et un grand nombre d'autres, dans l'Oisans, le bassin du Drac, etc. Quelque grand que soit le lit de déjection actuel, on reconnaît, en général, les traces d'un autre lit, beaucoup plus vaste, qui est cultivé partout où les graviers modernes n'ont pas envahi le sol. Les traditions et l'étude des lieux s'accordent à prouver qu'à une certaine époque peu reculée, les déjections mo-

dernes étaient encore plus restreintes qu'aujourd'hui ; en admettant même que ces déjections n'aient jamais été complètement éteintes, il est certain, du moins, qu'elles ont passé par un minimum d'extension, dont la date précise est le plus souvent immémoriale.

C'est surtout dans les Hautes-Alpes, dans le bassin de la Durance, que les phénomènes torrentiels ont eu autrefois et ont encore aujourd'hui le développement le plus général et le plus formidable ; c'est parmi ces torrents du Briançonnais et de l'Embrunais, si bien décrits par M. Surell, que l'on trouve les types les plus variés et les plus grandioses de leurs diverses phases d'activité, d'extinction ou de résurrection.

Parmi les innombrables *torrents éteints*, on peut citer ceux dont les lits de déjection portent les villages de Savines, de Saint-Martin-de-Queyrières, de Saint-Chaffrey, de Névache, et une foule d'autres. Plusieurs villages, bâtis ainsi sur d'anciens lits de déjection, ont vu, dans ce siècle, par suite du déboisement et de l'abus des pâturages, les torrents reprendre leur antique activité et les menacer d'une ruine imminente : tels sont particulièrement Presles, près Briançon, les Crottes, près Embrun, et surtout l'ancien et important bourg de Chorges. De sages mesures prises pour le reboisement et le regazonnement des bassins de réception ont contribué, plus efficacement que tout autre moyen, à arrêter le progrès de ces dévastations.

Le côté oriental du bassin de Briançon présente une pente douce qui se relève uniformément depuis la Durance jusqu'au pied des montagnes ; le sol de ce plan incliné est entièrement formé par les graviers amenés autrefois par trois grands torrents qui débouchaient par les gorges de Cervières, des Ayes et du Gros-Rif. Ces cours d'eau, cessant de charrier, ont entamé leurs anciennes alluvions et y sont maintenant profondément encaissés.

Le Rabious, à Châteauroux, un des torrents les plus considérables des Hautes-Alpes, a formé autrefois un lit de déjection extrêmement étendu, dont l'épaisseur atteint, sur certains points, 60 ou 80 mètres. Ce torrent, cessant de charrier à une certaine époque, a entamé tout cet épais amas de débris et même le lias schisteux sur lequel il repose. Aujourd'hui, il a recommencé à exhausser son lit, surtout dans la partie inférieure, entre la route et la Durance. Mais ce lit de déjection moderne se trouve à un niveau bien inférieur à l'ancien et en est indépendant, comme les alluvions actuelles du Rhône ou de l'Isère sont indépendantes des anciennes *terrasses* de ces rivières. Plusieurs autres grands torrents des Hautes-Alpes montrent la même succession de phénomènes : un ancien lit de déjection très-vaste et très-épais, et des déjections modernes beaucoup plus basses et moins étendues, dont la formation, toute récente, a été séparée des anciennes par une longue période d'extinction et d'affouillement.

§ 369. — L'extinction des phénomènes torrentiels, comme l'a parfaitement démontré M. Surell, est intimement liée à l'établissement de la *végétation* sur les pentes qui forment le *bassin de réception* ; elle *commence*, *persiste* et *cesse* avec cette végétation même. C'est au déboisement général et à l'abus des pâturages qu'il faut attribuer la recrudescence récente des effets torrentiels ; c'est à l'épaisse végétation forestière qui couvrait encore les Alpes à l'époque gallo-romaine que correspond la période d'extinction et d'affouillement. Enfin, la généralité et l'immense étendue des phénomènes qui avaient produit les anciens lits de déjection indiquent nécessairement, comme l'a fait observer M. Gras, une époque où les Alpes étaient généralement dépourvues du manteau préservateur de la végétation. Or, c'est ce qui a dû être à l'époque de la retraite des anciens glaciers qui avaient encombré toutes nos grandes vallées.

« Lorsque les Alpes se sont dépouillées du manteau de neige et de glace qui les recouvrait, leurs flancs entièrement nus sont restés exposés pendant des siècles aux dégradations des agents atmosphériques. C'est à cette époque que se sont creusés la plupart des ravins et des excavations en forme d'entonnoir que l'on remarque sur les versants de ces montagnes. Les matières entraînées ont formé les anciens lits de déjection et, en général, les alluvions postérieures aux blocs erratiques et cependant antérieures aux temps historiques, qui remplissent le fond des vallées.

« A la longue, les forces productives de la nature ont ramené la végétation au sein des Alpes et sont parvenues à les couvrir d'épaisses forêts. Ce reboisement a modifié profondément le régime des cours d'eau, qui ont perdu leurs caractères torrentiels les plus saillants. Les lits de déjection se sont *éteints* et les rivières, auparavant divagantes, se sont encaissées.

« Enfin, l'homme a détruit une partie des forêts et étendu ses cultures jusque sur le flanc des montagnes. Ces défrichements (et l'abus des pâturages) ont réveillé l'action dévastatrice des torrents et donné une nouvelle vie à leurs lits de déjection. Ceux-ci ont reparu sur un grand nombre de points, sans devenir cependant ni aussi nombreux, ni aussi étendus qu'autrefois. Par suite de l'augmentation des débris roulés par les torrents, le régime des rivières s'est aussi altéré; l'affouillement naturel de leur lit s'est arrêté et s'est changé en un exhaussement qui se continue tous les jours. » (M. Sc. Gras.)

§ 370. — **Ossements fossiles de mammouth (*Elephas primigenius*)**. — Une tranchée, ouverte récemment près de Tullins, pour le passage du chemin de fer, a entamé un de ces anciens *lits de déjection* dont nous venons de parler, et a mis à découvert sa superposition aux *boues glaciaires* de la période précédente : dans ce lit de déjection, on a trouvé plusieurs défenses, deux portions de molaires et des ossements d'*Elephas primigenius*. Cette tranchée, dite de la Peyraude, est située en dessous de la ville de Tullins, à quelques mètres seulement au dessus de la plaine d'alluvions modernes de l'Isère. La partie la plus basse montre, sur une hauteur de 1^m,50 à 2 mètres, le dépôt boueux *erratique*, à cailloux polis et striés et à blocs anguleux. Par-dessus vient une assise de 1^m50 formée de lits sableux irréguliers, à stratification torrentielle, modelée sur les irrégularités du sol sous-jacent; puis 2 mètres environ de cailloux roulés, grossièrement stratifiés, entremêlés de petits lits discontinus de sable ou de marne, et représentant les dépôts successifs de plusieurs crues du torrent : la partie supérieure de la tranchée, sur 1^m,50, offre la continuation des mêmes dépôts, mais remaniés par les ruisseaux modernes et passant à la terre végétale caillouteuse. C'est entre l'assise sableuse et l'assise caillouteuse qu'ont été trouvés les ossements; leur bel état de conservation, sauf une friabilité extrême

dans certains points, indique évidemment qu'ils n'ont pas été roulés ni arrachés à un terrain plus ancien et que les éléphants ont vécu sur place, après la retraite des anciens glaciers, à l'époque de la formation de ce lit de déjection sur lequel est bâtie en grande partie la ville de Tullins et qui n'est plus arrosé aujourd'hui que par un ruisseau inoffensif.

De nombreux restes d'*Elephas primigenius* ont été trouvés aussi dans les environs de Lyon, dans les terrasses d'alluvions de la Saône et du Rhône, postérieures à la période glaciaire. Les dents et ossements d'éléphants sont aussi très-fréquents dans le *lehm* des environs de Lyon, que nous considérons comme une *alluvion glaciaire* contemporaine de la grande extension des glaciers (§ 350). D'après M. Jourdan, ils appartiendraient à une espèce distincte, désignée par lui sous le nom d'*Elephas intermedius*; généralement, ils sont considérés comme appartenant encore à l'*Elephas primigenius*. Ainsi, cette grande espèce aurait vécu, aux environs de Lyon, à la limite d'extension des glaciers, pendant la période glaciaire et encore après; elle se serait propagée du côté des Alpes, à mesure que la retraite progressive des glaciers permettait à la végétation de s'y installer et de les rendre habitables; de sorte que les restes de cet éléphant ne s'y trouveraient que dans les alluvions *post-glaciaires*, correspondant à cette époque de transition entre la période des phénomènes *erratiques* et la période actuelle.

On a trouvé, il est vrai, une dent molaire d'*Elephas primigenius* dans les tranchées du chemin de fer entre Moirans et Voiron, qui sont taillées, en grande partie, dans les *alluvions anciennes anté-glaciaires*. Mais sur le point précis où a été trouvée cette dent, les cailloux roulés paraissent avoir subi un remaniement qui les a mêlés avec des débris anguleux du dépôt *glaciaire*; ce gisement ne serait donc que confirmer l'âge *post-glaciaire* de l'*Elephas primigenius* dans la région des anciens glaciers.

Jusqu'ici nous ne connaissons pas, dans le Dauphiné, de caverne contenant des ossements d'espèces perdues des périodes quaternaires, comme celles qui sont si nombreuses dans le Jura, dans le Languedoc, etc. Mais il est probable que des recherches plus attentives pourront conduire à en trouver, surtout dans les basses montagnes calcaires de la Drômè, du Royans, etc. M. Charvet a signalé (1), comme provenant d'une caverne de Laval en Royans, des ossements de *bouquetin*, espèce qui a disparu des Alpes dauphinoises, mais qui appartient encore à la faune actuelle, sur le versant piémontais.

§ 371. — Nous terminerons en indiquant quelques produits de la période moderne qui offrent un intérêt particulier.

Tufs calcaires. — Ces dépôts, produits par les sources chargées de carbonate de chaux, se rencontrent sur une foule de points. Il en est dont l'épaisseur est considérable et dont l'origine remonte, sans doute, bien au-delà des temps historiques : par exemple, à la Buisse, à Saint-Sauveur, près Vizille; à la Sône, près Saint-Marcellin, etc. Quelques-uns de ces dépôts sont formés par des eaux minérales salines. Le plus considérable est celui des sources thermales du Monestier-de-Briançon; le monticule sur lequel ce bourg est bâti en est entièrement composé. Les eaux minérales du Plan-de-Phazy (§ 282) ont formé aussi des dépôts de tuf très-étendus; on peut citer encore les tufs calcaires ocreux de la source minérale qui jaillit au sud de l'hospice du Lautaret, etc.

Tufs de fer hydraté (2). — On rencontre sur divers points

(1) *Bull. de la Soc. de stat. de l'Isère*, 1851.

(2) Gueymard, *Statist. du dép. de l'Isère*, t. I, p. 355.
Sc. Gras, *Bull. de la Soc. de Stat. de l'Isère*, 1844.

de l'Oisans, à Ornon, à la Garde, à Huez, au Mont-de-Lans, etc., des amas irréguliers de fer hydraté concrétionné, celluleux, ayant la structure des tufs calcaires; ils sont superficiels ou remplissent des cavités dans les calcaires du lias, presque toujours au contact de ce terrain avec les terrains cristallins sur lesquels il repose. Ce fer hydraté me paraît provenir de l'altération des pyrites, qui sont ordinairement très-abondantes dans les premières couches du lias, modelées immédiatement sur les terrains primitifs. Le gîte le plus considérable se trouve à une demi-lieue nord-ouest du village d'Ornon; il couvre une pente d'environ vingt hectares de superficie, avec une épaisseur de 0^m50 à 4 mètre. Au point de vue métallurgique, ces tufs de fer hydraté ne constituent que des minerais d'une qualité très-médiocre.

Tufs de manganèse hydraté. — M. Gueymard a signalé deux gîtes d'oxide de manganèse hydraté, mélangé de carbonate de chaux en proportions variables, ayant aussi la structure de tufs et formant des nappes superficielles qui alternent avec des tufs calcaires, à Vaulnaveys et à la Grave; ils ont été exploités comme fondants pour le haut-fourneau de Rioupéroux. L'origine de ce manganèse est plus difficile à expliquer que celle des tufs ferreux; peut-être pourrait-elle être rattachée à des réactions consécutives de l'altération des minerais de fer spathique manganésifères, qui sont très-abondants, en particulier, sur la montagne de Vaulnaveys.

§ 372. — **Tourbières.** — Les dépôts de *tourbe* se rencontrent en très-grand nombre et à toutes les altitudes, dans les départements de l'Isère et des Hautes-Alpes. Mais les seuls qui méritent une mention spéciale, en raison de leur grande étendue, sont les tourbières situées dans le département de l'Isère, aux environs de Morestel, de Bourgoin et de la Verpillière,

dans les plaines marécageuses désignées ordinairement sous le nom de *Marais de Bourgoin*.

Ces marais occupent le fond d'une longue vallée, qui s'étend de l'est à l'ouest, depuis Cordon, à l'embouchure du Guiers, jusqu'à la Verpillière, et tourne ensuite au nord, jusqu'au confluent de la Bourbre. Cette vallée est à la limite du plateau calcaire de Morestel et de Crémien, et des collines tertiaires de la Tour-du-Pin et de Bourgoin; c'est une vallée de dénudation, creusée, probablement, par un bras du Rhône, antérieurement à la période glaciaire (§ 339), et creusée de nouveau à l'époque de la retraite des glaciers. Cet ancien lit a été ensablé par le Rhône, qui l'a abandonné pour s'écouler tout entier dans les gorges de Villebois. C'est depuis cette époque que se sont formés les lits successifs de graviers, de sable et de tourbe qui constituent le sol des marais.

Dans son état actuel, la vallée marécageuse se divise en deux bassins : à l'est, celui des Avenières et de Morestel, et à l'ouest, celui de Bourgoin et de la Verpillière. Ils communiquent encore ensemble par le détroit marécageux d'Arandon, et communiquaient sans doute, autrefois, par-dessus les seuils calcaires peu élevés qui séparent les marais de Vézeronce d'avec ceux de Sermérieu et de Saint-Chef. La tourbe a une épaisseur variable, qui atteint souvent plus de trois mètres : elle s'est formée dans des bas-fonds, des bassins échelonnés : partout où il y avait chute, passage d'un bassin à un autre, on trouve le gravier inférieur à une petite profondeur ou immédiatement sous la terre végétale. L'étendue des tourbières est de 3380 hectares, dont 300 ont été épuisés jusqu'ici. L'exploitation annuelle embrasse environ 6 hectares et produit environ 30,000 mètres cubes de tourbe sèche.

§ 373. — **Terres végétales.** — Les sols meubles superficiels peuvent être partagés, au point de vue de leur origine, en deux classes principales : les uns sont formés *sur place*,

par la désagrégation ou la décomposition des roches sous-jacentes ; les autres sont formés de débris *transportés*, étrangers au sous-sol géologique. On peut en distinguer encore une troisième catégorie, dans laquelle, le sous-sol étant lui-même un terrain de transport d'une grande épaisseur, la nappe superficielle est le résultat de sa modification ou de son remaniement par les actions atmosphériques et les eaux pluviales.

Les terres formées aux dépens des roches sous-jacentes dominent dans les parties hautes de l'Isère et des Hautes-Alpes, et dans les pays qui n'ont pas été recouverts par les grandes nappes *glaciaires*, par exemple dans le département de la Drôme. Leurs qualités varient beaucoup, suivant le mode de décomposition ou de désagrégation du sol géologique.

Dans nos Alpes, les roches *granitiques* et toutes les roches schisteuses des terrains cristallisés dits *primitifs* sont formées de silicates fort peu altérables : elles se désagrègent en petite quantité, par fragments plus ou moins gros, qui n'éprouvent que des décompositions chimiques partielles très-lentes. Aussi ces roches ne produisent, sur place, que des sols extrêmement pauvres et infertiles.

Les grès *houillers* (grès à anthracite) se désagrègent plus facilement et donnent une terre sableuse et argileuse, mais à laquelle manque l'élément calcaire. Ce sol, très-répandu dans le Briançonnais, la Maurienne, etc., peut devenir fertile s'il est mêlé de parties calcaires descendues des hauteurs et surtout s'il peut être arrosé par des eaux courantes provenant de terrains calcaires.

Les grès *triasiques*, presque exclusivement siliceux, forment un sol des plus stériles, qui ne porte, dans le Briançonnais, qu'une végétation forestière très-clairsemée.

Les grès *nummulitiques* ont des structures diverses (chapitre V) et leur mode de désagrégation est variable : ils donnent à peu près les mêmes variétés de sol que les grès houillers, mais contenant en plus un peu de calcaire : ce sol est souvent

assez fertile (vallons de Vars, des Orres, etc.; Montricher et Saint-Julien en Maurienne).

