

ÉTUDE GÉOLOGIQUE
DU
MASSIF ANCIEN

SITUÉ
AU SUD DU PLATEAU CENTRAL

PAR
JULES BERGERON
DOCTEUR ÈS SCIENCES
INGÉNIEUR DES ARTS ET MANUFACTURES
PRÉPARATEUR DE GÉOLOGIE A LA FACULTÉ DES SCIENCES

9 planches et 1 carte en couleur.

PARIS
G. MASSON, ÉDITEUR
LIBRAIRE DE L'ACADÉMIE DE MÉDECINE
120, BOULEVARD SAINT-GERMAIN, 120

—
1889

INTRODUCTION

Lorsque j'entrepris le présent travail, il y a six ans, le massif ancien, situé au Sud du Plateau Central, était peu connu au point de vue géologique. M. Boisse, dans son excellente *Esquisse géologique du département de l'Aveyron*, parue en 1870, avait indiqué à grands traits quelle était la composition minéralogique et géologique de la partie septentrionale de ce massif. D'autre part, de Boucheporn, Marcel de Serres, Fournet, Graff, MM. de Rouville, de Tromelin et de Grasset avaient signalé dans la Montagne Noire, qui en forme la partie méridionale, la présence de quelques horizons fossilifères appartenant aux terrains paléozoïques. Je pensais qu'en raccordant entre eux tous les faits signalés dans l'Aveyron et dans la Montagne Noire, j'arriverais à faire un travail d'ensemble qui pourrait présenter quelque intérêt.

Mais, dès mes premières courses, il me fallut reconnaître que le plus souvent je me trouvais en présence d'horizons dont l'âge était incertain, et je dus reprendre successivement leur détermination.

Très convaincu que « l'étude en grand peut et même doit marcher la première et rendre l'étude des détails infiniment plus simple et plus facile (1) », j'ai commencé par chercher à me faire une idée de la constitution générale de ce massif, avant d'en reprendre l'exploration pas à pas. C'est le résultat de ces premières recherches que je publie aujourd'hui.

Je ne prétends donc pas avoir étudié à fond toute cette région dont la superficie atteint près de 900 kilomètres carrés ; mais, au contraire, je ne considère le présent mémoire que comme un cadre, que mes travaux ultérieurs pour les tracés de la carte géologique au $\frac{1}{80.000}$ devront remplir peu à peu.

La région dont je me suis occupé ne portant pas, dans son ensemble, de nom géographique, j'ai dû d'abord la définir et en établir nettement les limites. Puis, dans un historique très succinct, j'indique les principaux travaux antérieurs à 1883 qui, par les résultats qu'ils signalent, ont fait faire de réels progrès à la Géologie de cette région. Les autres, moins importants ou postérieurs à cette date, seront cités et analysés dans le cours de l'ouvrage.

Dans la première partie de l'étude géologique proprement dite, j'ai exposé quelles étaient les conditions stratigraphiques et la composition pétrographique de la série azoïque. Dans la deuxième partie, qui traite de la série paléozoïque, j'ai cherché à établir l'âge de chaque étage par ses relations stratigraphiques et ses caractères

(1) Dufrénoy et E. de Beaumont, Explication de la Carte géologique de France, t. I. Introduction, p. II.

paléontologiques et, en terminant la description de chaque terrain, afin d'éviter de trop longs développements, j'ai groupé, sous forme de tableaux, les comparaisons à établir avec d'autres régions françaises ou étrangères. La troisième partie est consacrée aux roches éruptives; j'y indique la composition pétrographique et les relations stratigraphiques de chacune d'elles. Dans une quatrième partie, je décris toutes les phases par lesquelles le massif étudié est passé, depuis la période primitive, jusqu'à la période actuelle. Enfin, des remarques paléontologiques terminent le volume.

Le cadre restreint de ce travail ne m'a pas permis de développer la partie paléontologique, ni la partie micrographique autant que je l'aurais voulu. Cependant les documents que j'ai recueillis sont assez nombreux pour que je puisse publier, d'ici peu, des travaux complémentaires.

Pas plus que le présent mémoire, la carte qui l'accompagne n'est définitive. Elle sera complétée dans la suite; mais elle a, pour le moment, l'avantage de faire mieux comprendre la description que je donne. Je tiens à exprimer à M. Thomas, sous la direction de qui elle a été exécutée, tous mes remerciements pour le soin qu'il y a apporté.

M. Jacquot, alors directeur du Service de la Carte géologique de la France, a bien voulu me charger de faire les tracés de la carte au millionième de la région que j'étudiais; je suis heureux de pouvoir le remercier de sa bienveillance à mon égard.

J'ai essayé de mettre à profit dans ce travail les leçons et les conseils de mes maîtres, MM. Hébert, Munier-Chalmas et Michel Lévy. Qu'ils veuillent bien accepter cet ouvrage que je leur dédie, comme un faible témoignage de ma reconnaissance.

ÉTUDE GÉOLOGIQUE
DU
MASSIF ANCIEN
SITUÉ
AU SUD DU PLATEAU CENTRAL

Par M. J. BERGERON

DESCRIPTION GÉOGRAPHIQUE

La région que j'ai étudiée est située au sud du Plateau Central; elle a approximativement la forme d'un quadrilatère dont les sommets correspondraient aux villes de Castelnau-dary, Capdenac, Séverac-le-Château et Lodève. Elle comprend une partie des départements de l'Aveyron, du Tarn, de Tarn-et-Garonne, de l'Aude et de l'Hérault.

Au point de vue orographique, on peut considérer cette région comme constituée par deux massifs.

Le premier, le plus septentrional, s'étend de Saint-Santin, au Nord-Est de Capdenac, jusqu'au Sud de Réalmont et de Saint-Affrique. Ses contours sont assez réguliers et correspondent le plus souvent à des failles. Il forme un plateau qui dans sa plus grande largeur, entre Séverac-le-Château et Cordes, mesure 80 kilomètres avec une altitude moyenne de 600 mètres; cependant, dans la partie orientale, quelques crêtes dépassent 1,000 mètres : ce sont les chaînes du

Lévézou et des Palanges. Dans la partie centrale, quelques ondulations atteignent une altitude de 800 mètres, mais elles ne forment aucune chaîne. D'une manière générale, ce plateau plonge vers l'Ouest et on peut le considérer comme intermédiaire entre les montagnes de la Lozère et du Cantal et les plaines du Quercy et du Tarn vers lesquelles il s'incline. Ce premier massif forme la partie principale de la province qu'on appelait autrefois le Rouergue, aussi est-ce sous ce dernier nom que je le désignerai pour le distinguer du massif méridional.