Les cargneules et les gypses *triasiques* qui occupent des étendues notables dans le Briançonnais, la Maurienne, etc., forment un sol trop chargé en sels solubles de chaux et de magnésie et qui offre encore l'inconvénient très-grand de s'effondrer facilement, à la suite de la dissolution du gypse par les eaux d'infiltration. De là les *entonnoirs* que l'on remarque partout dans ces terrains gypseux.

Les schistes calcaréo-talqueux du Queyras sont un des terrains les plus remarquables des hautes montagnes, par la facilité avec laquelle ils se désagrègent en paillettes minces, mêlées de parcelles quartzieuses, qui forment un sol végétal épais et hygrométrique. Ce sol est en général fertile, autant que le permet l'altitude des lieux. Il porte les cultures de Saint-Véran, le village le plus élevé de l'Europe (2070 m.), et celles de toutes les autres communes du haut Queyras et des hautes vallées piémontaises voisines; les magnifiques pâturages alpins du Mont-Viso et du Mont-Cenis, si connus des botanistes par les nombreuses espèces qui caractérisent leur végétation luxuriante.

Les schistes argilo-calcaires du *lias* sont, de même, le terrain fertile des chaînes centrales (§ 52); cependant, la terre qui en provient est plus argileuse, moins perméable que celle des schistes du Queyras, et elle a trop de tendance à devenir tourbeuse dans les bas-fonds. Presque toutes les cultures et tous les beaux pâturages des montagnes de l'Oisans, du Lautaret, etc., sont sur ce terrain.

Les marnes dures plus ou moins feuilletées et les calcaires argileux dont se composent le *lias*, les assises inférieures et moyennes de l'étage *oxfordien*, l'étage *néocomien* inférieur, les marnes *aptiennes*, forment une partie considérable des sols cultivés dans la région des chaînes secondaires. Toutes ces roches sont poreuses, *gélives* et tombent facilement en

débris : les eaux pluviales dissolvent peu à peu le calcaire et laissent un résidu d'argile plus ou moins ocreuse, quelquefois sableuse. Ce sol peut même, à la longue, se trouver complètement épuisé de carbonate de chaux dans sa partie terreuse ; mais il en reçoit souvent par les filets d'eau courante, et il est aussi très-souvent mêlé de fragments anguleux de calcaires durs, venant des escarpements calcaires qui surmontent les pentes marneuses. Le principal inconvénient de ces terrains est l'imperméabilité du sous-sol et la facilité avec laquelle il s'y forme des ravins qui prennent souvent des dimensions énormes. Le massif de la Chartreuse, le Trièves, le Diois, les Baronnies, les environs de Gap, le bassin du Buech, etc., présentent de très-vastes étendues qui se rapportent à cette espèce de sol agricole ; le terrain de *craie*, dans une partie des montagnes de la Chartreuse et dans le midi de la Drôme, comprend aussi des assises marneuses qui donnent un sol argileux analogue ; les marnes du terrain tertiaire lacustre de Grignan, etc., sont encore dans le même cas.

Les calcaires sableux, les grès à ciment calcaire, sont désagrégés par l'action dissolvante des eaux pluviales, qui enlèvent le carbonate de chaux et laissent pour résidu un sable incohérent. C'est ce qui a lieu pour les grès de l'étage *aptien* (§ 169), pour le *gault* et les assises moyennes et inférieures de la craie, dans plusieurs parties de la Drôme, où prédominent ces roches calcaréo-sableuses. Le sable qu'elle contiennent étant presque purement quartzéux ou mélangé de très-peu d'argile, elles donnent des sols meubles beaucoup trop sableux et souvent stériles. Les coteaux sableux, ravinés, de la Chapelle-en-Vercors (§ 181), d'Allan, de Clansayes (§ 188) et d'une partie du bassin de Dieulefit (§ 185), sont des exemples de cette désagrégation des grès crétacés supérieurs.

La *mollasse* se réduit en terre meuble de la même manière, plus facilement, à cause de sa faible cohésion ; mais la composition de sa partie sableuse est beaucoup plus variée ; le

quartz y est presque toujours mêlé de mica et d'autres silicates des terrains *primitifs*, en voie de décomposition, d'une proportion plus ou moins forte d'argile, et souvent aussi de parcelles calcaires et de débris de zoophytes ou de mollusques fossiles. Par suite, la mollasse donne des terres généralement fertiles, pourvu qu'elles ne soient ni trop meubles ni trop argileuses.

Les calcaires compactes, à peu près purs, tels que ceux qui constituent le *lias*, dans le Briançonnais (L', § 255), la partie supérieure de l'étage *oxfordien* (calcaire de la Porte de France), l'étage *néocomien supérieur* (calcaires à caprotines), la majeure partie des assises supérieures du terrain de *craie*, enfin la partie supérieure de la *mollasse d'eau douce* (§ 205) ne se désagrègent que par fragments assez volumineux, ou même ne se désagrègent presque point. Mais ils sont incessamment attaqués par les eaux chargées d'acide carbonique, qui les corrodent à la surface et dans toutes leurs fissures, et y creusent ainsi des canaux sinueux, des crevasses larges et profondes, des puits et des cavernes. Cette action, continuée pendant une longue série de siècles, laisse un résidu insoluble de silice divisée, d'argile généralement colorée par de l'oxide de fer, qui se rassemble dans les crevasses et les dépressions du sol calcaire et finit par y former une couche mince et irrégulière de terre végétale. Ce résidu ne représente qu'une très-minime fraction, souvent à peine quelques millièmes du poids du calcaire dissous. C'est donc un genre de terre qui ne se reforme et ne se renouvelle qu'avec une lenteur extrême. Il se conserve bien dans les bas-fonds et sur les plateaux horizontaux; mais il ne reste sur les surfaces inclinées qu'autant qu'il y est retenu par une végétation forestière permanente. Ce sol, que l'on retrouve partout à peu près identique sur les plateaux calcaires de tout âge, est généralement une terre forte de bonne qualité, par suite de la prédominance de l'argile et du drainage parfait que réalise l'état fendillé des calcaires sous-ja-

cents. Elle est surtout remarquable, comme nous l'avons déjà indiqué, sur les plateaux de calcaires néocomiens, tels que ceux du Vercors, etc. (§ 164).

Dans le Bas-Dauphiné, les plateaux tertiaires situés entre Saint-Marcellin et Vienne, qui n'ont pas été envahis par les phénomènes glaciaires, sont couverts, comme nous l'avons vu (§ 322), d'une épaisse nappe de terre glaiseuse, qui résulte de l'épuisement et de la décomposition des dernières couches miocènes; cette décomposition s'est produite sur une épaisseur considérable, parce qu'elle s'est continuée sans interruption depuis l'émersion de ces plateaux.

Les détails dans lesquels nous sommes entré sur l'étendue des *alluvions anciennes*, sur celle des *boues glaciaires*, des *alluvions glaciaires* ou *post-glaciaires* antérieures à l'établissement du régime actuel des eaux, nous ont montré l'importance immense de ces divers terrains de transport au point de vue de la géologie agricole. Ajoutons seulement que, depuis qu'ils sont à sec, ils se sont trouvés soumis aux actions d'épuisement et de décomposition par les eaux pluviales et les actions atmosphériques. Les résultats de ces actions ont été d'autant plus sensibles que le dépôt était plus perméable et que la surface présentait moins de pente à l'écoulement superficiel.

Les eaux pluviales dissolvent le carbonate de chaux dans les parties superficielles, filtrent dans les parties profondes, où elles le déposent en partie, et cimentent ainsi les graviers : c'est un transport incessant du calcaire de la surface à l'intérieur, si le sol est perméable, et des parties saillantes vers les bas-fonds, s'il ne l'est pas suffisamment pour boire les eaux pluviales. Tous les graviers calcaires disparaissent par la dissolution; les cailloux granitiques et beaucoup d'autres s'effritent en arène friable ou laissent un résidu incohérent; et tous les terrains de transport anciens, abandonnés ainsi aux actions atmosphériques, tendent à se réduire, près de la surface, sur une épaisseur plus ou moins grande, à l'état d'une terre ar-

gilo-sableuse, presque toujours rougeâtre; dans laquelle ne restent plus intacts que les cailloux de roches inaltérables, tels que les *quartzites*, les *silex* et quelques roches à base de silicates d'une texture serrée et tenace.

C'est ainsi que la surface des terrasses d'*alluvions anciennes* ou même d'*alluvions post-glaciaires* offre souvent une nappe de glaise ocreuse, à cailloux siliceux, qui ressemble beaucoup à celle des plateaux tertiaires de Chambaran, etc., et qui est, en effet, un produit du même mode d'épuisement, mais opéré seulement depuis le commencement de la période actuelle. On l'en distingue par les caractères du terrain de transport sous-jacent, non altéré, ou par les cailloux anguleux qu'elle renferme encore quand elle provient du remaniement des boues glaciaires.

Les sols de transport moderne, encore en voie de formation et non épuisés par les agents atmosphériques, sont aussi extrêmement répandus et d'une haute importance pour l'agriculture. Ils comprennent en effet tous les sols d'*alluvion* qui remplissent les fonds de nos vallées et qui sont partout les terres les plus recherchées. Les alluvions sont, en général, d'autant plus fertiles, qu'elles réunissent les éléments de roches plus variées et amenées à un état de plus grande division. Les rivières alpines alimentées par des glaciers charrient toujours une grande quantité de limon fin qui résulte de la lévigation des boues glaciaires; ces limons forment en général des terres d'excellente qualité: telles sont les terres si fertiles de la plaine du Bourg-d'Oisans, du Valgaudemar, de la Vallouise, de la vallée de la Guisane. Les alluvions de l'Isère, qui font de la vallée de Graisivaudan un des plus riches districts agricoles de France, sont aussi formées, en majeure partie, des sables fins et des limons broyés par les nombreux glaciers de la Tarantaise et de la Maurienne, et dans lesquels se trouvent réunis des débris de tous les terrains des chaînes centrales et des chaînes intérieures.

ADDITIONS ET RECTIFICATIONS.

§ 374. — Depuis que nous avons commencé la rédaction de cet ouvrage, la géologie de nos contrées a fait des progrès importants : les questions les plus controversées, qui intéressaient, non seulement les Alpes, mais les bases mêmes de la géologie pratique, ont été définitivement résolues, de manière à montrer que la série des terrains et les lois de la distribution des fossiles sont les mêmes, dans ces montagnes, que dans les contrées classiques de l'Europe occidentale. Les *grès à anthracite* sont désormais nettement séparés du *lias* et appartiennent bien certainement au *terrain houiller*, dont ils renferment les plantes fossiles caractéristiques. Des études stratigraphiques précises ont démontré la *réalité* des bouleversements qui avaient donné lieu aux apparences d'enchevêtrement et d'alternance des calcaires du *lias* avec ces *grès à anthracite* et avec d'autres grès encore que l'on confondait avec eux (§ 254); les gisements de fossiles découverts en Maurienne, celui des *nummulites* de Montricher et ceux des *lumachelles* de l'*infra-lias* dans le massif des Encombres (§ 272) ont permis de donner à cette démonstration une précision incontestable. La découverte de l'*infra-lias*, étendue de proche en proche à nos Alpes, a fixé la limite inférieure du *lias* et a conduit à reconnaître qu'il existait normalement, entre lui et le *terrain houiller*, un grand ensemble de dépôts très-variés, dans lesquels on ne peut plus se refuser à voir les représentants de la série *triasique* : les *gypses* de nos Alpes (§ 256),

les *schistes lustrés* du Queyras, les *grès quartzeux* d'Allevard, du Briançonnais, etc., sont venus se classer dans cette série, qui devient d'une importance capitale dans toute la zone intérieure des Alpes.

Les explorations de la Société géologique de France, en septembre 1861, dont nous avons eu l'honneur de rédiger les comptes-rendus, ont sanctionné d'une manière éclatante ces principes définitivement acquis à la géologie alpine et ont donné pleinement gain de cause aux lois de la paléontologie contre les prétendues exceptions déduites d'observations stratigraphiques incomplètes. La part que nous nous sommes efforcé de prendre à la solution de ces difficultés a retardé l'achèvement de notre publication; mais elle nous a permis d'établir sur des bases précises la géologie du Briançonnais, ce qui n'aurait pas été possible il y a quatre ans.

Nous ajouterons ici quelques documents sur diverses recherches postérieures à la publication de nos deux premières parties.

§ 375. — **Infra-lias.** — Cet horizon géologique est très-nettement caractérisé en Savoie, jusque dans le midi de la Maurienne, surtout au Pas-du-Roc, près Saint-Michel; M. l'abbé Vallet y a recueilli un grand nombre de petites coquilles fossiles très-variées, et il y a même constaté l'existence d'une couche distincte avec ossements et dents de poissons, représentant le *bone-bed*. Dans le Briançonnais, jusqu'ici, nous n'avons pas de localités à fossiles déterminables (§ 285); mais il est très-probable que des recherches attentives en feront découvrir.

A Champ, près Vizille, j'ai reconnu l'existence de l'*infra-lias* entre les gypses et les dolomies d'une part, et le lias noir schisteux, d'autre part. Il en résulte nécessairement, comme nous l'avons vu (§ 286), que les gypses de Champ et de Vizille appartiennent au *trias* et il en doit être de même, très-probablement, des autres gisements de gypse de l'Isère et des Hautes-Alpes.

Le point où j'ai reconnu l'*infra-lias* est situé sur le flanc droit du vallon de Champ, un peu au sud-ouest de l'ancienne carrière Breton.

Le massif de dolomies compactes qui forme le toit du gypse (§ 59) se présente ici en couches peu inclinées, plongeant vers l'ouest. Il est recouvert immédiatement par un petit banc de grès quartzeux, de 0^m,10 seulement d'épaisseur, dans lequel je n'ai pas trouvé de fossiles. Puis vient 1^m,20 de calcaire sableux noir, très-fissile; puis environ 5 mètres d'un calcaire noir plus ou moins coquillier, avec *Avicula contorta*, etc. Les fossiles sont assez rares et non visibles sur la surface extérieure de la roche; on ne les obtient qu'en cassant un grand nombre d'échantillons. M. l'abbé Stoppani a bien voulu examiner ceux que j'ai recueillis sur ce point et il y a reconnu les espèces suivantes :

Cardita Lueræ, Stopp.; *Anatina præcursor*, Opp.; *Nucula Stenonis*, Stopp.; *Leda*, indét.; *Avicula contorta*, Port.; *A. Loryi*, nov. sp.; *Gerwillia caudata*, Winck.

Immédiatement au-dessus de cette assise fossilifère, viennent des bancs de calcaire sublamellaire, avec *entroques*; puis les calcaires noirs schisteux à *bélemnites*, du lias proprement dit.

Cette série, quoique peu développée et pauvre en fossiles, représente parfaitement, comme le remarque M. Stoppani, l'*infra-lias* de la Lombardie et les terrains entre lesquels il est placé. Les bouleversements très-compiqués que les couches ont subis dans le vallon de Champ ont donné lieu à beaucoup de petites failles locales qui font souvent disparaître une partie de la série des couches, et cette circonstance, jointe à la rareté des fossiles dans le *lias* et dans l'*infra-lias*, avait empêché jusqu'ici de reconnaître l'existence de ce dernier.

L'attention des observateurs doit se porter sur les autres *gisements* de gypse du Dauphiné, au toit desquels il est probable que l'on retrouvera également l'*infra-lias*, comme en Savoie et comme à Digne. Toutefois, nous devons dire que nous l'avons vainement cherché au-dessus des gypses de l'arrondissement de Nyons, et que nous n'avons trouvé dans ces localités d'autres fossiles que des *positonies* qui nous ont paru identiques à celles de l'étage *oxfordien* et situées dans des couches peu éloignées du gypse. Nous croyons donc devoir, jusqu'à plus ample informé, rester dans le doute au sujet de la classification de ces gypses.

§ 376. — **Environs de la Verpillière.** — L'existence de l'*infra-lias* a été constatée aussi à la base du terrain jurassique de la Verpillière, par M. Cotteau (*Bull. de la Soc. géol.*, 2^e série, t. XVI), puis par M. Goubert (*ibid.*, t. XVIII), dans la carrière du four à chaux Massard, tout près de la gare de Saint-Quentin : on y voit, au-dessous du calcaire à gryphées arquées, une série de bancs dont les plus

inférieurs offrent la texture des lumachelles de la Bourgogne et sont pétris d'*Ostrea irregularis*, Münst. M. Ebray a signalé aussi (*Bull. de la Soc. géol.*, 2^e série, t. xx) au col de Maupertuis, sur le versant est du monticule de Chamagnieu (§ 13) des couches infra-liasiques sans fossiles, qui reposent immédiatement sur le terrain primitif et sont recouvertes par le calcaire à gryphées arquées. Le lias moyen vient au-dessus et comprend une assise de marnes sans fossiles et des calcaires ferrugineux, avec petits amas irréguliers de minerai de fer, désignés par les mineurs sous le nom de couches mélangées. On y trouve *Belemnites niger*, *Pecten æquivalvis*, *Plicatula spinosa*, etc. Puis viennent les marnes du lias supérieur, la couche de minerai de fer oolithique ou compacte à *Ammonites bifrons*, etc.; enfin, une couche à grosses oolithes ferrugineuses, contenant en grande quantité l'*Ammonites primordialis* (banc coquilleux des mineurs); celle-ci ne fournit qu'un minerai pauvre et sulfureux, que l'on rejette dans les exploitations de Saint-Quentin.

§ 377. — **Groupe oolithique inférieur: Montagne de Crussol.** — Au-dessus de la petite assise de grès et de marne ferrugineuse qui représente le lias supérieur (§ 24, n^o 3), nous avons indiqué une couche de grès à ciment calcaire (n^o 4) rempli de térébratules (*T. perovalis*), où nous avons trouvé, en outre, une ammonite indéterminable voisine de l'*A. Brongniarti*; M. Ebray y a rencontré l'*A. Sauzei*; dans un cordon marneux qui vient immédiatement au-dessus, *A. Parkinsoni* et *Terebratula Phillipsii*; j'y ajouterai *Eucyclus pinguis*; Desl. Ces fossiles établissent bien que cette petite couche est un représentant de l'oolithe inférieure (étage bajocien, partie inférieure; calcaire à entroques).

Quant aux calcaires bleus, durs, qui viennent au-dessus (n^o 5), nous y avons cité plusieurs espèces, dont les unes appartiennent encore au groupe oolithique inférieur; d'autres au sous-étage kellovien (*Ammonites bakeriæ*, *A. discus*, *A. subdiscus*, *A. biflexuosus*, *A. Parkinsoni*, *A. anceps*, *A. tripartitus*). La conservation imparfaite de ces fossiles pouvait laisser des doutes sur plusieurs espèces. D'après l'examen qu'en a fait M. Hébert, l'espèce la plus abondante, que j'avais déterminée *A. bakeriæ*, est l'*A. arbustigerus*, caractéristique de l'horizon de la terre à foulon. M. Ebray a fait depuis une nouvelle exploration de la localité, qui confirme la classification de ces calcaires à ce dernier niveau; d'après lui, toutes les espèces sont bien de cet horizon; mon *A. tripartitus* serait l'*A. pygmaeus*, et l'*A. anceps* une autre espèce qu'il désigne sous le nom de *pseudo-anceps*. Mais de plus, M. Ebray pense que l'on s'est généralement trompé sur la détermi-

nation des fossiles de la petite couche ferrugineuse (n° 6), et que, loin de caractériser l'horizon *kellovien*, ces fossiles appartiennent tous à des types du groupe oolithique inférieur : il assimile cette petite couche à une couche ferrugineuse située à la partie supérieure de la *terre à foulon* dans la Nièvre, Saône-et-Loire, etc.

Dans les bancs marneux qui viennent immédiatement au-dessus, on trouve encore *Ammonites arbustigerus* et *A. bakeriæ*, et ils représenteraient un rudiment de la grande oolithe, réduite ici à une assise marneuse. Alors le sous-étage *kellovien* ne commencerait qu'avec les couches à *posidonies*, qui sont pauvres en fossiles à Crussol, mais bien plus développées et plus caractérisées à la Voulte, où elles contiennent le minéral de fer.

Il résulterait de là que le groupe oolithique inférieur est encore bien caractérisé et presque complet à Crussol, et c'est une probabilité de plus pour que de nouvelles recherches de fossiles conduisent à en reconnaître des représentants dans nos calcaires *sous-oxfordiens* tels que ceux de Corenc, etc. (§§ 139 à 141). C'est un des sujets de recherches les plus intéressants pour compléter la géologie de nos contrées.

§ 378. — **Terrain néocomien.** — Nous croyons avoir établi clairement, par l'étude comparative de ce terrain dans les diverses parties du Dauphiné, la série de ses assises et les enchevêtrements, aux environs de Grenoble, de celles du type *provençal* avec celles du type *jurassien* (§ 139). Le groupe de couches situé à la base de celui-ci et désigné par M. Desor sous le nom de *valangien*, peut être suivi sans interruption jusqu'à l'extrémité sud du Jura et dans les environs de Chambéry, et il est, incontestablement, le même que notre grande assise des *calcaires du Fontanil* (§ 139). L'identité est confirmée par la parfaite correspondance de toute la suite des assises qui viennent au-dessus et par un grand nombre de fossiles communs. Si quelques-unes des espèces les plus caractéristiques du *valangien* de Neuchâtel et de Sainte-Croix ne se trouvent pas dans les calcaires du Fontanil, on doit l'attribuer, je crois, à des différences de station et non à une différence d'âge. Or, nous avons établi que les *calcaires du Fontanil* n'étaient pas l'assise néocomienne la plus inférieure des environs de Grenoble, et qu'il existait, au-dessous d'eux, une grande assise marneuse caractérisée par les *Belemnites latus*, *Ammonites semi-sulcatus*, *A. neocomiensis*, etc. D'après cela, il nous a semblé qu'il n'y avait pas lieu d'établir de séparation tranchée entre le *valangien* et les assises qui le recouvrent, et que ce groupe, dont on a exagéré l'importance après l'avoir longtemps méconnu, ne devait

être considéré que comme une simple subdivision d'un facies particulier de l'étage néocomien inférieur.

§ 379. — **Groupe de la Craie.** — Nous avons établi rigoureusement l'existence de la *craie supérieure*, synchronique de la *craie blanche* du bassin de Paris, dans le massif de la Chartreuse, puis dans ceux de Lans et du Vercors (§§ 176 à 182), et par la stratigraphie, nous avons rendu son existence à peu près certaine dans le massif de la Croix-Haute (§ 183) et dans le Dévoluy. Cependant, nous ne pouvions citer dans ce dernier pays, comme recueilli par nous, que l'*Ostrea vesicularis*, fossile qui ne peut pas être regardé comme suffisant pour démontrer *paléontologiquement* l'existence de la *craie blanche*. Ce n'est que depuis que nous avons appris que M. Itier avait découvert, dans les mêmes localités, au sommet de l'Aurouse et sur le chemin de Veynes à la Cluse, d'autres fossiles plus caractéristiques : *Belemnitella mucronata*, d'Orb.; *Ananchytes ovata*, Lam.; *Micraster Brongniarti*, Héb.; c'est-à-dire, les mêmes espèces qu'à Entremont en Chartreuse. Ces fossiles se trouvent avec l'*Ostrea vesicularis* ou dans une couche voisine, formée de calcaire friable, jaunâtre, à rognons siliceux. Comme, du reste, on ne les trouve qu'au-dessus de la grande assise des *calcaires à silex* du Dévoluy, et dans une assise d'une structure différente, il n'en résulte pas que l'ensemble de ces calcaires à silex doive être classé en entier dans la *craie supérieure*, et ils peuvent correspondre aussi, en partie, à la *craie moyenne* (*craie marneuse* du bassin de Paris). La comparaison avec la série des environs de Grenoble ne permet pas de supposer qu'ils puissent descendre au-dessous de cet étage. Ainsi les grandes crêtes du Dévoluy sont formées par les étages *supérieurs* de la *craie*, recouverts, sur leurs flancs, en stratification parallèle, par le *terrain nummulitique*. Elles ne peuvent donc pas être rattachées, comme l'avait pensé M. Elie de Beaumont, à un système de soulèvement qui se serait produit entre le dépôt de la *craie chloritée* et celui de la *craie marneuse*.

Dans le midi de la Drôme, comme nous l'avons dit (§§ 185 à 189), il n'y a point de *craie supérieure* correspondant à la *craie blanche*, et les dernières assises correspondent à la *craie marneuse* à *Galerites vulgaris* ou à la *craie de Villedieu* à *Micraster brevis*, dans le bassin de Paris. Le grès vert de Dieulefit doit lui-même être rapporté à ce niveau. C'est par erreur que nous avons assimilé la faune de ce grès à celle du grès d'Uchaux (Vaucluse) : ce dernier appartient, en réalité, à un horizon géologique inférieur.

Dans un remarquable travail de comparaison sur les terrains cré-

tacés du sud-est de la France, M. Reynès a rectifié les déterminations de fossiles qui nous avaient fait admettre cette assimilation (§ 183, 6°); au lieu du *Trigonia scabra* et de l'*Acteonella lævis*, le grès de Dieulefit contient *Trigonia limbata*, d'Orb., et *Acteonella involuta*, Coq., qui sont des fossiles de l'horizon du *Micraster brevis*. M. Reynès cite encore dans ce même grès : *Ammonites tricarinatus*, d'Orb.; *Cardium marticense*, Math; *Ostrea spinosa*, Rœm.; *O. coniacensis*, Coq, qui achèvent de caractériser cette faune et de la distinguer essentiellement d'avec celle d'Uchaux.

Nous devons faire aussi une rectification au sujet d'une autre localité du département de Vaucluse, le mont Ventoux, que nous avons mentionné à tort (§ 186) comme devant être formé par le prolongement des assises dures de la craie moyenne de Nyons et de Mollans. Cette grande montagne est néocomienne et même les calcaires à caprotines, qui revêtent son versant méridional ne s'élèvent pas jusqu'au sommet et laissent à découvert, dans le haut, les calcaires de l'étage inférieur, avec *Belemnites pistilliformis*, *Ammonites recticostatus*, etc. Les couches, plongeant au sud, montrent leurs tranches abruptes vers le nord. En avant de ce grand escarpement, on trouve, au sud de Saint-Léger et de Savouillans, une zone de craie inférieure sableuse et de marnes aptiennes, reposant sur le terrain néocomien de Brantes. Ces divers terrains plongent aussi vers le sud et semblent s'enfoncer sous la masse du Ventoux : c'est ce qui donne lieu à l'erreur que nous avons faite, n'ayant pas pu explorer de près ces localités qui sortaient du cadre de notre travail. En réalité, la craie inférieure n'est là qu'au pied d'une grande faille, et bute contre la base de l'étage néocomien inférieur qui forme tout l'escarpement du Ventoux. C'est, pour le dire en passant, un exemple de plus des erreurs qui peuvent résulter d'observations stratigraphiques incomplètes et des appréciations établies à distance, d'après les allures apparentes des terrains. Ce sont, comme nous l'avons vu, ces causes d'erreurs qui ont si longtemps arrêté les progrès de la géologie dans nos chaînes intérieures (chap. VI) : ces mêmes causes ont aussi donné lieu pour les terrains crétacés de nos chaînes secondaires, ainsi que pour ceux du département de Vaucluse et de la Provence, à des classifications entièrement erronées, en opposition avec la stratigraphie réelle aussi bien qu'avec les lois de la paléontologie, et de la réfutation desquelles nous n'avons pas cru nécessaire d'embarrasser la marche de cet ouvrage.

TABLE DES MATIÈRES.



Paragraphes.

INTRODUCTION.

De l'utilité des descriptions géologiques. — Rapports entre la structure géologique du sol et sa configuration extérieure. — Régions géologiques naturelles. — Indications pratiques sur les observations à faire pour la géologie du Dauphiné.

Division du Dauphiné en régions géologiques naturelles. 1 à 4

CHAPITRE PREMIER.

Roches granitiques et lambeaux de terrain houiller des bords du Rhône, se rattachant au plateau central (environs de Vienne et de Saint-Vallier)

Liaison de ces terrains avec le <i>plateau central</i>	5 à 7
Roches granitiques et grès houiller des environs de Vienne. Houilles de Ternay et de Communay.	8 à 12
Monticule de Chamagnieu.	13
Roches granitiques de Saint-Vallier et de Tain. Kaolin de Larnage.	14

CHAPITRE II.

Plateau calcaire jurassique du nord du département de l'Isère, se rattachant au Jura (cantons de Morestel et de Crémieu, environs de Bourgoin et de la Verpillière.

Configuration générale de ce plateau.....	15, 16
Groupe du <i>lias</i> ; minerais de fer.— Groupe oolithique inférieur. — Groupe oolithique moyen ; calcaires lithographiques. — Indices du groupe oolithique supérieur.....	17
Failles qui limitent ce plateau.....	18 à 20
Raccordements souterrains probables avec les terrains du Lyonnais.....	21, 22
APPENDICE. — Terrains jurassiques de la rive droite du Rhône. — Montagne de Crussol, près Valence.....	23, 24
Modification de la série jurassique à l'approche des Alpes.	25

CHAPITRE III.

Région des chaînes centrales des Alpes dauphinoises.

Limites et structure générale.....	26, 27
<i>Terrains cristallisés.</i> — Granites, protogine.....	28, 29
Gneiss et autres roches cristallines schisteuses ou stratifiées.	30, 31
Calcaires saccharoïdes.....	32
Terrains dits <i>primitifs</i> ; sens de ce mot dans les Alpes....	33
<i>Terrain houiller</i> : grès à <i>anthracite</i> du département de l'Isère. — Végétaux fossiles.....	34
Grès à anthracite et couches d'anthracite du canton de la Mure.....	35, 36
Grès à anthracite du Valbonnais.....	37
— d'Aspres-lez-Corps.....	38
— de la chaîne de Belledonne.....	39
— de l'Oisans ; alternances apparentes avec les schistes cristallins.....	40 à 42
Indépendance des grès à anthracite par rapport aux terrains <i>primitifs</i> et au terrain du <i>lias</i>	43 à 45
<i>Trias</i> : grès d'Alleverd.....	46 à 49
<i>Lias</i> : schistes argilo-calcaires à bélemnites.....	50
Ardoises du <i>lias</i> ; clivage ardoisier.....	51

	Paragraphes.
Aspect général. — Grès et dolomies à la base du <i>lias</i>	52, 53
Fossiles du <i>lias</i>	54
Calcaire de Laffrey : <i>lias</i> des cantons de la Mure et de Corps.....	55, 56
Ardoises, marbres, chaux hydrauliques.....	57
Gisement de <i>gypse</i> (ils sont en réalité inférieurs au <i>lias</i> et dépendent du <i>trias</i> ; voir §§ 256 et 375). Ils forment des couches distinctes et ne sont pas le résultat de l'altération locale des calcaires.....	58 à 61
Gypses de Champ et de Vizille.....	61 à 67
Gypses d'Allevard, de la Ferrière, de Cognet, etc.....	68 à 70
<i>Roches éruptives</i>	71
Granites et protogine en filons.....	72
Diorites granitoïdes.....	73
Euphotides et serpentines.....	74, 75
Spilites : leurs rapports avec les calcaires et avec les gypses.....	76 à 84
<i>Filons et gîtes métallifères</i>	85
Filons de fer spathique.....	86, 87
Gîtes métallifères divers : mines d'Allemont, de la Gardette, de la Grave, etc.....	88 à 93
Minerais dans le <i>lias</i>	94
Diffusion de l'or et du platine dans les minerais et les roches.....	95
STRUCTURE et description géologique des chaînes centrales.....	96
<i>Chaîne de Belledonne</i> : son étendue et son prolongement à travers la Savoie.....	97
Du Grand-Charnier aux Sept-Laux : affleurements de protogine ; structure en éventail.....	98 à 100
Du col de la Coche à la Romanche : gneiss amphiboliques ; diorites ; euphotides et serpentines du lac Robert.....	101 à 103
Prolongement au sud de la Romanche : diorites, euphotides et serpentines de la Valdens.....	104 à 106
<i>Chaîne des Grandes-Rousses</i>	107, 108
Dislocations anciennes de l'Oisans.....	109, 110
Valjougfrey ; marbres statuaires du Valsenestre, etc.....	111 à 113
Valgaudemar : roches cristallines ; spilites ; calcaires du <i>lias</i> modifiés ; gîtes métallifères.....	114 à 118
<i>Massif du Pelvoux</i> . — Combe de Malaval.....	119

Groupe du Pelvoux : Cirque de la Bérarde.....	120 à 124
Failles et renversements du granite sur le lias aux environs de la Grave.....	125 à 127
Partie granitique du Champsaur. — Vallée de Molines; marbres statuaires.....	128
Vallée de Champoléon; failles et renversements du granite sur le lias; gîtes métallifères.....	129 à 132
Conclusion de ce chapitre et aperçu sommaire sur l'histoire géologique des Alpes dauphinoises.....	133

CHAPITRE IV.