Celui-ci est constitué par une vraie chaîne de montagnes présentant un certain nombre de chaînons parallèles. Il s'étend de Castelnaudary à Lodève sur une longueur de près de 100 kilomètres et il est orienté N. 60° E. Il fait suite aux Cévennes, dont il n'est qu'un prolongement, aussi bien au point de vue géographique qu'au point de vue géologique. Cette chaîne de montagnes porte successivement les noms de *Montagne Noire* proprement dite, de Labécède, près Castelnaudary, jusqu'à Saint-Pons; de *Sau-mail*, entre Saint-Pons et la haute vallée de l'Agout; enfin de l'*Espinouse* et du *Caroux* entre cette dernière région et Saint-Gervais. Les monts de Lacaune et le Sidobre en font également partie. L'orographie et la composition géologique de ce massif présentant une grande unité, on peut le désigner tout entier sous le nom de la plus grande des chaînes qui le constituent, c'est-à-dire sous le nom de Montagne Noire.

Le Rouergue est sillonné de vallées de 100 à 200 mètres de profondeur, le plus souvent à bords très escarpés, au fond desquelles coulent des rivières dont le cours est toujours très sinueux; ces rivières se dirigent toutes vers l'Ouest et vont aboutir dans les plaines du Tarn-et-Garonne et du Tarn, ce sont : le Lot, l'Alzou, l'Aveyron, le Viaur, le Cérrou et le Tarn. Parmi les directions qu'affectent ces cours d'eau, il en est un certain nombre qui sont plus fréquentes

que d'autres. Les plus importantes sont : N. 10° à 20° E., N. 60° à 70° E. et N. 70° O. On verra dans la suite que ces directions correspondent à celles des principaux accidents géologiques de ce massif. Les vallées que suivent ces rivières déterminent entre elles une série de plateaux désignés dans le pays sous les noms de plateaux de Payrusse et Lanuéjols, de Sanvensa, et enfin du Ségala. Ce dernier est le plus vaste et s'étend entre les Palanges, au Nord-Est, le Lévézou au Sud-Est, le plateau de Sanvensa à l'Ouest et le Tarn au Sud.

Le nom de Ségala fait allusion à l'abondance du seigle qui était la seule céréale de cette partie de l'Aveyron avant l'introduction de la chaux en agriculture, et, pour cette même raison, l'on désigne souvent sous ce nom le massif entier du Rouergue, constitué par des terrains très siliceux qui donnent toujours une végétation assez pauvre ; celle-ci est rendue encore plus chétive par suite de l'altitude et de la position de ce massif qui l'expose aux rafales qui viennent s'y abattre directement de l'Atlantique avant d'aller épuiser leurs forces contre les montagnes de la Lozère. On y voit quelques bois de châtaigniers, de rares bois de chênes ; mais l'aspect le plus général de ce plateau couvert de genêts et de bruyères rappelle beaucoup, par sa monotonie et sa tristesse, les landes de Bretagne.

La Montagne Noire présente une série de vallées alignées suivant la même direction que le massif lui-même, c'est-à-dire N. 60° E. ; cependant sur le versant septentrional aussi bien que dans la partie centrale, on retrouve encore quelques caractères orographiques du Rouergue. Ce sont encore des plateaux sensiblement à la même altitude que ceux de cette dernière région et parfois les vallées y sont aussi profondes et à flancs aussi abrupts. De plus, tous les cours d'eau, dont le principal est l'Agout, se dirigent également vers l'Ouest et appartiennent au bassin de l'Atlantique. Sur le versant méridional, au contraire, ce sont des crêtes sail-

lantes, séparées les unes des autres par des vallées largement ouvertes, mais encore parallèles entre elles et à la direction générale. Tous les cours d'eau de ce versant se rendent dans la Méditerranée, mais pour passer de leurs vallées, orientées N. 60° E., dans la plaine du Languedoc, ils doivent traverser les chaînons par de nombreuses cluses. Les principaux de ces cours d'eau sont le Jaur, l'Orb et le ruisseau de Vernazobre.

La structure de ce versant méridional, sa constitution minéralogique et son climat méditerranéen ont amené un changement complet dans la végétation : ce sont des forêts de haute futaie dont le feuillage sombre couvrant les flancs de la montagne justifie le nom qui lui a été donné. La vigne commence à couvrir les coteaux et, dans les parties basses, ce sont les mêmes cultures que dans la plaine.

La différence dans les mœurs des habitants des deux régions n'est pas moins grande. Ceux de la région septentrionale, descendants des anciens Rutènes, ont toujours su se tenir à l'abri des influences étrangères ; ils prennent volontiers pour un ennemi quiconque ne parle pas leur patois ; et ils ont conservé une certaine rudesse ne se retrouvant plus chez les habitants du versant méridional, qui ont été plus accessibles à l'influence de la race gallo-romaine qui a occupé le bas Languedoc.

Au point de vue géologique comme au point de vue orographique, la région que je viens de décrire forme deux massifs bien distincts ; mais on peut cependant les considérer tous les deux comme étant en relation avec le Plateau Central de la France. C'était l'opinion de Dufrénoy (1) pour qui « ce dernier massif va en s'amincissant graduellement et « se termine par une pointe le rattachant à la Montagne « Noire ». Le Rouergue, en effet, présente la série des

(1) *Considérations générales sur le Plateau Central de la France et particulièrement sur les pentes méridionales du massif primitif qui le compose.* — *Ann. des Mines*, 1828, 2^e série, t. III, p. 36.

terrains primitifs telle qu'on la rencontre dans le Plateau Central; il en fait incontestablement partie; quant à la Montagne Noire elle doit sa formation à la présence du massif du Rouergue, c'est-à-dire au voisinage du Plateau Central, comme je l'expliquerai dans la dernière partie de ce travail.

HISTORIQUE (1)

Le premier travail scientifique qui ait paru sur la géologie du Rouergue date de 1806. Il fut fait par Blavier (2), qui distingua les roches d'après leur composition chimique et minéralogique sans chercher à y établir aucun ordre stratigraphique.

De 1809 à 1823 parut une série de notes sans importance sur les houillères de Decazeville, mais aucune ne fit faire de progrès sensibles à la géologie de l'Aveyron.

La Montagne Noire, bien qu'ayant été explorée dès le siècle dernier pour des recherches de minerai, ne fournit pas matière à un travail géologique avant 1826. Dans ses *Observations générales sur la constitution géognostique du département de l'Hérault*, Marcel de Serres (3) signale dans la partie Nord-Ouest de ce département la présence des *terrains primordiaux* (gneiss et schistes micacés) et il reconnaît, à la base des terrains sédimentaires, sans y distinguer aucun horizon géologique, des grès siliceux, des schistes argileux et de la houille, surmontés par d'autres grès à élé-

(1) Dans le rapide historique qui suit, je n'ai fait mention que des premiers travaux dans lesquels il est question du Rouergue et de la Montagne Noire, et de ceux qui établissent des faits nouveaux. On trouvera à la fin du présent mémoire la liste de toutes les publications concernant la région étudiée; mais dans chaque chapitre j'ai pris soin de signaler et de discuter toutes les opinions émises par les auteurs qui m'ont précédé.

(2) Statistique géologique et minéralogique du département de l'Aveyron. *Journal des Mines*, t. XIV et XV.

(3) *Mémoires de la Société linnéenne de Normandie*, p. 208.

ments plus gros. Ce dernier terme correspondrait au niveau que l'on désigne aujourd'hui sous le nom de Permien moyen.

De 1830 à 1848, Boué, Reboul, Manès, Garella, Fournet, Marcel de Serres étudient d'une manière spéciale les dépôts houillers du Rouergue et de la Montagne Noire; plusieurs d'entre eux rapportaient avec raison les couches qui les recouvrent au Permien, mais ils en faisaient l'équivalent du Kupferschiefer.

C'est durant cette période que Dufrénoy et Élie de Beaumont, soit dans les *Mémoires pour servir à l'Explication de la Carte géologique*, soit dans l'*Explication* de cette même carte, donnèrent un aperçu général de la constitution de la Montagne Noire. Ce massif orienté N. 60° E. aurait subi, selon eux, deux soulèvements successifs (Cambrien et Miocène). « Le gneiss et le granite en constituent
« la partie centrale, tandis que le terrain de transition en
« occupe le flanc méridional et forme une grande bande
« qui sépare le Sidobre du reste du massif. Ce terrain de
« transition, composé de schistes et de calcaire, se termine
« du côté de Caunes par des marbres griottes très riches
« en nautilus et en orthocères ». — La serpentine fait l'objet d'une étude spéciale. Les auteurs de la carte citent, entre autres gisements, ceux de la Guépie et de Firmy. Ils cherchent à établir que, dans cette dernière localité, la serpentine est postérieure au terrain houiller. — Les dépôts houillers du Rouergue comme ceux de la Montagne Noire sont étudiés sommairement, ainsi que les schistes de Lodève qui sont considérés comme appartenant aux Grès bigarrés. La grande carte géologique qui accompagne les ouvrages précédents est certainement bien incomplète, et ne donne qu'une notion assez vague de l'allure de la Montagne Noire et de celle du Rouergue; cependant, quand on se reporte à la date à laquelle elle parut et quand on pense aux difficultés de toutes sortes que les auteurs ont dû avoir à surmonter pour mener leur œuvre à bien, on ne peut s'empêcher d'éprouver pour eux un vrai sentiment d'admiration.

En 1847, Marcel de Serres trouvait, près de Laurens, le premier *Productus* carbonifère qui ait été signalé dans le Midi, mais il ne continua pas ses recherches dans ce sens.

L'année suivante, de Boucheporn publiait la première carte géologique du département du Tarn; celle-ci donne encore peu de détails, et le texte explicatif montre que l'auteur s'est moins préoccupé d'exposer les faits que ses idées théoriques.

Les terrains paléozoïques autres que le Carbonifère, le Houiller et le Permien, n'ont été trouvés dans la Montagne Noire qu'en 1849 par Fournet et Graff. D'après les déterminations de fossiles qui avaient été faites par Jourdan, Agassiz, Michelin et de Verneuil, ces auteurs rapportèrent tous les niveaux qu'ils avaient reconnus au terrain dévonien. Mais de Verneuil ayant examiné ces mêmes fossiles avec plus de soin put y déterminer des espèces du Silurien, du Dévonien et du Carbonifère.

Fournet et Graff poursuivirent leurs recherches et, en 1850, le premier de ces auteurs exposait les résultats auxquels il était arrivé avec son collaborateur. Leurs études, cette fois, s'étaient portées sur tout le massif montagneux et ils en donnaient une esquisse sommaire. Malheureusement, ils attribuaient plus d'importance à la superposition apparente des couches qu'aux indications fournies par la paléontologie, et les descriptions qu'ils donnent des différents massifs qu'ils ont reconnus montrent quelles confusions ils faisaient entre les schistes aussi bien qu'entre les calcaires. Dans ce travail, il faut signaler cependant que Fournet rapproche les griottes de Caunes de ceux des environs de Neffiez et qu'il indique au-dessous de ces marbres la présence d'un calcaire à goniatites ferrugineuses. Enfin, il reprend l'étude du Houiller et du Permien de Neffiez, et assimile encore ce dernier étage aux Schistes cuivreux du Mansfeld.

Quatre ans plus tard (1854), le même auteur, que des études plus approfondies avaient ramené à des notions plus

exactes sur l'âge des couches qu'il avait découvertes, reconnaissait l'indépendance absolue du Carbonifère par rapport aux autres termes paléozoïques et il établissait de haut en bas la série suivante dans les environs de Cabrières :

1° Terrain houiller.

2° Calcaire à *Productus* : Carbonifère ancien.

3° Calcaire à *Goniatites* : Dévonien.

4° Silurien comprenant entre autres termes les dolomies et les calcaires à Polypiers siliceux (qui doivent rentrer dans le Dévonien).

5° Schistes argileux, ardoisiers, non fossilifères.

6° Gneiss, micachistes, granite.

En 1853, Coquand étudia les dépôts permien de Lodève et des environs de Rodez.