<i>Région des chaînes secondaires, extérieures ou subalpines.....</i>	134
-----------------------------------------------------------------------	-----

TERRAINS JURASSIQUES.....	135
<i>Lias</i> : vallée du Drac; bassin de la Durance; département de la Drôme. — Affleurements de <i>gypse</i> des arrondissements de Gap et de Nyons.....	136 à 138
Étage <i>oxfordien</i> : subdivisions et fossiles. — Calcaire de la Porte de France : couches à chaux hydraulique et à ciment.....	139, 140
Bassin du Drac.....	141
Vallée de l'Isère et environs de Grenoble.....	142 à 144
Département de la Drôme.....	145, 146
Étendue des dépôts <i>oxfordiens</i>	147
Étage <i>corallien</i> : calcaire de l'Échaillon, etc.....	148, 149
Étendue des dépôts jurassiques supérieurs.....	150
Matières exploitables dans les terrains jurassiques. Pierres de construction; chaux et ciments. — Gîtes métallifères..	151
TERRAINS CRÉTACÉS.....	152
Terrain <i>néocomien</i>	153
Étage néocomien inférieur; ses divers facies.....	154
Type provençal : subdivisions et fossiles.....	155 à 157
Type jurassien : subdivisions et fossiles.....	158
Type des environs de Grenoble; combinaison et enchevêtrement des assises des deux précédents.....	159, 160
Étage néocomien supérieur : calcaires à caprotines et marnes à orbitolines.....	161 à 164

	Paragraphes.
Variations de développement de cet étage.....	165 à 168
Étage <i>aptien</i> ou des marnes aptiennes.....	169 à 172
Étage du <i>gault</i> : fossiles ; phosphate de chaux.....	173, 174
Groupe de la <i>craie</i>	175
Massif de la Chartreuse : <i>craie blanche</i> d'Entremont, etc..	176, 177
Environs de Grenoble : <i>lauzes</i> et calcaires à silix.....	178
Villard-de-Lans, Vercors ; <i>craie chloritée</i> de la Fauge, etc.	179 à 181
Résumé de la constitution de la <i>craie</i> dans ces localités...	182
Massifs de la Croix-Haute et du Dévoluy.....	183, 184
Midi de la Drôme : Dieulefit, Nyons, Saou, Saint-Paul- Trois-Châteaux.....	185 à 188
Résumé général de la distribution des terrains crétacés...	189; 190
Matières exploitables : pierres de construction, chaux hy- drauliques.....	191
TERRAINS TERTIAIRES	192
Terrain <i>nummulitique</i> du Dévoluy.....	193, 194
Sables bigarrés et argiles plastiques.....	195 à 202
Dépôts <i>sidérolitiques</i> . Minerais de fer du Royans.....	203, 204
<i>Mollasse d'eau douce</i> , inférieure à la mollasse marine. — <i>Gypse</i> et traces de <i>lignite</i> du midi de la Drôme. — Age probable de ces dépôts. — Couches marines inter- calées.....	205 à 212
<i>Mollasse marine</i> . — Fossiles. — Étendue et superposition aux divers terrains précédents.....	213 à 217
Poudingues de Proveysieux et de Voreppe ; lignites de Pom- miers ; liaison avec la mollasse....	218 à 222
Matières exploitables des terrains tertiaires : lignites ; gypse ; argiles et sables réfractaires ; meulières ; pierres de construction.....	223
DESCRIPTION OROGRAPHIQUE des divers massifs de la région des chaînes secondaires.....	224
Directions des soulèvements.....	225
Massif de la Chartreuse — Jonction du Jura avec les chaî- nes secondaires des Alpes. — Failles de Voreppe et de la Grande-Chartreuse.....	226 à 228
Massifs de Lans, du Royans et du Vercors.....	229
Massifs de la Croix-Haute et du Dévoluy.....	230, 231
Bassin du Buech.....	232

Bassins de la Drôme, du Roubion, de l'Aigues et de l'Ouvèze. — Croisements de diverses directions de soulèvement : vallées elliptiques.....	233 à 236
---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------

CHAPITRE V.

Région des montagnes de grès de l'Embrunais.

Terrain <i>nummulitique</i>	237
Gîtes fossilifères de Saint-Bonnet et de Faudon. — Massif de Chaillol. — Vallée des Dracs. — Massif d'Orcières...	238 à 244
Vallée de la Durance. — Guillestre, Vars.....	245
Freyssinières et l'Argentière.....	246
Vallouise; col de l'Échauda.....	247, 248
Fossiles du terrain <i>nummulitique</i> ; conclusions sur l'âge de ce terrain.....	249 à 251
Matières exploitables : ardoises; grès; indices de houille maigre et de plombagine.....	252

CHAPITRE VI.

Région des chaînes intérieures (Briançonnais).

Opinions diverses émises jusqu'à ces derniers temps sur les terrains de cette partie des Alpes.....	253
Classification provisoire des roches. — Grès à anthracite; grès blancs ou bigarrés passant au quartzite; grès de Go- léon et des Aiguilles d'Arves.....	254
Calcaires du Briançonnais.....	255
Gypses et cargneules; leur gisement. Découverte de l'ho- rizon géognostique de l' <i>infra-lias</i> . Classification <i>triasique</i> des gypses.....	256
Schistes lustrés calcaréo-talqueux du Queyras et des vallées piémontaises.....	257
Roches éruptives.....	258
Classification géologique des terrains du Briançonnais; nouvelle carte et coupes géologiques générales de ce pays.	259
<i>Terrain houiller</i> : grès à anthracite; plantes fossiles et gîtes charbonneux.....	260, 264
Description géologique du Briançonnais. Zone occidentale ou des grès à anthracite: Puy-Saint-Pierre; vallées de la Guisane et de la Clarée.....	262, 263

Paragraphes.

Montagne du Chardonnet; la Ponsonnière; Terre-Noire...	264 à 267
Galibier; Lautaret; Goléon; Aiguilles d'Arves.....	268 à 274
Grès nummulitiques : nummulites de la Maurienne et du col de l'Échauda. Renversement des terrains.....	272 à 274
Col de Fréjus; Prorel.....	275
Névache, Mont-Thabor.....	276
Briançon, Presles, Saint-Martin, Queyrières, etc.....	277 à 279
L'Argentière.....	280
Chantelouve, Réotier.....	284
Plan de Phazy.....	282
Zones mitoyenne et orientale; lias et trias alpin. — Fossiles de Guillestre et du Mont-Genève. — Gypses et calcaires triasiques. — Schistes lustrés calcaréo-talqueux du Queyras.....	283 à 288
Massif du Mont-Viso.....	289
Serpentines et euphotides; variolites de la Durance.....	290 à 294
Matières exploitables du Briançonnais. — Mine de l'Ar- gentière et autres gîtes métallifères.....	295

CHAPITRE VII.

Résumé de la structure des Alpes dauphinoises.

Tableau de la série des terrains décrits dans les chapitres précédents.....	296
Restriction des phénomènes de <i>métamorphisme</i>	297
Ancienneté du relief alpin et des principaux traits de sa structure orographique.....	298
Directions de soulèvements, considérées seulement comme données orographiques. — Dislocations longitudinales et ruptures transversales.....	299 à 304

CHAPITRE VIII.

Plateaux tertiaires du Bas-Dauphiné..... 302

Bas-Dauphiné méridional; midi de la Drôme. Mollasse; coquilles et ossements fossiles.....	303
Bas-Dauphiné septentrional. — Liaison de la mollasse avec les poudingues. — Coquilles fossiles de la mollasse.....	304 à 306
Argiles bleues et <i>lignites</i> de la Tour-du-Pin, d'Hauteriv- ves, etc.; leur extension et leur intercalation dans le ter- rain de mollasse et des poudingues.....	307 à 316

Alternances de dépôts marins et de dépôts lacustres.....	317
Mollasse des bords du Rhône : environs de Saint-Vallier..	318
Ossements fossiles : dinotherium, mastodonte, etc.....	319
Derniers dépôts miocènes ; galets de <i>quartzite</i>	320.
Emersion et configuration primitive des plateaux.....	321
Glaises de Chambaran et des plateaux viennois.....	322 à 324

CHAPITRE IX.

*Terrains de transport postérieurs aux soulèvements
des Alpes.*

Origine des vallées alpines. — Alluvions anciennes.	325, 326
Alluvions anciennes du bassin du Drac : Corps, Pont-Haut, gorge de Cognet, Avignonet ; dépôts locaux antérieurs aux alluvions anciennes.....	327 à 332
Bassin de Grenoble.....	333
Alluvions anciennes de la vallée de l'Isère : Barraux ; en- viron de Chambéry ; <i>lignites</i> . — Ancien cours de l'Isère.	334 à 336
Alluvions anciennes de la vallée de la Durance.....	337
Creusement des vallées et dépôts d'alluvions anciennes dans les plaines subalpines.....	338
Vallée du Rhône : <i>alluvions anciennes de la Bresse</i>	339
Vallée de la Côte-Saint-André ; ancien débouché des eaux du bassin du Drac, etc.....	340, 344
Dépôts <i>erratiques</i> ou <i>glaciaires</i> . Blocs erratiques ; dépôts boueux à cailloux striés ; roches polies et striées. Terre végétale d'origine erratique.....	342 à 346
Origine des dépôts erratiques : ancienne extension des glaciers.....	347, 348
Nappe principale du glacier delphino-savoisien, s'étendant jusqu'à Lyon et dans la Bresse.....	349
<i>Lehm</i> de la vallée du Rhône ; ses enchevêtrements avec les dépôts glaciaires.....	350 à 353
Glacier de la Côte-Saint-André ; <i>moraine terminale</i>	354
Glacier de Tullins et de Saint-Gervais ; creusement de la vallée actuelle de l'Isère par ce glacier.....	355, 356
Alluvions glaciaires : terrasses de la vallée de l'Isère.....	357
Changements de cours de l'Isère.....	358
Glaciers secondaires dans les vallées latérales ; moraine de Sassenage.....	359

	Paragraphes.
Dépôts glaciaires dans le bassin de la Durance.....	360
Extension des phénomènes glaciaires; glaciers locaux du Vercors, etc.....	364
Alluvions post-glaciaires et modernes.....	362
Remaniement des boues glaciaires.....	363
Terrasses de la vallée du Rhône.....	364
Vallées de l'Isère, du Drac, de la Durance.....	365, 366
Lits de déjection d'anciens torrents.....	367 à 369
Ossements fossiles d'éléphants (<i>El. primigenius</i>).....	370
Tufs calcaires; tufs de fer et de manganèse.....	374
Tourbières; marais de Bourgoin	372
Terres végétales, considérées au point de vue de leur origine géologique.....	373

ADDITIONS ET RECTIFICATIONS.

Principaux faits acquis récemment à la géologie alpine....	374
<i>Infrà-lias</i> : Champ, près Vizille; gisement des gypses....	375
<i>Infrà-lias</i> et <i>lias</i> des environs de la Verpillière.....	376
Groupe <i>oolithique inférieur</i> : montagne de Crussol.....	377
Terrain <i>néocomien</i> : sous-étage <i>valangien</i>	378
Groupe de la <i>craie</i> : craie supérieure dans le Dévoluy; craie moyenne de Dieulefit; grès vert d'Uchaux. — Rectifica- tion au sujet du Mont-Ventoux.....	379



INDEX ALPHABÉTIQUE

DES LOCALITÉS ET DES MATIÈRES MINÉRALES.

A.

- Abrets (les) 306, 307.
Abriès, 288; col d'—, 290.
Acles (les), 295.
Adrets (les), 39.
Agneaux (m^t des), 123.
Agnel (col de l'), 289, 290.
Agnères, 193, 231.
Aiguebelle, Dr., 208.
Aiguille (m^t), 155, 166.
Aiguille du Midi de la Grave, 93, 121 à 126.
Aiguilles rouges, Sav., 97.
Aizy sur Noyarey, 143, 149, 229.
Albenc (l'), 211, 355, 357.
Albertville. Sav., 3, 97, 133, 134.
Albite cristallisée, 28.
Albon, 310.
Alefroide, 120 à 124, 248.
Aleyrac, 186, 216.
Allan, 165, 188, 209, 373.
Allemont, 32, 90, 101.
Allevard, 31, 46 à 49, 52, 54, 58, 68, 87, 97 à 99, 256, 336, 374.
Alex, 364.
Allières et Risset, 159, 161, 229.
Alp (vallon de l'), 93, 120 à 127, 258.
Alp du Lauzet (l'), 266, 267.
Alpette (l'), 173, 174, 176, 228.
Alp-Martin (col de l'), 129, 246, 282.
Ambel, Is., 328.
Ambel (m^t), Dr., 164, 229.
Amblagnieu, 17, 20.
Amblérieu. 19.
Amby (gorge d'), 17.
Amphibolite, 73, 99, 101.
Ancelle, 242, 243.
Andancette, 14, 364.
Angèle (m^t), 234, 236.
Anhydrite, 58.
Anjou, 315, 322.
Annoisin-Châtellans, 16.
Annonay, 5, 6.
Anthon, 339, 350.
Anthracite, 34 à 45; 260, 261 à 282.
Antimont (colline d'), 354.
Aoste, Is., 306.
Aouste, Dr., 156, 174, 187.
Aphanite, 73.
Arandon, 17, 372.
Arc (col. de l'), 159, 229.
Ardoises : du lias, 51.
— nummulitiques, 242, 245, 252, 272.
Aréas (Grand), m^t, 263.
Argent : mine des Chalanches, 90.
— Minerais argentifères, 88 à 95, 114, 127, 132, 137, 295.
Argentière (l'), 246, 252, 254, 260, 279, 280, 298, 300; mine de l'—, 295.
Arguille (montagne d'), 228.
Arnayon, 236.
Arpizon, 176, 177, 202, 227, 228.
Artas, 323.
Articol, 87, 101.
Arves (Aiguilles d'), 254, 271, 272.
Arzéliers, 151.
Aspres-lez-Corps, 38, 56, 80, 82, 328.
Aspres-lez-Veynes, 232.
Auberive, 339.
Aubres, 186.

Aucelon, 233.
 Auriple, 207, 213, 214, 216.
 Auris en Oisans, 40, 41, 44, 110.
 Auris en Rattier, 37, 104
 Auron (sources de l'), 354, 363.
 Aurouse (m^t), 167, 184, 231, 379.
 Autichamp, 207, 213, 214.
 Autrans, 180, 213, 214, 216, 229, 343.
 Avançon, 137.
 Avenières (les), 306, 346, 372.
 Avignonet, 330, 331, 365.
 Ayes (vallon et col des), H. A., 260, 277, 283.

B.

Balme (la), 17 à 20, 353.
 Balme de Rencurel (la), 229.
 Balms viennoises, 364.
 Balmette (la), 201.
 Bannettes (les), 227
 Baracuchet, 305, 321, 343, 345.
 Barbières, 201, 203, 206, 229.
 Barcelone, 203, 206, 212, 229.
 Barcelonette, B.-A., 3, 257.
 Bardonnèche, Piémont, 257, 286.
 Baronnies (massif des), 186, 224, 233 à 236, 373.
 Barraux, 141, 334, 341.
 Barret-le-Haut, 155.
 Barris (colline de), 339.
 Barsac (le), 145
Bassins houillers des Alpes, 34, 282, 298.
 Baternay, 311, 324.
 Bâte-Roland (la), 213, 217, 222, 339
 Bâtie-Montgascon (la), 306.
 Bauges (les), 202, 226.
 Baume-Cornillane (la), 206, 212
 Baume de Transit, 214
 Baurières, 233.
 Bayard (col de), 136, 137, 139, 343, 360.
 Beaucroissant, 340, 354.
 Beaufort, Dr., 169, 172.
 Beaufort, Is., 345, 354
 Beauregard, Dr., 206, 229.
 Beaurepaire, 340, 341, 345, 354, 363.
 Beausemblant, 318, 350.
 Beauvoisin (vall. de), 129, 246, 247.
 Beauvoir-sur-Isère, 215, 357.
 Bec-d'Orient, 229.
 Béconne, 186.
 Bellecombe, 142, 334.
 Belledonne (pic de), 39, 97, 101, 102.

Belledonne (chaîne de), 3, 27, 34, 39, 86, 87, 89 à 91; 97 à 106; 108, 109; 300.
 Bellefont (montagne), 228.
 Bellegarde, Dr., 236.
 Benivais, 138.
 Bérarde (la), 93; cirque de —, 120 à 126.
 Bertard (col de), 263.
 Bessée (la), 260, 278, 279.
 Bessins, 310.
 Bez (gorges du), 171, 183, 230.
 Bièvre (plaine de), 340, 354, 358, 363.
 Blanc (lac), Oisans, 40, 92, 110.
Blende, voy. *Zinc*.
 Bluye (montagne), 186, 191, 236.
 Bois-Barbu, 162, 163.
 Bollène, 188, 200, 209, 223, 303.
 Bonneval, Dr., 230, 233.
 Bonneval, Sav., 257.
 Bonnevaux, 321, 322, 340, 345, 346.
 Bons, 40, 41.
 Borne, 171, 230
 Bouchier (le), 279.
 Boule, 183, 230
 Bouliou, 17.
 Bourdeaux, 156, 169 à 171, 191, 234, 236.
 Bourg-en-Bresse, 339, 349, 351.
 Bourg-d'Oisans, 41, 44, 51, 110, 368, 373.
 Bourget (lac du), 226, 336, 340, 358.
 Bourgoin, 15 à 20, 25, 348.
 Bourgoin (marais de), 363, 372.
Bournonite, 88, 94, 95.
 Bousson (col de), 286, 292.
 Bouvante, 229.
 Bouvesse, 17.
 Bouvières, 168.
 Bovines (chalet), 176.
 Brandes, mines, 92.
 Brangués, 15 à 17.
 Bresse, 21, 325, 339, 343, 348 à 353.
 Bresson, 333
 Bretière (la), 181.
 Briançon, 3, 253, 255, 260, 261, 277, 287, 368.
 Briançonnais, 3, 253 à 295, 344, 373, 374, 375.
 Brié, 57, 333.
 Brion, 310.
 Brouffier, 89, 96, 104.
 Buech (bassin du), 144, 155, 159, 189, 224, 230, 232, 234, 373.
 Buffer (col de), 263, 269.
 Buis (le), 134, 138, 151, 156, 168, 170, 186.

Buisse (la), 149, 158, 226, 340, 371.
 Buisserate (la), 159.
 Buissière (la), 334.
 Bure (pic de), 184, 231.

C.

Cabre (col de), 145, 168, 234.
 Cachenuis, 19.
 Calcaires saccharoïdes, 32, 101, 111 à 113, 128.
 — modifiés, 63, 70, 79, 82, 115 à 117, 125, 228.
 Campalou, montagne, 229.
 Cargneules, 53, 59, 107, 256, 274.
 Carisieu, 17.
 Casset (le), 123, 247, 248.
 Ceillac, 257, 286, 287, 290.
 Cenis (mont), 257, 286, 287, 373.
 Cervières, 257, 283, 290, 292.
 Cèuse, montagne, 137.
 Cézanne, 257, 285, 292, 294.
 Chaberton, 285, 294.
 Chabeuil, 201, 205, 206.
 Chaffal (le), 164, 165, 172, 174, 182, 229.
 Chaille (cluse de), 1, 148, 150, 158, 159, 203, 226, 227, 301, 305.
 Chaillol (massif de), 240 à 242, 343, 360.
 Chaillol-le-Vieil (pic de), 128, 129.
 Chaines centrales (région des), 3, 26, 96 à 132.
 — intérieures (région des), 3, 133, 253 à 295.
 — secondaires (région des), 3, 133, 134, 224 à 236.
 Chalais, 143; 149, 150, 159, 227, 343.
 Chalanches (montagne et mine des), 39, 90, 101, 102.
 Chalançon, 156.
 Chalp (la) en Queyras, 290.
 Chamagnieu, 13, 17, 20, 22, 376.
 Chamaret, 303.
 Chambaran, 317, 320 à 324, 340, 345, 346, 354, 355, 373.
 Chambéry, 17, 25, 139, 147, 148, 150, 154, 158, 159, 205, 216, 224, 226, 335, 336, 340, 341, 346, 348, 359, 358, 365.
 Chambon (le), Oisans, 42.
 Chamechaude, 143, 228.
 Champ, 54, 58 à 67, 79, 81, 256, 375.
 Champagnier, 333, 336.
 Champcella, 246, 281.
 Champier, 322, 323, 345.
 Champsaur, 3, 56, 110, 128, 136, 194, 237, 249, 327.
 Champoléon, 54, 80, 93, 95, 129 à 132, 237, 240 à 242, 246.
 Chanaz, Savoie, 142.
 Chandieu, 315, 321.
 Chanousse, 236.
 Chanrousse, 96, 97, 102.
 Chantemerle, H.-A., 274.
 Chantemerle, Dr., 208, 303.
 Chantelouve, Is, 104.
 Chantelouve, H.-A., 281.
 Chantesse, 211.
 Chapareillan, 142, 143, 228, 334, 336, 343.
 Chapelle (la) de la Tour, 307 à 309.
 Chapelle (la) en Vercors, 181, 182, 229, 373.
 Chaponnay, 315.
 Charce (la), 156, 157, 168, 169, 235, 236.
 Chardonnet (montagne et col du), 121, 123, 253, 258, 260, 263 à 266, 269, 272, 295, 344.
 Charette, 17.
 Charmant-Som, 176, 177, 203, 228.
 Charmette (col de la), 177, 202, 216, 218, 227, 343.
 Charnier (G^d et P^r), pics, 72, 97 à 99.
 Chartreuse (Grande), 143, 159, 176, 227, 228, 343.
 Chartreuse (massif de la), 3, 153, 159 à 161, 164, 165, 174, 176, 182, 189, 216, 219, 224, 226 à 228, 343, 373, 379.
 Chartreuse, 228.
 Chasse, 364.
 Chat (Mont-du-), 140, 148, 150, 158, 226.
 Châteaubourg, 5.
 Châteaudouble, 206.
 Châteauneuf de Chabre, 155, 236.
 — d'Isère, 215, 223.
 — de Mazenc, 185, 217.
 — du Rhône, 165, 168.
 Châteauroux, 245, 252, 368.
 Châteaueux, 184.
 Châtel (mont), 141, 184, 328.
 Châtelard de Berland, 176, 182, 227.
 Châtelard de Champoléon, 129, 130.
 Châtillon le Désert, 171, 193, 230.
 Châtillon en Diois, 151, 155, 156, 166, 171.
 Châtillon en Dombes (Ain), 349, 351.
 Chaumont (Piémont), 287.
 Chau (la), 230, 236.
 Chauvac, 236.

Chaux hydraulique, 57, 139, 143, 151, 153, 156, 178, 182, 191.
 Chazelet (le), 93.
 Chevallon (le), 144, 159, 227, 368.
 Chevrette (la), filon, 87, 264.
 Chichiliane, 153, 166, 191.
 Chimilin, 306
 Chirac (pic de), 118, 129.
 Chirens, 305.
Chlorite, 31, 33.
 Chorges, 245, 368.
 Chozeau, 17.
Ciments hydrauliques, 57, 139, 141 à 143, 151, 159.
 Cirin, 17.
 Claix, 159, 161, 229.
 Clansayes, 170, 174, 188, 208, 214, 303, 373.
 Clavans, 42, 108
 Clef (pas de la), 229.
 Clelles, 141, 330, 343.
 Cléon d'Andran, 364.
 Clot-Chevalier, 39, 102.
 Clos (le Grand-), mines, 93.
 Clouzis (Pointe de), 247.
 Cluse (la) en Dévoluy, 167, 169, 171, 184, 193, 194.
 Cluse (la) et Paquier, 330.
Cluses des Alpes, 301.
 Cluy (col de), 40.
Cobalt (mirerai de), 90, 93.
 Coche (col de la), 87, 97 à 101.
 Cochette (mine de la), Grandex-Rouses, 92, 107.
 Cochette (pas de la), Chartreuse, 228.
 Cognet, 54 à 56, 70, 79, 141, 323, 330.
 Cognin, 159, 229, 387.
 Collet (le), Allevard, 48, 98, 99.
 Collet de Mens (le), 139, 141.
 Combarino (mines de), 261, 262.
 Comboire, Seyssins, 139, 143, 159.
 Combovin, 206, 229.
 Combe-Gillarde, Oisans, 41.
 Commelle, 322, 340.
 Communay, 8, 9, 22, 34, 323.
 Comps, 169, 185
 Condorcet, 138, 146, 151, 236.
 Condrieu, 12.
 Corbel, Savoie, 176, 177, 216, 218, 227, 228.
 Corde, Chartreuse, 176, 177, 227.
 Cordéac, 141, 328.
 Cordon, 339, 372
 Corenc, 139, 142, 228, 377.
 Corençon, 164.
 Cornas, 5.
 Corneston, 179.

Cornillon, près Fontanil, 159, 227.
 Cornillac, 145, 157, 236.
 Corps, 55, 56, 57, 133, 136, 137, 184, 328, 343.
 Cossey, 143, 159.
 Côte-Saint-André (la), 322, 340, 341, 354, 356, 358, 363.
 Cottaves (les) 159, 176.
 Couard (col de), 92, 107.
 Cour, 345
 Couspau, 156, 234, 236.
 Couz (montagne et vallée de), 148, 158, 182, 226.
 Cras, 355, 356.
 Crau (Plaine de la), 325.
 Crémieu, 15, 17, 18, 22, 339, 348.
 Crépol, 319, 324.
 Creure, 318.
 Crevouls, 237, 245.
 Creyers, 183, 230
 Creys, 17, 20.
 Criel (tunnel de), 340.
 Croix (col de la), Queyras, 290.
 Croix-Haute, col, 160, 166, 183, 229, 230.
 Croix-Haute (massif de la), 165, 171, 183, 224, 230, 234, 343, 361, 379.
 Croix de la Pigne, 328.
 Crolles, 139.
 Crossey (cluse du), 158, 159, 301.
 Crottes (les), H.-A., 368.
 Cruas, Ardèche, 191.
 Crupies, 168.
 Crussol, 5, 23, 24, 25, 135, 139 à 141, 320, 350, 377.
 Cucheron (col du), 343.
Cuivre gris, 88 à 95, 114, 127, 132, 137, 295.
Cuivre pyriteux, 84, 88 à 95, 114 à 118, 127, 264, 295.
Cuivre pyriteux panaché, 84, 93, 95, 116, 130, 132.
 Curière, 159, 227.
 Curnier, 146.

D.

Dauphin (le), 93 119.
 Dent de Crolles, 164, 176, 228
 Dent de Moirans, 162, 229, 343.
 Désert (le), la Morte, 105.
 Désert (le), Valjouffrey, 110 à 112, 121.
 Déserts (les) d'Entremont, 176.
 Désertes col des, 286, 294.
 Devez (colline du), 199, 213.

Dévoluy, 3, 163, 167, 171, 183, 184, 189, 193, 194, 212, 216, 224, 231, 300, 343, 361, 379.
Diabase, 73, 90, 101.
 Die, 139, 145, 224, 230, 234, 236.
 Dieu-Grâce (montagne), 185, 186, 233.
 Dieulefit, 168, 169, 185, 186, 189, 191, 197, 204, 205, 223, 233 à 236, 373, 379.
 Digne, Busses-Alpes, 110, 236.
 Dionay, 310, 313.
Diorites, 31, 73, 101, 103, 105.
Directions de soulèvement, 225 à 234, 299 à 301.
 Divajeu, 207.
 Dizimieu, 17.
Dolomie, 53, 59, 107, 149, 166, 255, 256.
 Dolomieu, 307, 309.
 Domène, 108, 368.
 Domenon (lac), 102.
 Donzère, 2, 208, 364; Robinet de —, 165.
 Dormillouze, 246, 282.
 Douévas, 318.
 Draye (Grande-), mine d'anthracite, 35.
 Drôme (bassin de la), 143, 155, 224, 230, 233 à 236.
 Durance (vallée de la), 137, 237, 245, 277 à 282, 301, 337, 360, 366.
 Durhon, 167.

E.

Echaillon (l') sur Isère, 148, 149, 158, 191, 229, 340.
 Echaillon (l'), près Vif, 141, 143, 229.
 Echaillon (l'), Valgaudemar, 115.
 Echaillon (l'), Maarienne, 257.
 Echauda (vallon et col de l'), 123, 248, 251, 272, 274.
 Echelle (col de l'), 283.
 Echelle (pas de l'), 182, 182.
 Echelles (les), Savoie, 1, 148, 158, 176, 182, 202, 217, 305, 348, 356.
 Echevis, 159, 203, 229.
 Echirolles, 333.
 Egaux (les), Corbel, Savoie, 218.
 Embrun, 133, 137, 237, 245, 337, 360.
 Embrunais, 3, 237, 245, 368.
 Enchâtre (l'), 139.
 Enclus (l'), Névolny, 193.
 Encombres (montagne des), Savoie, 255, 259, 268 à 272, 374.

Engins, 178, 183, 218, 359.
 Entraigues, Is, 37, 42, 89, 111.
 Entraigues, H.-A., 122 à 124.
 Entre-deux-Guiers, 227.
 Entremont (vallée d'), 176, 182, 228, 343, 379.
 Entremont (château d'), 176, 228.
 Entremont-le-Vieux, 174, 176, 216, 228.
 Envers (les), Allevard, 48, 87.
 Eparres (vallon des), 176.
 Epernay, voy. Entremont-le-Vieux.
 Epine (montagne de l'), 148, 150, 158.
 Epine (l'), H.-A., 236.
 Ermitage (l'), Tain, 14, 364.
 Espeluche, 156.
 Establet, 156, 157, 235, 236.
 Essart-Rocher, 176, 177, 227, 228.
 Etages (les), Oisans, 121.
 Etoile, 364.
 Eurre, 318.
 Eybens, 333, 336, 340, 358, 365.
 Eydoche, 340.
 Eygaliers, 186.
 Eyzahut, 185.

F.

Failles, 18, 19, 20, 23, 102 à 105, 108, 119, 125, 130 à 132, 141, 162, 228, 264, 267, 269, 276, 279, 281, 282, etc.
Faille de la Grande-Chartreuse, 211, 216, 228, 229.
Faille de Voreppe, 228, 229.
 Faramans, 345, 354.
 Farand (m^t), 231.
 Fat (le), 163, 229.
 Faudon (m^t), 243, 249 à 251.
 Fauge (la), 174, 179, 182, 229.
 Fauries (les), 310.
 Fay d'Albon, 310, 318.
 Fayolle (la), 89, 104.
Feldspath des granites, 28 à 30; — albite, 28; — des diorites, 73; — des euphotides, 105, 201.
 Félines, 236.
 Ferrand (m^t Grand-), 231.
Fer (minerais de), 17, 25, 86 à 89, 151, 203, 264, 295, 322, 371, 376.
 Ferrière (la) d'Allevard, 47, 69, 96 à 99.
 Feyzin, 339, 350, 352.
Filons métallifères, voy. *Giles*, id.
 Flachère (la), 334.

Fontaine, ls., 162, 174, 176, 178, 191.
 Fontaine ardente, 139, 141.
 Fontanil (*Calcaire* du), 183, 189, 189, 191, 227, 344, 378.
 Fontdeurle, 164.
 Fort-les-Coquilles, 207, 213, 214.
 Forteresse (la), 322, 335.
 Fourvoirie, 220, 227.
 Frassette (la), 176.
 Fraysse (le), 208.
 Freaux (les), 53, 125, 126.
 Fréjus (vallon et col de), 258, 274, 275.
 Frêne (col du), 228, 343.
 Frêne (pic du), 97.
 Freney (le), 40, 42.
 Freyssinières, 245, 246, 281.
 Froges, 336.
 Fromage (col du), 286.
 Frontonas, 17.
 Freu (le), 227.
 Fuly (la), 315, 320.

G.

Galbert (Grand-), 89, 97, 104.
 Galène, voy. *Plomb sulfuré*.
 Galibier, 235, 268 à 272, 287.
 Gap, 3, 137, 139, 140, 232, 343, 360, 373.
 Garcins (les), Dévoluy, 193.
 Garde (la), Oisans, 371.
 Garde-Adhémar (la), 208.
 Gardette (la), Oisans, 54, 91, 109.
 Gargas, montagne, 111.
 Gaspardoux, Clansayes, 174.
 Géodes de Meylan, 142, 145.
 Genas, 330.
 Genivelle (mine de la), 87.
 Geysans, 324.
 Ginieux, 177, 227.
 Givors, 6, 8, 9, 12.
 Gioubernez (val de), 73.
 Gîtes métallifères, 10, 17, 25, 85 à 94, 114 à 118, 127, 132, 137, 151, 203, 264, 295, 371, 376.
 Glandage, 166, 169, 171, 183, 230.
 Glandaz, montagne, 230.
 Glandon (vallée du), Savoie, 98, 99.
 Glézin, 97, 100.
 Gneiss, 30, 31; — amphiboliques, 101, 102, 114.
 Goléon, 254, 271, 272.
 Goncelin, 368.
 Gondran (vallée de), 291 à 293.