A la même époque, Fournet résuma ses recherches sur l'extension des dépôts houillers sous les terrains secondaires. Ces deux derniers travaux montraient combien le Permien occupe une vaste surface dans le Rouergue et le Languedoc ; mais leurs auteurs rapportaient toujours, à tort, toute la série permienne au Zechstein.

M. Parran, en 1856, attribua avec raison au Rothliegende les grès rouges de l'Aveyron, dont jusque-là on avait fait l'équivalent des Grès bigarrés. Cependant, pour l'Hérault, cette dernière classification ne fut modifiée qu'en 1859, à la suite d'observations qu'y fit M. Hébert.

Les premières notions précises sur la géologie du département de l'Aveyron datent de 1858, époque à laquelle parut la *Carte géologique* dressée par M. Boisse.

Pendant ce temps, des recherches continuaient à être faites dans la Montagne Noire. Lors de la réunion extraordinaire de la Société géologique de France à Montpellier, en 1868, M. de Rouville exposa dans une série de communications faites à propos des différentes courses où en était l'étude des terrains paléozoïques à cette époque. Grâce à Fournet, à Graff et à M. de Grasset, on était arrivé à reconnaître un certain nombre d'horizons. C'était pour le

Silurien : les schistes à *Asaphus*, les schistes et calcaires ampéliteux à *Cardiola interrupta*. Le niveau du Glauzy, rapporté par les uns au Silurien inférieur, par les autres au Silurien moyen, enfin, par d'autres au Dévonien, ne fut déterminé que beaucoup plus tard. Le Dévonien était représenté par des calcaires dolomitiques, des calcaires à poly-piers, des calcaires bruns à *Gon. retrorsus*, enfin par les marbres griottes. Les schistes et calcaires carbonifères, le Houiller et le Permien avaient été déjà signalés antérieurement. Comme gisements fossilifères, on ne connaissait alors que le Glauzy, les environs immédiats de Vailhan, de Neffiez et de Cabrières.

La même année paraissait l'*Essai de Géologie et de Paléontologie aveyronnaises* du Dr Reynès, ouvrage qui est surtout connu pour les importants documents qu'il renferme sur le Jurassique ; il ne contient que quelques observations sur les terrains anciens, notamment sur le Permien.

Magnan reprenant, en 1869, l'étude des grès rouges situés au S.-O. du Plateau Central, démontra qu'ils correspon-daient au Rothliegende des Allemands, mais il assimila, à tort, au Zechstein des calcaires qui leur étaient supérieurs.

En 1870, M. Boisse publiait son *Esquisse géologique du département de l'Aveyron*. Parmi les ouvrages parus sur la géologie du Midi, c'est un des meilleurs et un de ceux qui donnent le plus de renseignements précis. C'est un travail trop important pour que je puisse l'analyser ici ; mais j'aurai à y revenir souvent, et si je ne partage pas toujours l'opinion de l'auteur, c'est plus par suite d'une différence d'interprétation que par suite d'erreurs d'observation de sa part.

M. Fabre, en 1872, distinguait nettement du Trias les grès rouges du Permien et montrait qu'entre ces deux terrains, il y a discordance de stratification. De plus, il démontrait l'existence d'un rivage permien le long des montagnes granitiques d'Aubrac. Au point de vue de l'âge, l'auteur

fait de ces grès rouges l'équivalent du Permien supérieur et les considère comme synchroniques du Grès vosgien.

La même année, M. Bleicher avait rencontré, au Minier du Tarn, des schistes du même niveau que ceux de Lodève, mais il voulait y voir encore l'équivalent du Kupferschiefer.

Dans deux notes parues en 1873, Leymerie exposait la constitution géologique du versant méridional de la Montagne Noire; il signalait dans les marbres de Caunes la présence de clyménies et il les rapportait au Dévonien supérieur.

La même année, M. de Rouville indiquait la discordance de stratification et la transgressivité du grès bigarré par rapport au Permien rouge dans le département de l'Hérault.

Graff publia, en 1874, les notes qu'il avait prises autrefois avec Fournet, mais sans les compléter par de nouvelles observations; aussi les coupes qu'il donne et le texte qui les accompagne reproduisent-ils les opinions déjà émises par Fournet. Cependant, il faut noter que l'auteur précise bien le niveau du Glauzy et signale encore sa présence à Lauriol, près Cabrières.

M. de Rouville fit paraître, en 1876, la *Carte géologique du département de l'Hérault*, à l'échelle du 1/80000^e qui a fait faire un grand progrès à nos connaissances sur la distribution des dépôts paléozoïques sur le versant méridional de la Montagne Noire.

En 1875, 1877 et 1879, M. de Tromelin publia des listes de fossiles du Silurien de Cabrières. Dans un premier travail, il donna une liste de la faune 3^e comprenant 17 espèces. Puis, dans un second travail en collaboration avec M. de Grasset, il établit le synchronisme des schistes à grands Asaphus avec ceux de Sion et de Laillé en Bretagne et les assimila à la bande *d'* de Bohême; mais il fit quelques confusions dans les niveaux inférieurs à ces schistes. C'est dans cette note que, pour la première fois, le calcaire à polypiers est rapporté au terrain dévonien; il est vrai que c'est avec

doute, mais la position de ce calcaire entre le Silurien supérieur et le Dévonien supérieur à goniatites justifiait cette classification.

M. Grand'Eury, à la suite de son étude sur le bassin houiller de la Loire, publia, en 1877, quelques remarques paléontologiques sur les différents bassins houillers du Midi et établit d'une manière définitive leur âge relatif.

Dans une lettre inédite à M. Hébert, M. de Tromelin, en 1880, signala dans le Bas-Languedoc la présence du Grès armoricain à *Lingula Lesueurii*.

Tels étaient les principaux travaux publiés sur la région lorsque je commençai à l'explorer en 1883. Après une première course dans la Montagne Noire, je crus devoir attendre jusqu'à l'année 1886 pour revenir dans le département de l'Hérault et publier le résultat de mes observations; mais à partir de 1884, avaient paru successivement les notes de MM. Von Kœnen, Barrois et de Rouville, dont on trouvera l'analyse plus loin. Grâce à ces travaux et à ceux que j'ai entrepris moi-même, j'ai pu établir la succession des horizons telle que je vais l'exposer.