Goulets (route des), 159, 161, 173, 174, 181, 229.
 Gragnolet, 70, 111.
 Graisivaudan (vallée de), 142, 228, 300, 334, 336, 341, 361, 373.
 Grand-Clos (mines du), 93.
 Grande-Maison, vallée de l'Olle, 102, 107.
 Grand-Som, voy. Som (Grand-).
 Grange-Rouge, 208, 209, 212.
 Granier (m^t), 142, 159, 161, 176, 226.
 Granites, 5 à 14, 28, 29, 72, 90, 100, 109, 121 à 127, 129 à 132.
 Granon, 277; col de —, 263.
 Graphite, 121, 252, 265, 274.
 Grave (la), 3, 51 à 54, 93, 119, 125, 126, 253, 271, 371.
 Grenay, 333.
 Grenoble, 3, 134, 135, 139, 142, 143, 147, 151, 159, 160, 161, 178, 182; 228, 319, 333, 340, 343 à 345, 348, 356, 358, 365, 368.
 Grès à anthracite (t. houiller), 26, 34 à 45, 102, 111, 121; 253 à 282.
 Grès d'Alleverd (trias), 26, 46 à 49.
 Grès et quartzites du trias, 254 à 283.
 Grès du lias, 53, 55, 129.
 Grès verts: aptiens, 169 à 172, du gault, 173, 174; de la craie inférieure, 179 à 182; de la craie moyenne, 185, 379.
 Grès nummulitiques, 193, 194; chap. V; 254, 271 à 274; id. *mouchelès*, 238 à 242.
 Gresse (vallée de la), 139, 141, 143, 155.
 Grésy-sur-Isère, 142.
 Grignan, 205, 208, 303, 373.
 Grimone, 144, 174, 183, 230.
 Grive (la), 17, 349.
 Gua (le), Oisans, 41, 42.
 Guiers-Mort (gorge du), 159, 162, 176, 227, 228, 301, 343.
 Guiers-Vif (gorge du), 159, 164, 176, 227, 228.
 Guillestre, 245, 246, 255, 283, 284, 287, 295.
 Guisane (vallée de la), 260, 263, 271, 373.
 Gypse, 58 à 70, 107, 111, 121, 137, 138; 256, 270, 274 à 277, 281 à 283, 286 à 288, 295, 374, 375.
 Gypse dans la mollasse d'eau douce, 20^t, 208, 210, 212.

H.

- Haut-du-Seuil, 162, 164, 173, 174, 176, 203, 228.
 Hauterives, 215, 304, 310 à 314, 324.
 Herbeys, 333.
 Herpie (l'), mines, 92.
 Heyrieu, 315, 339, 364.]
 Hières, 17, 19, 353.
 Homme (montagne de l'), mines, 93.
 Hostun, 201, 203, 206.
 Houville, 6, 9, 11, 13; — triasique, 47; — nummulitique, 238.
 Huez, 40, 52, 92, 107, 371.

I.

- Ile d'Abeau, 15.
 Infernet (galerie de l'), 40, 41.
 Infernet (filons de l'), 89, 97.
Infrà-lias, 256, 285, 375, 376.
 Iseran (col), 257.
 Isère (changements de cours de l'), 336 à 341, 355 à 358, 365.
 Izeron, 357.

J.

- Janneyriat, 350, 352.
 Jardin, 322, 345, 350.
 Jarrie, 333.
 Jarroux, montagne et filon, 118
 Jonage, 339, 350, 364.
 Jussom, 227.

K.

Kaolin, 14, 318.

L.

- Laffrey, 39, 55 à 57, 94, 104, 105.
 Lagnieu, 15, 20, 339, 351, 353.
 Lagrand, 151, 236.
 Lambres, 207.
 Lance (montagne de la), Dr., 156, 234, 236.
 Lance (la Grande-), d'Allemont, 97.
 — de Domène, 97, 102.
 Lancey, 368.
 Lancin, 17.

- Langon (château dr), 319
 Lans, 178, 180, 211, 216, 218, 229, 343, 359.
 Lans (massif de), 3, 153, 159 à 161, 164, 174, 189, 216, 224, 229, 361, 379.
 Laragne, 155, 189, 232, 235.
 Larix (le), 311.
 Larinet (pic de), 97, 104.
 Larnage, 14.
 Lautaret (col du), 52, 53, 93, 122, 133, 270, 271, 273, 371, 373.
 Lauvitel (lac), 109, 110.
 Laval, Is., 39, 47, 87, 102.
 Laval, Dr., 229, 370.
 Lazer (le), 137, 151.
Lehm ou *læss*, 349 à 353, 370
 Leisse (col de la), 110.
 Léliaz (col de), 216, 218, 343.
 Lens, Dr., 156.
 Lente, 164, 229.
 Léoncel, 172, 182, 229.
 Lesdiguières, 328.
 Leyssin, 306.
 Lhuis, 15, 17.
Lignite crét. 191; numm. 193; éoc. 198, 199, 201; mioc. inf., 208, 212; mioc. sup. 219, 307 à 316; all. anc., 334, 335.
 Linage, 211.
 Livet, 104.
 Longet (col), 282, 288, 290.
 Loriol, 2, 156, 191, 364.
 Loup (col du), 118.
 Luc, 139, 145, 233.
 Lure (montagne de), 236, 361.
 Luzinay, 323.
 Lyon, 5, 21, 22, 318 à 320, 324, 339, 343, 349 à 353, 361, 364.

M.

- Madeleine (la), Lautaret, 267, 270.
 Maison du Roi, 283, 284, 287.
 Malamille, 228.
 Malaval (combe de), 93, 119 à 126.
 Maleval, Cognin, 229.
 Malintra (col de), 114.
 Malossane, 182, 202, 214.
 Manas, 216, 339.
Manganèse, dans les fers spathiques, 86; tufs de —, 371.
Marbres saccharoïdes, 32, 101, 111 à 113; — du lias, 57, 116, 117, 284; — coralliens, 149; — spilites, 84; — serpentines, 103, 150; 290 à 294.

- Marcieu, 330.
 Marcilloles, 340, 354.
 Marennès, 315.
 Marsanne, Dr., 191, 234.
 Maupertuis, Quaix, 211, 218, 228.
 Maurienne, 3, 96, 133, 248, 251, 253
 à 257, 260, 373, 374, 375.
 Maurin, B.-A., 257, 288, 290.
 Mayres, 330.
 Méandre, 190, 211, 216, 229, 343.
 Néandret, 163, 174, 180, 182.
 Meissières, 345.
 Mence (montagne de), 139, 360
 Mendette (la), Galibier, 270, 271.
 Menée, 166; col de —, 155, 166, 229,
 230.
 Menglon, 151.
 Mens, 139, 141, 151, 184, 330, 343.
 Mensac, 171.
 Mépieu, 17.
Mercure sulfuré, 90, 94.
 Merdaret (col de), 47, 98.
 Mérindol, 303.
 Merlas, 221, 305.
 Mésage, 87, 89, 104.
Meulières, 196, 197, 208, 223.
 Mévouillon, 233, 236.
 Meximieux, 339.
 Meylan, 139, 142.
 Meyzieu, 22, 350, 351.
 Mialandre, 185, 234.
Mica des granites alpins, 28
Micaschistes, 31.
Mine douce, min. de fer, 86.
Minerais métalliques, voy. Gites
 métallifères; — dans les spilites, 84.
Minéraux cristallisés dans les gra-
nites de l'Oisans, 72.
 Miribel, Coartreuse, 148, 213, 214,
 216, 226, 305.
 Mirmande, 156.
Miroirs de filons, la Gardette, 91.
 Mizoën, 42, 108.
 Modane, 253, 257, 260, 286 à 288.
 Moirans, 1, 340, 341, 356, 370.
 Molières (combe des), 176, 177, 216,
 218, 227.
 Molines, Champsaur, 32, 113, 128
 Molines, Queyras, 290.
 Mollans, 1, 186, 213, 216, 234, 303.
Molybdène sulfuré, 93.
 Mondragon (Vaucluse), 191.
 Monestier-Allemont, 232, 337.
 Monestier-d'Ambel, 184, 193.
 Monestier-de-Briançon, 120, 123, 124,
 248, 253, 255, 260, 263, 269, 371.
 Mont-de-Lans, 40 à 44; 52, 54, 96,
 123, 371.
 Mont-d'Or lyonnais, 21, 22, 320, 350.
 Mont-Saint-Martin, 159, 227.
 Montagnolle (la), 274.
 Montallieu, 17, 18, 20.
 Montauban, 233, 235, 236.
 Montaud, 182, 202, 213, 214, 216,
 229, 343.
 Montaulieu, 138, 146, 256
 Montayer, montagne, 229.
 Montbonnot, 142.
 Montbrison, Dr., 234.
 Montbrun, 189, 205, 210, 212, 216,
 233.
 Montceau, 307 à 309
 Montchaboud, 50, 65.
 Montclus, 155, 236.
 Montdauphin, 3, 284, 337.
 Montélimar, 2, 153, 156, 165, 188,
 191, 205, 207, 208, 217, 364.
 Monteynard, 330, 365.
 Montfleury, 142, 143, 368
 Mont-Genève, 3, 258, 283, 283 à
 294.
 Montjay, 236.
 Montjean, Vizille, 89, 102.
 Montjoux, 185, 186, 235.
 Montjoyer, 208.
 Montmaur, 167, 193, 194, 230, 360
 Montmayen, Pinsot, 98.
 Montmélian, 365.
 Montmeyran, 206, 310.
 Montmirail, 310, 313.
 Montmorin, 236.
 Montricher, Savoie, 272, 373, 374
 Montrigaud, 319.
 Montrond, 137, 236.
 Montségur, 214.
 Moras, ls., 16, 17.
 Moras, Dr., 310.
 Morestel, 15 à 18, 339, 348, 372.
 Morette, 345, 355.
 Morsonna, montagne, 345, 355.
 Mort (lac), 39, 55, 87, 104.
 Morte (la), 70, 89, 105
 Motte (la) d'Aveillans, 34, 35, 39.
 Motte-Chalancón (la), 139, 145, 155
 à 157, 168, 234, 236.
 Motte (la) en Champsaur, 128
 Motte-Saint-Martin (la) et la Motte-
 les-Bains, 55, 87, 94, 104, 330.
 Motte-Servolex (la), Sav., 335.
 Moucherolle (la), 164, 166, 229, 359.
 Moucherotte, montagne, 229.
 Moulin-Vieux, 105.
 Mourrefred, montagne, 244.
 Moutiers, Sav., 97.
 Mure (la), 3, 54 à 36, 55, 104, 109,
 133, 136, 137, 329, 343.

Murinais, 317.
Musan, montagne, 203.
Muzelle (col de la), 110 à 112.

N.

Nantison, près la Mure, 53.
Narbonne, près Grenoble, 159.
Naves, montagne, 229.
Navette, 51, 54, 114, 115.
Néron (Casque de), montagne, 143, 159, 177, 216, 218, 228.
Névache, 254, 257, 260, 263, 264, 276, 283, 287, 344, 368.
Nickel (minerais de), 89, 90, 94.
Nonières, 166.
Notre-Dame du Laus, 137.
— de Mésage, 65.
— de Montceau, 156, 191.
— de Montchamp, 165.
— des Neiges, 262, 275, 287.
— de l'Osier, voy. l'Osier.
Noyarey, 143, 144, 149, 150, 159, 162.
Noyer (col du), 184, 231.
Nyons, 1, 2, 134, 135, 138, 155, 168, 169, 186, 189, 199, 213, 214, 216, 222, 223, 234, 236, 303; — *gypse* des environs, 138, 256, 375

O.

Obiou (m^t), 184, 193, 231, 528.
OEillette (roche de l'), 162, 227.
Oisans, 3, 28, 31, 40 à 45, 51 à 54, 57, 96, 109, 110, 297, 298, 300, 344, 371, 373.
Olivots (les), 163, 180.
Olle (vallée de l'), 87, 99, 101, 102, 107, 109.
Omlèze, 229.
Optevoz, 17.
Or, mines et indices, 91, 92, 94, 95.
Orcières, H.-A., 237, 244, 252.
Oriol en Royans, 201, 203.
Ornacieux, 354.
Ornon, 110, 371; col d'—, 54, 80.
Orpierre, 137, 139, 151, 232, 236.
Orres (les), 137, 245, 252, 373.
Orsière (l') en Chartreuse, 159, 227.
Orsières (cascade des), 102.
Osier (N.-D. de l'), 310, 345, 355 à 357.
Oulles, 89, 110.
Oullière (col de l'), 105.

Oulx, Piémont, 257, 286, 287.
Ourche, 206, 229.
Oursine (montagne de l'), 121, 126.
Ourtière (col de l'), 111.
Oytier, 315.

P.

Pajay, 354.
Paladru (lac de), 340.
Palon, 281.
Panissage, 307.
Panossas, 17.
Paris (près de), 119.
Pariset, 178.
Pas de l'Ane, 229.
— de Lauzun, 174, 187.
— de la Miséricorde, 229.
Passins, 17.
Pante Ja), 54.
Péas (col de), 286, 290.
Pègue (le), 214, 303.
Pellafol, 141.
Pelonne, 236.
Pelvoux (Grand), 121 à 124, 126, 248.
Pelvoux (massif du), 3, 27 à 29, 72, 85, 93, 100, 110, 119 à 127.
Penet (chaîno de), 1, 206, 229.
Pennes, Dr., 233.
Percy (le), 141.
Perty (col de), 234.
Petichet, 39.
Peuil de Clair (le), 161.
Peychagnard, 34, 35, 55, 57.
Peyrus, 206, 229.
Phosphate de chaux, dans le gault, 173.
Piarre (la), 151.
Pierres lithographiques, 17, 143.
Pierrebrune, 211.
Pierrelatte, 165, 168, 170.
Pilat (m^t), 8 à 13, 22.
Piles (les), Dr., 146, 155, 186.
Pindé (pic de), 97.
Pinés (pic de la), 117, 228.
Pinsot, 49, 98.
Pique-Pierre, 159, 191.
Pisse (col de la), 121.
Placette (la) 182, 227.
Plaisians, 186, 191.
Plan de Baix, 172, 182, 229.
Plan de Phazy, 245, 258, 281, 282, 287, 371.
Plan-Pinet, 283, 295.
Plantes fossiles des grès à anthracite, 34, 260.

Plateau central de la France, 8.
Platine (indices de), 95.
Plâtre (pierre à), voy. *Gypse*.
Plomb sulfuré, 10. 88 à 95, 114, 117, 118, 130, 132, 151, 295.
 Poët (montagne du), 185, 186, 233.
 Pontière (la), Entremont, 174, 176.
 Poizat, 333.
 Poliénas, 158, 211, 355 à 357.
 Pomerol, 156, 236.
 Pommiers, 219, 222, 223, 227, 305, 319.
 Ponçons (les), Hauterives, 311.
 Ponsas, 14, 318
 Ponsoinière (vallon et col de la), 260, 264 à 266, 268, 269, 274
 Pont-d'Ain, 351.
 Pont-de-Barret, 156, 236
 Pont-de-Beauvoisin, 1, 2, 15, 148, 158, 203, 305
 Pont-Bernard, 56.
 Pont-de-Claix, 143, 333.
 Pont-du-Fossé, 56, 136, 241, 242, 252, 327.
 Pont-Haut, 329.
 Pont-au-Jas, 213.
 Pont-du-Loup, 56, 82.
 Pont-en-Royans, 201, 229.
 Pont-Saint-Bruno, 159, 227
 Pont-du-Sautel, 328.
 Pontaix, 145.
Porphyre dioritique, 258, 265.
 Porte (col de), 143, 159, 176, 228, 343.
 Porte-de-France, Grenoble, 135, 139, 143.
 Porte-Romaine, Oisans, 40 à 42.
 Postierle (la), 184.
 Poype (la), 10, 11, 339.
 Pra (la), Domène, 102.
 Pracioc (col de), 111.
 Pradelles, 233, 235.
 Praderbon, 155.
 Pralanfrey, 159.
 Prapeyret, 164, 229, 230.
 Prémol, 39, 87, 102.
 Prés (les), Rencurel, 173, 174.
 Pres'es, H.-A., 258, 277, 278, 368.
 Presles-en-Royans, Is., 229.
 Privas, 24, 25, 139, 140, 142, 147.
 Propiac, 138, 151, 236.
 Prorol (pic de), 262, 275, 287.
Prologine, 28 à 30.
 Proveysieux, 164, 177, 202, 211, 216, 218, 219.
 Prunières, 55, 94.
 Puzignan, 350.
 Puygiron, 213, 339.

Puy-Saint-André, 258, 277.
 Puy-Saint-Pierre, 262, 277.
 Puy-Vachier, 123

Q.

Quaix, 159, 211, 214, 216, 218, 223, 228.
 Quaix (Aiguille de), 211, 218, 228.
Quartz des granites, 28; du filon de la Gardette, 91.
Quartzite, 254 à 286; galets de—, 320.
 Quatre-Montagnes (les), 229.
 Quet en Beaumont, 328.
 Queyras (vallée du), 3, 257, 258, 286, 288 à 299, 295, 373, 374
 Queyras (Château-), 258, 283, 286, 289
 Queyrelin, 264.
 Queyrières, 278.
 Quincieux, 322.

R.

Rac, 165, 188, 208, 209.
 Rachais (mont), 143, 228.
 Rachat (mont), Oisans, 54, 121.
 Rages (col des), 162, 163, 229.
 Ravix (les), 163, 172 à 174, 180, 182.
 Raya (chaîne de), 1, 165, 172, 206, 229.
 Raz (montagne de), 148, 158, 162, 216, 226, 227, 229, 305, 313.
 Réaucoule, 165, 183.
 Réaumont, 340.
 Réauville, 205, 208, 212, 223
 Reilhanette, 210, 233.
Rejets des chaînes, 301.
 Remeyre, 173, 174.
 Remollon, 137.
 Rémuzat, 138, 139, 145, 146, 155, 156, 234, 236.
 Rencurel, 162, 163, 173, 174, 182, 213, 214, 216, 229, 319, 343.
 Réotier, 245, 246, 252, 281.
 Répara (la), 207.
 Revel-sur-Domène, 39.
 Reventin, 339, 340.
 Ribeyret, 236.
 Ribiers, 236.
 Rif du Sap, 114, 117, 128.
 Riftord, 93, 119.
 Rimet (le), 163, 172 à 174, 182.

Rioufroid, 167, 171, 183, 230.
 Rive-de-Gier, 6, 9.
 Rives, 336, 340, 341, 354.
Rives, var. de fer spathique, 87.
 Rivière (la), 229, 355, 356.
 Rivier d'Allemont (le), 102.
 Robert (lac), 102, 103.
 Roche (la), H.-A., 281.
 Roche-des-Arnauds, 184, 360.
 Roche-sur-Grâne, 207, 213.
 Roche-Saint-Secret, 186.
 Roches-de-Condrieu (les), 8, 10, 14, 350, 364.
 Rochebrune, Is., 201.
 Rochechinard, 203.
 Rochecourbe. montagne, 233.
 Rochefort, 223.
 Rocher-Blanc, 55.
 Rochette (la), Dr., 206
 Rochette (la), H.-A., 137.
 Rochette (la), Savoie, 54.
 Rochilles (col des), 263.
 Roissard, 151.
 Romanche (gorge de la), 40 à 42, 101, 104, 106 à 109, 119 à 126.
 Romans, 357.
 Romeyer, 139.
 Rose (le), 167, 169, 171, 183.
 Rottier, 156, 236.
 Roubion (bassin du), 224, 233 à 236.
 Roue (col de la), 283, 286, 288.
 Roussas, 165, 170, 188.
 Rousses (chaîne des Grandes), 3, 27, 34, 40, 42, 53, 92, 107 à 109.
 Roussel en Vercors, 164, 181, 229.
 Roussel, H.-A., 137.
 Roussillon, 340, 350.
 Rovon, 345, 355 à 357.
 Royans, 3, 153, 159, 160, 164, 165, 172 à 174, 189, 191, 201, 203, 224, 229, 343.
 Roybon, 317, 320, 321.
 Roynac, 207.
 Rozans, 169, 170, 191, 235, 236.
 Ruchère (la), 174, 176, 177, 227, 228.
 Ruy, 309.

S.

Sables (les), Oisans, 97.
Sables réfractaires, 195 à 202, 223.
 Sahlon (le), 306.
 Sahune, 234.
 Saillans, 145, 236.
 Saillant (le), 139, 141.
 Saint-Agnan, 181, 182, 189, 229, 361.

Sainte-Agnès, 39.
 Saint-Alban, 15, 319.
 Saint-André-le-Gaz, 307, 309.
 Saint-André-en-Royans, 213 à 215.
 Saint-Ange, 229.
 Saint-Antoine, 310, 313.
 Saint-Aupre, 221, 305, 321, 340.
 Saint-Barthélemy-du-Gua, 139, 141.
 Saint-Barthélemy-de-Séchilienne, 39, 104, 105.
 saint-Barthélemy-de-Vals, 318.
 Saint-Benoit, Dr., 233.
 Saint-Bernard-du-Touvet, 162, 228.
 Saint-Bonnet, 3, 128, 159, 184, 237 à 239, 249 à 251, 252, 327.
 Saint-Chaffrey, 274, 277, 368.
 Saint-Chef, 16, 372.
 Saint-Christophe-des-Echelles, Sav., 202.
 Saint-Christophe-d'Entre-deux-Guiers, 189, 227.
 Saint-Christophe-en-Oisans, 28, 93, 120 à 122.
 Saint-Clément, 245.
 Saint-Crépin, 284.
 Saint-Didier-d'Aoste, 306.
 Saint-Didier-en-Dévoluy, 193, 194.
 Saint-Didier-de-la-Tour, 307, 309.
 Saint-Dizier, Dr., 169, 236.
 Saint-Donat, 310, 311, 319.
 Saint-Egrève, 159, 161, 174, 176 à 178, 216, 218, 227, 368.
 Saint-Etienne-en-Dévoluy, 184, 193, 194, 231.
 Saint-Etienne-en-Forez (Loire), 5, 6, 8.
 Saint-Etienne-de-Saint-Geoirs, 310.
 Saint-Eynard (mont), 142, 228, 343.
 Saint-Firmin-en-Vaigaudemar, 114.
 Saint-Fons, 339, 364.
 Saint-Geoire, 221, 226, 305, 340.
 Saint-Georges-de-Commiers, 330.
 Saint-Georges-d'Espéranche, 323.
 Saint-Gervais, 144, 149, 150, 159, 162, 229, 348, 355 à 358, 365.
 Saint-Guillaume, 139, 141.
 Saint-Hilaire-de-Brens, 17, 18.
 Saint-Hilaire-du-Touvet, 142, 159, 228.
 Saint-Hugon, 49.
 Saint-Ismier, 139, 368; col de —, 228.
 Sainte-Jalle, 233.
 Saint-Jaume, montagne, 199, 213.
 Saint-Jean-de-Bournay, 319, 323.
 Saint-Jean-de-Couz, 176, 191, 202.
 Saint-Jean-d'Hérans, 141, 328, 330.
 Saint-Jean-de-Maurienne, 133, 254, 257, 271, 272.

- Saint-Jean-de-Niost, Ain, 353
 Saint-Jean-en-Royans, 203, 213, 214.
 Saint-Joseph-de-Rivière, 227.
 Saint-Julien-en-Beauchêne, 139, 144,
 169, 174, 183, 230, 232, 233.
 Saint-Julien-en-Maurienne, 272, 273.
 Saint-Julien-de-Raz, 182, 213, 214,
 216, 220, 229.
 Sainte-Juste (colline de), 213, 214,
 222.
 Saint-Lattier, 357.
 Saint-Laurent-de-Mure, 364
 Saint-Laurent-du-Pont, 216, 220,
 226, 227, 305, 343.
 Saint-Laurent-en-Royans, 203.
 Sainte-Luce-en-Beaumont, 56, 57.
 Saint-Marcel-de-Bon-Accueil, 16, 17,
 18.
 Saint-Marcellin, 317, 341, 345, 357,
 358, 373.
 Sainte-Marguerite, 278.
 Sainte-Marie-d'Alloix, 334, 336.
 Saint-Martin-le-Colonel, 216.
 Saint-Martin-d'Hères, 333.
 Saint-Martin-de-Queyrières, 278, 368.
 Saint-Martin-en-Vercors, 214, 216.
 Saint-Martin-le-Vinoux, 143, 159.
 Saint-Maurice-de-Gourdan, Ain, 353.
 Saint-Maurice-en-Valgaudemar, 32,
 113, 114.
 Saint-Michel-en-Beaumont, 56.
 Saint-Michel-de-Chailloil, 139, 240.
 Saint-Michel-en-Maurienne, 253, 255
 à 257, 260, 268, 269, 375.
 Saint-Nazaire-le-Désert, 236.
 Saint-Nazaire, Isère, 334, 336.
 Saint-Nazaire-en-Royans, 1, 159, 201,
 203, 206, 215, 216, 357.
 Saint-Nizier, 216, 218, 229, 343.
 Saint-Ours, Veurey, 159.
 Saint-Pancrace, 142, 159, 228.
 Saint-Paul-trois-Châteaux, 170, 174,
 188, 200, 204, 205, 208, 209, 213
 à 217, 222, 223, 303, 339.
 Saint-Paul-d'Izeaux, 355.
 Saint-Paul-de-Varces, 143.
 Saint-Péray, 23, 24.
 Saint-Pierre-d'Allevard, 98.
 Saint-Pierre-de-Bressieu, 345.
 Saint-Pierre-de-Chartreuse, 159, 228,
 343.
 Saint-Pierre-de-Cheronne, 159, 163.
 Saint-Pierre-d'Entremont, 159, 174,
 176, 216, 228.
 Saint-Priest, 350.
 Saint-Quentin-Fallavier, 15, 17, 22,
 315, 353, 376.
 Saint-Quentin-sur-Isère, 149, 221,
 229, 340, 355, 356.
 Saint-Rambert, 340, 361.
 Saint-Restitut, 213, 214.
 Saint-Romans, 357.
 Saint-Sauveur, 62, 65, 371.
 Saint-Sebastien, 328; Collet de —,
 141.
 Saint-Sorlin-d'Arves, 107, 108.
 Saint-Symphorien-d'Ozon, 350, 351,
 353.
 Saint-Théoffrey, 39, 87, 104.
 Saint-Uze, 14, 318.
 Saint-Vallier, 14, 318, 350.
 Saint-Véran, H.-A., 290, 295, 373.
 Saint-Vérand, Is., 357.
 Saint-Victor-de-Cessieu, 307, 309.
 Saint-Vincent, Dr., 201.
 Saïs (col de), 121, 122, 123.
 Salette (la), 51, 56, 111.
 Salle (la), H.-A., 263, 274.
 Salle-en-Beaumont (la), Is., 94.
 Salles, Dr., 208, 212.
 Saou, 168, 171, 172, 174, 187, 198,
 205, 223, 233, 235, 236.
 Sappes (le), 142, 143, 159, 228, 343.
 Sarcenas, 143, 159, 228.
 Sassenage, 161, 162, 178, 216, 218,
 229, 359; pierre de —, 153, 159,
 161, 191.
 Sathonay, Ain, 353.
 Satolas, 353.
 Saut-du-Rhône (le), 15, 17.
 Savel, 330.
 Savines, 137, 237, 245, 337, 368.
Schistes micacés, talqueux, chlori-
 teux, amphiboliques, etc., 31.
Scialets, 164.
 Séchilienne, 39, 87, 89, 101, 102.
 Sédéron, 156, 233, 235.
 Seneppe, montagne, 55, 328.
 Sept-Laux, 72, 97 à 102, 109.
 Septème, 313, 322, 323.
 Sérézim-du-Rhône, 8, 339.
 Serme (le), 228.
 Sermérieu, 372.
Serpentines, 73, 75, 103, 105, 281,
 289 à 294.
 Serre (montagne de), 105.
 Serre (le Grand-), Dr., 320, 321.
 Serre-du-Parc, 156.
 Serre-Nerpol, 310.
 Serres, 137, 139, 144, 151, 168, 170,
 189, 232.
 Serves, 318.
 Seyssinet, 159, 191, 229.
 Seyssins, 159, 229.
 Seyssuel, 8, 323, 343

Simane, 55.
 Sinard, 330.
 Sion (Valais), 133, 282.
 Sisteron, 137, 140, 232, 236, 337, 343, 360, 366.
 Solaize, 339, 350.
 Som (Grand-), 164, 176, 228.
 Som (Petit-), 142, 189, 228.
 Sône (la), 211, 371.
 Sonnaz, 335.
 Sorbiers, 236.
 Souchons (les), 56.
 Souloize (gorge de la), 184, 193.
 Soyons, 5, 24.
 Spillites, 63, 64, 70, 73, 76 à 84, 91, 103, 105, 111, 115, 116, 129, 130, 132, 137, 281.
 Sphère, dans le granite, 109.
 Stéatite, 31, 103, 105, 114.
 Structure en éventail, 72, 100.

T.

Tailla (la), Allevard, 47, 87, 98.
 Taillante (Roche-), 289, 290.
 Taillefer (m^l), 89, 96, 97, 104, 105.
 Tain, 14, 350, 357, 364.
 Talc, dans la protogine, 29; dans les roches schisteuses, 31.
 Tallard, 3, 137, 232, 360.
 Tarantaise, 3, 133, 253, 255, 257, 260.
 Taulignan, 1, 208, 213, 303.
 Tèche, 357.
 Teil (le), Ardèche, 153, 156, 191, 200.
 Tenailles (montagne des), 275, 297.
 Tenaison, 218, 227, 228.
 Tencin, 368.
 Ternay, 8, 9, 22, 323
 Terrains cristallisés dits *primitifs*, 5 à 14, 26, 28 à 33, 40 à 42, 97 à 132, 137, 240, 246 à 248, 275, 282, 288, 289.
 Terre-Noire, H.-A., 267, 270.
 Terres-Froides, 317, 321, 340, 343, 345, 356
 Terres végétales, 346, 373.
 Tersanne, 311.
 Teyssières, 169, 235.
 Thabor (m^l), 253, 276.
 Theys, 47, 98, 99.
 Thodure, 310, 345, 354.
 Tignes (val de), 287.
 Tour-du-Pin (la), 222, 304, 307 à 309, 316, 319, 345, 346.
 Tourbières, 372.

Tourettes (col des), 244.
 Tournon, 5.
 Tournon, 129, 130, 240.
 Tourtres, 181, 229.
 Toutes-Aures (col de), 310.
 Touvet (le), 142, 368.
 Traverse (la), Allemont, 32, 101.
 Traversette (col de la), 289.
 Treffort, 330.
 Tréminis, 139.
 Trept, 17, 18.
 Trézane, 155.
 Trièves, 3, 139, 154, 159, 230, 232, 373.
 Trois-Evêchés (montagne des), 254, 270, 271.
 Tronche (la), 143, 368.
 Trou du Glaz, 164.
 Tulette, 303.
 Tullins, 340, 345, 355, 356, 370.
 Turriers, Basses-Alpes, 137.

U.

Uchaux, Vaucluse, 188, 379.
 Uriage, 54, 336.
 Uriol, 143.
 Urrières (prairies d'), 159, 227.

V.

Vache (col de la Grande-), 227.
 Vache (combe de la Petite-), 159, 227.
 Vacherie (la), Dr., 172, 174, 182.
 Vaison, 236.
 Val-Sainte-Marie, 203.
 Valaurie, 188, 208, 209.
 Valhonnais, 37, 51, 56, 70, 89, 97, 104, 109, 298, 300.
 Valchevrière, 162.
 Valdens (la), 89, 97, 104, 105, 291.
 Valdrôme, 151, 156, 233, 235, 236.
 Valence, 5, 23, 349, 350, 364.
 Valencin, 315, 323.
 Valencogne, 340.
 Vallestresche (col de), 128, 129.
 Valette (la), 105.
 Valfroide, 176, 228.
 Valgaudemar, 3, 51, 52, 80, 93, 96, 110, 114 à 118, 327, 328, 373:
 Vallante (col), 289.
 Valloire (la), 340, 363, 364.
 Valloires, Sav., 255, 260, 268 à 272.
 Vallonpierre (col de), 118, 129.
 Vallouise, 26, 29, 120 à 124, 247 à 249, 274, 300, 373.

Valombré, 159, 228.
 Valréas, 234.
 Valsenestre, 32, 110 à 113.
 Vanoise (montagne de la), 287.
 Vararey, 159, 227.
Variolite du Drac, voy. *Spilite*.
Variolite de la Durance, 291 à 293.
 Vars, 245, 252, 373.
 Vatilieu, 355.
 Vassieux, 164, 229.
 Vaudène (crête de), 97, 102.
 Vaugelaz, la Ferrière, 47, 61, 69, 98, 99.
 Vaujany, 70, 107, 109, 110.
 Vaulnaveys, ls., 87, 371.
 Vaulx-lez-Veynes, 167, 184, 230
 Vaulx-Milieu, 15, 17.
 Vaunaveys, Dr., 206.
 Vaux (montagne de), 55.
 Velans (montagne de), 172.
 Vénéon (gorge du), 109, 110, 120 à 124.
 Vénérieu, 17.
 Vénissieux, 350.
 Venosc, 40, 41, 110, 120 à 122.
 Ventoux (m^t), 170, 236, 361, 379.
 Vercheny, 145.
 Vercieu, 17.
 Verclause, 236.
 Vercors, 3, 153, 159 à 161, 164 à 166, 172 à 174, 181, 182, 189, 216, 224, 229, 234, 361, 379.
 Verpillière (la), 15, 16, 25, 372, 376.
 Vers, 236.
 Vert (col), 179.
 Vesc, 156, 168, 169, 185.
 Veurey, 158, 159, 162, 182, 229.
 Veyer (le), 284, 287, 295.
 Veymont (Grand-), 164, 166, 229, 230.
 Veynes, 168, 171, 184, 193, 216, 230, 231, 360, 379.
 Veyton (combe de), 48, 87, 98.
 Vézeronce, 372.
 Vienne, 9 à 13, 22, 34, 37, 318 à 323, 343, 345, 346, 348 à 350, 364.