PREMIÈRE PARTIE

SÉRIE AZOÏQUE

Cette série commence avec les gneiss et se termine à des schistes qui ne se distinguent des premiers dépôts paléozoïques que par l'absence de fossiles. Quoique les deux termes extrêmes soient absolument différents, il y a cependant entre eux tous les passages, au point de vue lithologique.

La limite supérieure de cette série pourra changer suivant l'état de nos connaissances paléontologiques ; elle est essentiellement variable et, dans la région étudiée, il n'y a aucune discordance de stratification qui permette de la placer avec certitude. J'ai donc réuni dans ce premier groupe des assises qui correspondent à la formation cristallophyllienne, à l'Archéen, et probablement encore à la base du Cambrien.

CHAPITRE PREMIER

TERRAIN PRIMITIF

Le terrain primitif comprend deux groupes de roches correspondant :

- 1° Aux *gneiss*,
- 2° Aux *micaschistes*.

Les premiers sont constitués en général par une asso-

ciation de feldspath, de quartz et de mica; les seconds ont la même composition, moins le feldspath. Les études pétrographiques ont démontré que dans le groupe des gneiss il y avait encore des roches sans feldspath qui s'étaient chargées de ce dernier minéral sous l'action d'une roche éruptive feldspathique. Le second groupe est intermédiaire entre les gneiss et les dépôts stratifiés, non métamorphisés; ses éléments sont encore cristallins, mais moins que dans le premier terme; le métamorphisme s'y est fait sentir avec moins de force. Ce sont les micaschistes, comprenant des schistes à mica noir, à chlorite et à séricite.

La plupart des auteurs qui ont étudié le Rouergue et la Montagne Noire (1) y ont admis ces deux grandes divisions, sans établir de subdivisions, ni sans reconnaître les modifications de structure que les nouvelles méthodes pétrographiques ont permis de distinguer.

Les caractères des variétés sont tirés, soit d'une différence de structure, soit d'une différence de composition minéralogique; ces variétés correspondent à autant de divisions plutôt minéralogiques que stratigraphiques. En suivant les méthodes pétrographiques, j'ai pu reconnaître un grand nombre de types admis par M. Fouqué dans le cours qu'il a professé au Collège de France durant l'année 1886-1887.

Quelle que soit la région où je les ai trouvées, les roches du terrain primitif sont sensiblement les mêmes; aucun caractère ne permet de reconnaître celles qui proviennent du Rouergue de celles que j'ai rencontrées dans la Montagne Noire. Je les étudierai sans distinction de provenance. J'indiquerai seulement, après l'étude de chaque espèce de roche, sa distribution et son allure dans chacun des deux massifs.

(1) Fournet. — Sur les terrains anciens et secondaires du Languedoc (Lettre à M. Viquesnel). *Bull. Soc. Géol.*, 1850, 2^e série, t. VIII, p. 44.

Reynès. — Essai de Géologie et de Paléontologie aveyronnaises; 1868, p. 12.

De Rouville. — Introduction à la description géologique du département de l'Hérault, 1876, p. 98. — Carte géologique de l'Hérault. — Prolongement du massif paléozoïque de Cabrières (Hérault) dans la région occidentale du département de l'Hérault. *C. R. Ac. des Sc.*, séance du 31 octobre 1887.

I. — GROUPE DES GNEISS

GNEISS

Le groupe des gneiss comprend le gneiss proprement dit ou gneiss gris et le gneiss granulitique qui résulte de l'action de la granulite soit sur le gneiss gris, soit sur les micaschistes. On y trouve une série de roches toutes spéciales qui semblent résulter d'actions métamorphiques autres que celles qu'exerce la granulite ; ce sont les amphibolites, les pyroxénites, les péridotites et les serpentines. Je me contenterai d'étudier ces roches indépendamment de toute hypothèse d'origine.

Gneiss gris. — Le gneiss fondamental ou gneiss gris a les mêmes éléments minéralogiques que le granite, mais disposés en lits plus ou moins continus et parallèles. Parfois l'aspect de la roche est tel qu'il semble que l'on ait affaire à un granite schisteux ; alors ce gneiss est dit granitoïde. Certains lits sans feldspath constituent les micaschistes anciens et sont de vrais accidents des gneiss gris. Cet ensemble forme un étage qui est très développé dans les massifs du Plateau Central et des Alpes, et qui apparaît aussi en Bretagne et dans les Pyrénées.

Il est loin d'avoir une pareille importance dans le Rouergue et dans la Montagne Noire. Je l'ai rencontré dans les mêmes massifs où j'aurai à signaler les autres termes de la série gneissique, mais il est toujours peu développé et passe insensiblement au gneiss granulitique qui semble provenir de son injection par la granulite.

Cependant de Boucheporn (1), Leymerie (2), Viguié (3) dans la Montagne Noire, Boisse (4) dans le Rouergue, dési-

(1) Explication de la Carte géologique du Tarn, 1848, p. 48.

(2) Description géognostique du versant méridional de la Montagne Noire dans l'Aude. Montpellier, 1873.

(3) Études géologiques sur le département de l'Aude (Bassin de l'Aude et Corbières), p. 61.

(4) Esquisse géologique du département de l'Aveyron, p. 58.

gnent sous le nom de gneiss granitoïde une roche dans laquelle le feldspath est très développé et en grands cristaux; mais c'est une variété de gneiss granulitique, dont je parlerai plus loin.

Gneiss granulitique. — La roche de la série primitive, la plus fréquente que j'aie rencontrée, est le gneiss granulitique (1). Il forme le soubassement des deux massifs anciens que j'ai distingués précédemment. C'est sur lui ou contre lui que repose toute la série des schistes phylliteux.

Le gneiss granulitique (2) résultant de l'injection de la granulite dans toute roche schisteuse peut appartenir à des époques très diverses. Je me contenterai d'exposer ici les différentes variétés que j'ai reconnues dans les *massifs primitifs*. J'indiquerai plus loin, en parlant des schistes moins anciens, quelle est l'action de la granulite sur eux.

Ce gneiss est caractérisé par ce fait que tous les éléments détritiques forment des lits séparés les uns des autres par des filonnets de granulite, qui, parfois, y ont pénétré et y ont introduit leurs minéraux propres. Cet isolement des éléments rend quelquefois la roche fort peu homogène, aussi est-elle souvent et facilement altérée. On la reconnaît fréquemment à sa coloration jaune qui provient de l'oxydation des sels de fer; quand le feldspath existe dans les bancs schisteux, c'est l'oligoclase et surtout l'orthose qui y forment de grands cristaux correspondant dans les lames minces à des plages à contours très irréguliers, parfois riches en damourite; ces plages sont corrodées et on y voit pénétrer des filonnets de quartz granulitique avec mica blanc. Le mica noir (3) est ancien; il est en lamelles assez rares et déchiquetées. C'est le même que celui du granite et du gneiss

(1) En septembre 1887, au Congrès pour l'avancement des sciences, tenu à Toulouse, j'ai signalé les principales variétés de roches de la série cristallophyllienne de la Montagne Noire. V. *Compte rendu*, 2^e partie, p. 477.

(2) Il serait trop long d'entrer ici dans la discussion de l'origine des gneiss granulitiques; j'admets qu'ils ont une origine mixte et qu'ils sont dus à l'injection d'une roche granitique dans une roche schisteuse.

(3) Très souvent il est altéré et transformé en pennine.

gris; il est disséminé en petits débris, mais il apparaît surtout en traînées dessinant les lits qui donnent à la roche sa schistosité. Les inclusions, parfois très rares, du mica, sont le zircon avec ses auréoles polychroïques bien nettes, l'apatite et de fines aiguilles de rutile. Le quartz forme également de grandes plages dans lesquelles se voient des fissures remplies de quartz secondaire et où se sont développées des lamelles de mica blanc.

Dans le cas où ce sont des micaschistes anciens qui ont été injectés, il n'y a de feldspath que celui qui a été introduit par la granulite; aussi la roche est-elle excessivement riche en quartz.

Dans les bancs granulitiques, les feldspaths forment généralement des cristaux peu développés; parfois, au contraire, l'orthose est en très gros cristaux. Le microcline peut y être très abondant. Le mica blanc, souvent associé au mica noir, en lamelles bien développées, est aligné suivant la direction des filonnets de granulite. Le quartz, généralement de structure granulitique, passe parfois à la structure pegmatoïde. On trouve encore disséminés, dans la roche du sphène, de l'apatite et du grenat. Mais il est impossible de savoir si ces minéraux appartiennent à la roche schisteuse ou à la roche éruptive.

Ce gneiss granulitique constitue la plus grande partie des massifs gneissiques de la Montagne Noire (1) et du Rouergue; il est très développé dans la partie Nord-Est de cette dernière région. C'est cette roche qui forme tout le plateau gneissique situé au Sud de Rodez, le pointement des environs de Decazeville, et qui, au Nord-Ouest de Montredon, revient au jour au milieu des schistes à sérécite par suite du jeu des failles.

VARIÉTÉS. — Ce gneiss granulitique présente des différences dans sa structure et dans sa composition minéralogique.

(1) MM. Leymerie et Viguiier ont cité cette variété dans l'Aude sans lui assigner sa véritable importance.

Parfois l'orthose de la granulite forme de gros cristaux entre les lits schisteux. Le volume de ces nodules peut atteindre celui d'un œuf. Dans ce cas, les cristaux qui ne se sont développés que par places ont écarté les feuilletés de la roche qui semblent alors les envelopper : c'est la variété que M. Boisse désigne dans le Rouergue sous le nom de *Gneiss glanduleux*. Elle forme, en général, des crêtes très déchiquetées. C'est un simple accident, qui se rencontre très fréquemment au milieu des massifs précédemment cités. J'en ai trouvé de beaux gisements dans le Rouergue : au Sud de Rodez, à Rieupeyroux, entre Salmièche et Cas-sagnes-Begonhès, dans les environs de Vezins, entre Salles-Curan et Saint-Beauzély, etc. ; dans la Montagne Noire, cette variété constitue les sommets les plus élevés de la chaîne gneissique : le pic de Nore, le Saumail, l'Espinouse, le Caroux, etc. C'est encore elle qui forme le massif dans lequel s'est creusée la vallée du Thoré : on la trouve sur le flanc méridional depuis Aiguefonde jusqu'à Jupilles ; sur le flanc septentrional, elle s'étend jusqu'à Rialet. Ces différents gisements sont si riches en granulite que les uns ont été pris pour des pointements de granite, d'autres pour des pointements de granulite (1).

Un cas particulier de cette structure correspond à la variété que les Allemands désignent sous le nom d'*Augen-Gneiss* ou gneiss œillé. La granulite et surtout le feldspath orthose forment des nodules tout à fait isolés au milieu de la roche schisteuse. Cette structure est un accident dû parfois à des causes mécaniques qui ont amené l'isolement de certaines parties d'un filonnet de granulite au milieu des bancs schisteux. C'est une variété assez fréquente. Je l'ai observée dans le Rouergue en un grand nombre de points, notamment dans les Palanges et au Sud de Rodez ; dans la

(1) Ce sont les gisements de granite que M. Boisse a indiqués sur sa Carte géologique au milieu des masses gneissiques. MM. Leymerie, de Rouville et Viguier ont également rapporté soit au granite (pic de Nore), soit à la granulite (Caroux), des gisements de cette variété de gneiss granitique.

Montagne Noire, je l'ai reconnue dans les massifs de l'Espinouse et du Caroux.

Il est encore un type assez fréquent et qui semble appartenir à la partie supérieure de la série des gneiss. C'est une association de cristaux très petits de feldspath et surtout de quartz; le mica y est très rare. Häuy et, après lui, Cordier lui ont donné le nom de *leptynite*. Le feldspath est représenté par l'orthose et l'oligoclase en très petits cristaux à contours arrondis. Le quartz, également avec des contours arrondis, y est très abondant, mais ses dimensions sont bien plus grandes. Parfois, certaines plages présentent la structure pegmatoïde. Ce sont des accidents lenticulaires intercalés parallèlement à la schistosité des gneiss, mais qui, dans certaines régions, peuvent constituer des masses puissantes (granulite de Saxe).

Cette leptynite est un des termes les plus constants de la série des gneiss granulitiques; je l'ai reconnue dans le Rouergue : au Monastère, près Rodez, dans la forêt des Palanges. Dans la Montagne Noire, à l'Est de Saint-Ferréol, la leptynite forme une longue lentille passant près de la métairie de Garriole; je l'ai retrouvée au Nord de Saint-Pons, sur la route d'Anglès, près de Murat, au bois de la Lauze.