Vière (la), 171.
 Vieux (col), 290.
 Vif, 139, 143, 147, 330, 365.
 Vigneaux (les), 279.
 Villard (Grand-), 277.
 Villard-d'Arène, 3, 53, 54, 70, 93, 125, 127, 258, 271.
 Villard-d'Entraigues (le), 111.
 Villard-Eymond, 110.
 Villard-de-Lans, 162, 163, 173, 174, 176, 178 à 182, 189, 191, 201, 205, 229, 324.
 Villard-Loubière, 114.
 Villard-Reculus, 107, 109.
 Villard-Reymond, 110.
 Villard-Saint-Christophe, 104, 105.
 Villaret, près la Mure, 55.
 Ville-sous-Anjou, 315.
 Ville-Moirieu, 17.
 Villebois, 15, 17, 20, 372.
 Villefontaine, 15.
 Vimines (*Brèche* de), 205.
 Vinay, 345, 357.
 Vion (le), 307, 308, 309.
 Virieu, 307, 308, 340.
 Viriville, 310, 345, 354.
 Visan, 215, 303.
 Viso (m^t), 3, 257, 258, 282, 289, 290, 300, 373.
 Viviers (Ardèche), 165.
 Vizille, 26, 40, 54, 58, 59, 65 à 67, 87, 89, 102, 104, 106, 256, 301, 375.
 Voiron, 1, 221, 226, 227, 321, 336, 340, 341, 370.
 Voreppe, 1, 148 à 150, 154, 158, 159, 162, 182, 202, 204, 215 à 219, 223, 226, 227, 343, 368.
 Voulter (la), Ardèche, 5, 25, 139, 377.

Z.

Zinc (minerais de), 88, 89, 93, 94.

Les Numéros de cet Index alphabétique, comme ceux de la Table générale des matières, correspondent aux PARAGRAPHES de l'ouvrage.

ERRATA.

- Page 136, lig. 4, au lieu de : § 79, lisez : § 75.
- 284, lig. 5 en remontant, au lieu de : *forme*, lisez : *faune*.
 - 406, lig. 4, au lieu de : § 209, lisez : § 213.
 - 442, 3^e alinéa, ligne 4, au lieu de : versant *est*, lisez : versant *ouest*.
 - 660, lig. 4 en remontant, au lieu de : *au retour* de la mer, lisez : *à la retraite* de la mer.

AVIS CONCERNANT LA CARTE GÉOLOGIQUE DU BRIANÇONNAIS.

La nouvelle Carte géologique du Briançonnais, que nous publions avec cette troisième partie de notre *Description géologique*, est à la même échelle que la Carte géologique du Dauphiné et est destinée à remplacer le feuillet-annexe de cette carte, sur lequel nous n'avions pu indiquer qu'une classification provisoire et simplement minéralogique des roches du Briançonnais (§ 253). La ligne verticale RR est celle suivant laquelle ce nouveau feuillet doit s'appliquer à la marge de la feuille principale de la Carte du Dauphiné. La partie située à gauche de cette ligne, et comprenant la Grave, le Lautaret, le Monestier, etc., devra se rabattre sur une partie correspondante de la feuille principale qu'elle est destinée à rectifier. En découpant la portion nord-ouest de la présente Carte du Briançonnais suivant la ligne brisée *uu*, marquée en *pointillé*, on pourra l'adapter à la Carte géologique du Dauphiné, sans entamer ni cacher un seul nom.

CARTE GÉOLOGIQUE DU BRIANÇONNAIS

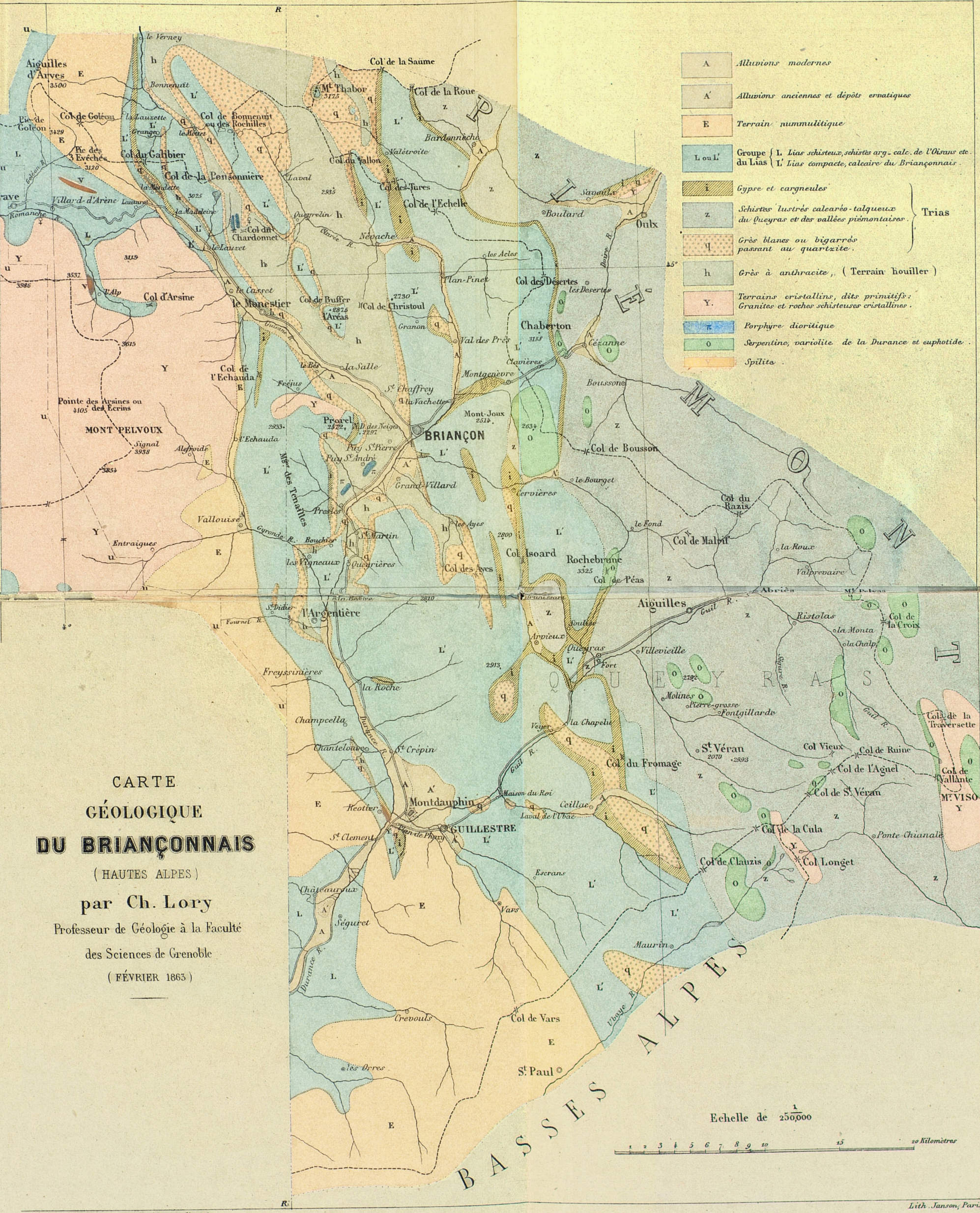
(HAUTES ALPES)

par Ch. Lory

Professeur de Géologie à la Faculté des Sciences de Grenoble

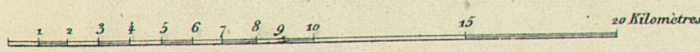
(FÉVRIER 1863)

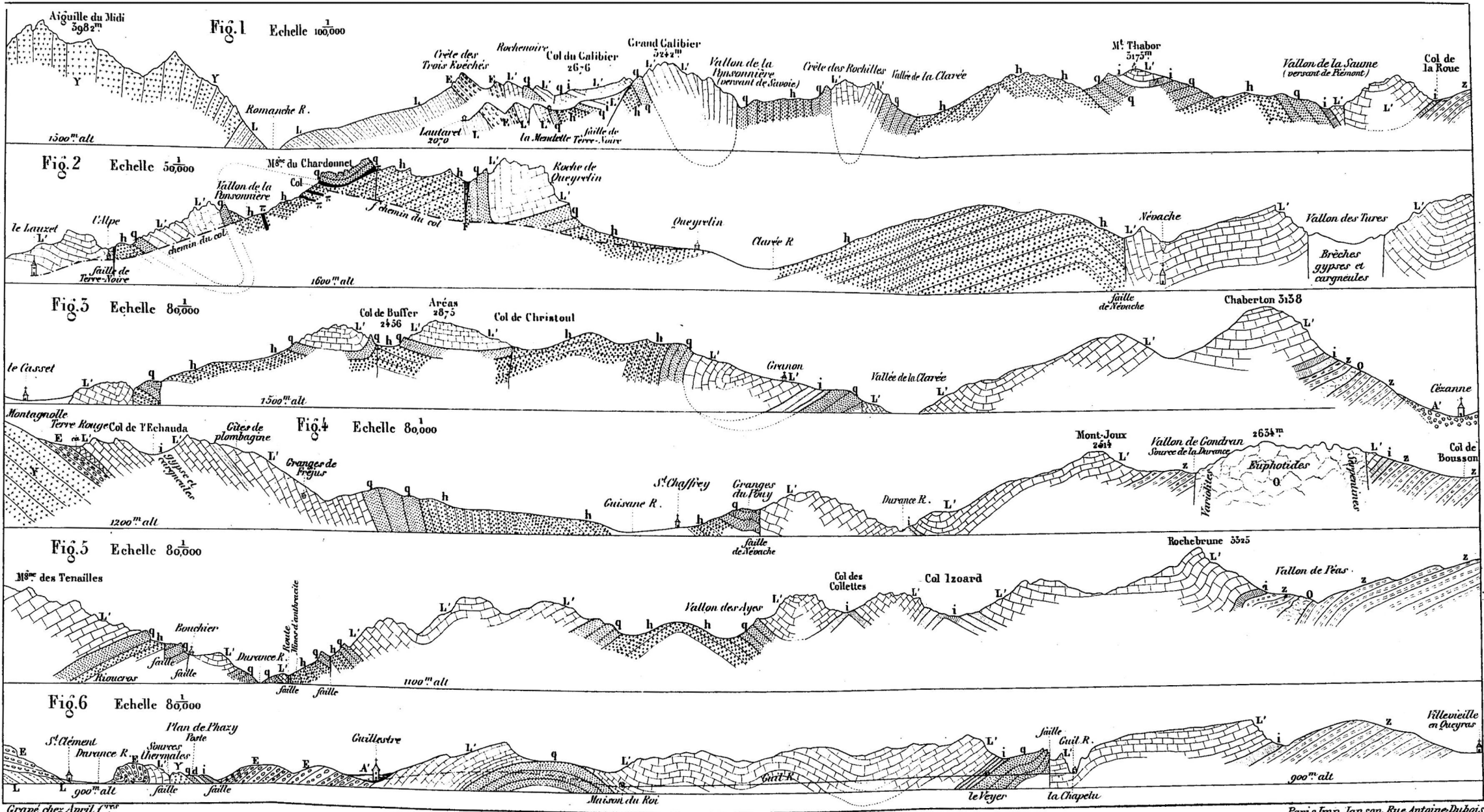
- A Alluvions modernes
- A' Alluvions anciennes et dépôts erratiques
- E Terrain nummulitique
- L ou L' Groupe du Lias { L Lias schisteux, schistes arg.-calc. de l'Oisans etc. / L' Lias compact, calcaire du Briançonnais }
- I Gypse et cargneules
- z Schistes lustrés calcaires-talqueux du Queyras et des vallées piémontaises } Trias
- q Grès blancs ou bigarrés passant au quartzite
- h Grès à anthracite, (Terrain houiller)
- Y Terrains cristallins, dits primitifs: Granites et roches schisteuses cristallines.
- π Porphyre dioritique
- o Serpentine, variolite de la Durance et euphotide.
- v Spilite



BASSES ALPES

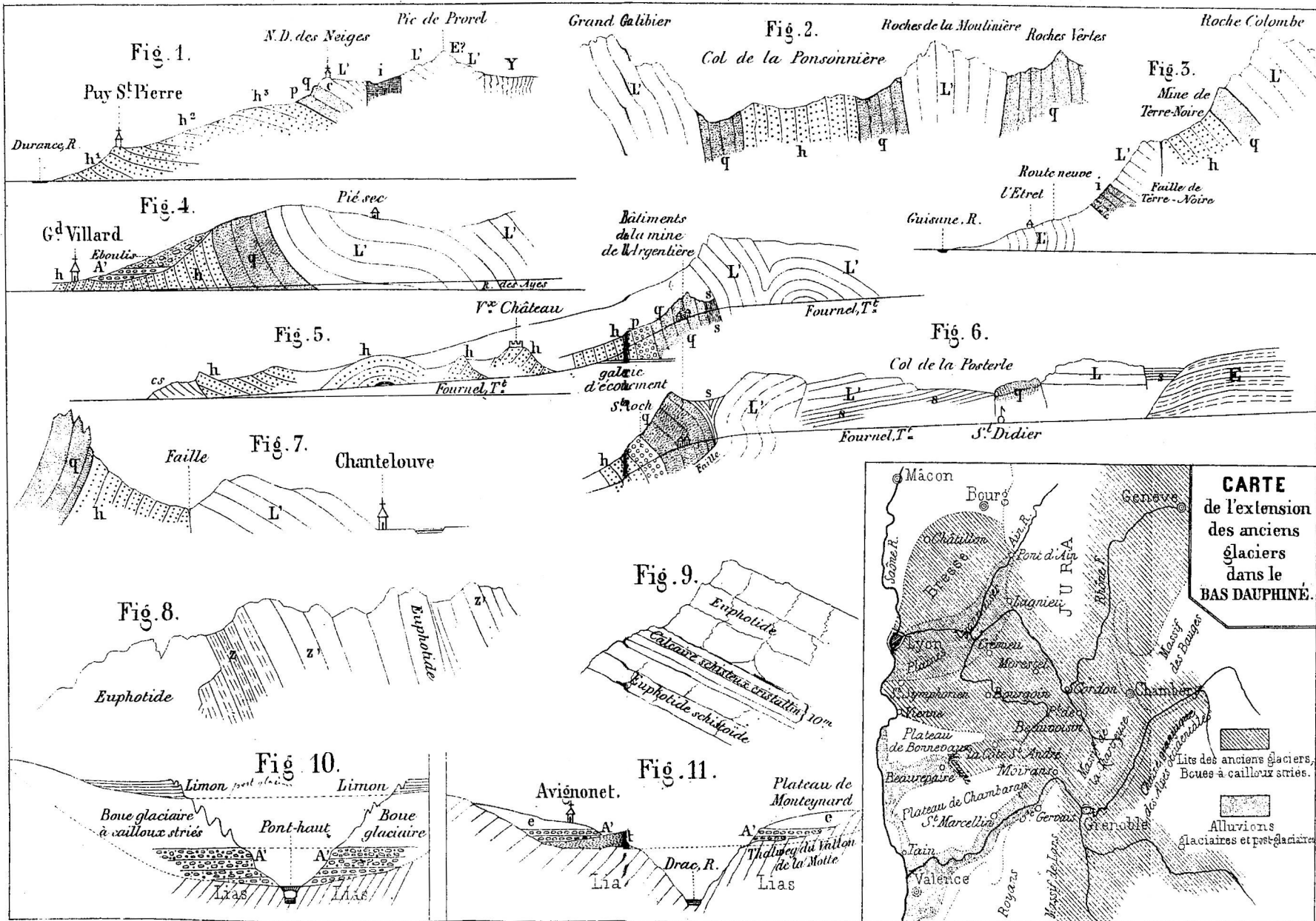
Echelle de 1/250,000





Gravé chez Avril fr^{rs}

Paris. Imp. Janson. Rue Antoine Dubois



Lith. A. Genard, Grenoble.