Quand la granulite se développe beaucoup, par exemple dans le voisinage des centres d'éruption, les éléments schisteux sont disséminés dans la roche éruptive et alors on a affaire à une sorte de granulite schisteuse, dans laquelle les lamelles de mica sont orientées parallèlement entre elles, quoique distribuées dans une masse granulitique. C'est le cas au nord de Saissac, où la roche forme une vraie granulite gneissique comparable au granite gneissique de Saulieu.

Parfois, au contraire, les lits schisteux et les filonnets de

granulite sont parfaitement réguliers et semblent se mélanger par parties égales : c'est la variété à laquelle M. Boisse a donné le nom de *gneiss pailleté*, parce que la roche se délitant en lamelles ; celles-ci sont toujours couvertes de paillettes de mica. Il faut encore y rapporter le *gneiss à texture entrelacée* du même auteur. Cette variété s'observe dans un grand nombre de points des deux versants de la Montagne Noire (1) et dans le Rouergue, au Sud de Rodez, vers Bonne-Combe, et sur les bords du Viaur.

Enfin, comme dernier mode de structure, il faut citer celui où les micaschistes injectés par la granulite prédominent sur la roche éruptive. Dans ce cas, le gneiss a conservé la schistosité du micaschiste ; il est très feuilleté et présente des alternances de feuilletés noirs (micaschistes) et blancs (granulite). Les micaschistes injectés peuvent appartenir aux micaschistes anciens, du groupe des gneiss : alors le quartz des feuilletés schisteux forme de grandes plages associées à du mica noir ancien en grandes plages également ; le feldspath y est très rare comme élément ancien. Si les micaschistes granulitisés appartiennent à la série des *micaschistes récents* ou *schistes à séricite*, le quartz des bancs schisteux forme de moins grandes plages, le mica noir peut y être récent ; parfois, la roche renferme beaucoup de matière charbonneuse et de produits d'altération ferrugineux. Il est très difficile de distinguer les roches provenant de ces deux sortes de micaschistes. Je me contenterai d'indiquer les principales localités où j'ai rencontré des micaschistes injectés, sans faire de distinction d'origine.

Dans le Rouergue cette variété est très développée à la Loubière, à Bonne-Combe, près Rodez, au Suquet et à Barrique, près Firmy, à Auzits, dans les environs de Monestiés (2)

(1) C'est cette variété que MM. Leymerie et Viguié signalent comme passant aux micaschistes et que de Boucheporn indiquait dans le Nord du département du Tarn.

(2) Sur la route de Monestiés à Carmaux, j'ai trouvé un gisement où le mica-

et de Carmaux. Je l'ai rencontrée sur les deux versants de la Montagne Noire : dans les environs de Saint-Ferréol, des Cammazes, d'Arfons, de Mazamet, de Murat, près d'Anglès, de Saint-Pons, dans le Caroux, etc. Elle se voit surtout dans le voisinage des micaschistes, auxquels elle passe, d'ailleurs, insensiblement.

A toutes ces variétés qui résultent de la structure plus que de la composition minéralogique, il faut ajouter celles qui proviennent de la présence, dans la roche, d'éléments minéralogiques spéciaux. La plus répandue est le *gneiss à grenat*; elle peut résulter de la préexistence du grenat parmi les éléments anciens de la roche schisteuse primitive, et alors ces cristaux de grenat atteignent de grandes dimensions et perdent leurs formes cristallines; ou bien, ceux-ci ont été introduits par la granulite dans la roche primitive et alors leurs dimensions sont beaucoup moindres; de plus, ils restent pour ainsi dire cantonnés dans les lits granulitiques. J'ai trouvé des *gneiss à grenat* ayant ces deux origines dans le Rouergue et dans la Montagne Noire. Ils sont disséminés au milieu des autres et ne semblent pas former de bancs continus. Les plus beaux gisements sont ceux de Najac, d'Arvieu, de Monestiés, dans le Rouergue, et de Montalet, dans la Montagne Noire; dans les roches provenant de ces localités, les grenats sont visibles à l'œil nu, et appartiennent à l'espèce dite almandin.

L'amphibole est parfois assez abondante pour qu'on puisse la considérer comme formant un type spécial, le *gneiss à amphibole*. Ce dernier minéral est associé au mica noir et forme avec lui des lits très nets; il fait partie des éléments relativement anciens de la roche schisteuse. On trouve fréquemment dans cette variété de l'épidote associée

schiste est très riche en épidote et surtout en zoïsite, tandis que le mica noir fait presque entièrement défaut.

à la zoïsite et du sphène, parfois même du leucoxène (1) en assez grande quantité. Cette roche renferme donc certains minéraux qui, ainsi que je le montrerai plus loin, font partie des éléments constitutifs des amphibolites. Au Sud de Rodez, vers Caplongue, ce gneiss amphibolique est très développé et présente une grande épaisseur, tandis que dans la Montagne Noire, à Montalet, par exemple, qui est un des meilleurs gisements de la région, son épaisseur est très faible et il n'apparaît que sur une surface très restreinte.

Parfois la granulite, appartenant alors à la variété dite pegmatite, a introduit dans les gneiss des cristaux de tourmaline. Cette variété est fort rare, je ne l'ai trouvée que dans un seul point : dans la Montagne Noire, au bois de la Lauze, près Murat. Ce *gneiss à tourmaline* ne peut être considéré comme une variété, mais bien plutôt comme un accident qui doit se rencontrer dans le voisinage des filons de pegmatite.

Le *gneiss à sillimanite* est une variété assez fréquente : la sillimanite y forme des houppes soyeuses, parfois groupées en grand nombre. Dans le Rouergue et surtout dans la Montagne Noire, principalement sur le versant Nord du côté de Murat et sur le versant Sud du côté de Saint-Pons, se voit un gneiss très riche en granulite, dans lequel la sillimanite est très développée.

Cette sillimanite est un minéral secondaire qui pullule souvent dans le mica noir, comme c'est le cas au Caroux, dans la Montagne Noire. Dans cette même région, aux gorges d'Héric, j'ai trouvé une variété de gneiss à sillimanite que je n'ai pas rencontrée ailleurs. Ce minéral associé au feldspath forme, dans une leptynite, de petites masses ovoïdes entourées de mica noir.

(1) Le minéral que je désigne ainsi est un sphène secondaire qui n'a pas de contours nets et qui est analogue à celui qui se produit autour du fer titané.

D'une manière générale, il semble qu'il y ait une certaine relation entre la présence de la sillimanite et celle de la granulite.

Il est une variété de gneiss que je n'ai pas encore reconnue, bien qu'elle soit fréquente dans tous les massifs primitifs : c'est le *gneiss à cordiérite*. Je ne doute pas cependant qu'on ne le trouve un jour dans le Rouergue et la Montagne Noire, tant c'est un terme constant dans la série des gneiss.

Peut-être certains des gneiss à sillimanite dont je viens de parler dérivent-ils de gneiss à cordiérite ? Ce dernier minéral passe en effet très facilement à la sillimanite par altération. Jusqu'ici, je ne puis faire que des hypothèses à cet égard.

AMPHIBOLITE

Au milieu des bancs de la partie supérieure des gneiss apparaissent les amphibolites. Ces roches ont été déjà signalées dans le Rouergue par M. Boisse (1) qui les classait parmi les roches éruptives ; il y distinguait plusieurs variétés, toutes basées sur la structure : elles étaient *massives*, *cristallines*, *grenues* ou *compactes* ; au point de vue de leur composition minéralogique il y avait, selon le même auteur, passage aux diorites, aux syénites, aux gneiss amphiboliques, aux diorites schisteuses ; enfin, la présence du grenat dans ces roches est un accident qu'il signale comme fréquent.

Dans la Montagne Noire, M. Caraven Cachin (2) a cité également la présence des amphibolites sans en indiquer le gisement.

(1) Recherches sur les gîtes métallifères de l'Aveyron et sur leurs relations avec divers produits plutoniques. *Ann. des Mines*, 5^e série, t. II, p. 467. — Esquisse géologique, etc., p. 254.

(2) *C. R. Ac. des Sc.*, t. CIV, p. 1839.

La roche typique est constituée par une association de grands cristaux prismatiques d'amphibole appartenant généralement à la hornblende et rarement à l'actinote, et dont les dimensions sont le plus souvent appréciables à l'œil nu. Ils sont allongés suivant l'arête $h^1 g^1$ et sont généralement couchés sur une face m . Ils s'enchevêtrent les uns dans les autres. Vus au microscope, ils sont brisés, à contours irréguliers, présentant le plus souvent des traces du clivage mm . Le polychroïsme est assez sensible, surtout quand on a affaire à la hornblende. Entre ces grands cristaux, s'en trouvent d'autres plus petits, qui ne sont que des débris des précédents.

A côté de cette amphibole qui forme l'élément essentiel de la roche, il y a un certain nombre de minéraux qui, tout en ayant une importance moindre, se rencontrent toujours, cependant, dans les amphibolites et semblent ainsi faire partie de leurs éléments constitutifs. Tels sont, comme minéraux de consolidation ancienne : le sphène, le fer oxydulé, le grenat, le mica noir, le pyroxène et la zoïsité, et, comme éléments de consolidation plus récente, le feldspath, le quartz, l'épidote et encore la zoïsité. Le sphène est à deux états : en cristaux fusiformes ($b^1 d^1_{\frac{1}{2}}$), ce qui est le cas le plus général, et en amas sans contours cristallins bien définis, provenant peut-être de l'altération du fer titané (leucoxène). Le fer oxydulé forme des grains parfois très nombreux. Le grenat, quelquefois en grands cristaux, constitue des inclusions dans l'amphibole. Le mica noir et le pyroxène, qui sont très fréquents dans certaines amphibolites d'autres régions, ne se voient qu'à l'état de rares cristaux disséminés dans les roches que j'ai rencontrées. La zoïsité semble appartenir souvent aux éléments de consolidation ancienne : alors elle est en cristaux brisés, de petites dimensions; d'autres fois elle forme de longs prismes qui paraissent être de consolidation plus récente. L'épidote accompagne la zoïsité qui s'en distingue par sa très faible biréfringence et sa grande dispersion. Parmi les feldspaths, l'oligoclase est de beaucoup

le plus fréquent, puis viendraient, par ordre d'importance, l'orthose et le labrador. Quant au quartz, il forme des plages enveloppant tous les autres minéraux.

Les variétés d'amphibolite résultent toutes de la prédominance d'un ou de plusieurs de ces minéraux accessoires. Une des plus fréquentes est celle dans laquelle le quartz et le feldspath sont très développés; c'est un passage des gneiss amphiboliques aux amphibolites, passage que M. Boisse a déjà signalé. Le quartz et le feldspath semblent parfois provenir d'une injection de granulite dans une amphibolite typique. Au microscope, on reconnaît que les grands cristaux d'amphibole sont cassés, corrodés et présentent de nombreux trous remplis de quartz granulitique. L'oligoclase prédomine de beaucoup sur l'orthose; très fréquemment il est altéré et transformé en partie en kaolin et damourite. L'épidote et la zoïsité se trouvent également en débris et le fer oxydulé forme de petites masses sans contours réguliers. Cette variété d'amphibolite, granulitique est tantôt riche en quartz, tantôt riche en feldspath; par exemple, à la Cau, près de Firmy, le feldspath a cristallisé par places entre les cristaux d'amphibole, et il semble, en ce point, qu'on ait affaire à une diorite; cependant on peut encore distinguer les deux roches l'une de l'autre: dans les accidents des amphibolites, l'amphibole est cassée et entourée par le feldspath, tandis que c'est généralement l'inverse dans les diorites. D'ailleurs, on reconnaît facilement sur le terrain que c'est un accident purement local. Par sa composition minéralogique, cette variété d'amphibolite peut donc rappeler soit la syénite, soit la diorite; aussi s'explique-t-on que M. Boisse ait admis qu'elle passait tantôt à l'une, tantôt à l'autre de ces deux roches. Mais l'allure de l'amphibolite, ainsi que je le montrerai plus loin, en fait une vraie roche stratifiée.

J'ai rencontré cette variété granulitique dans le Rouergue, aux environs de Firmy, à Compeyrouse, près Arvieu, au Sud de Najac, et dans la Montagne Noire, à Sales, à Lacabarède,

dans les environs de la Salvetat, à Rieumajou, à la Tri-valle, etc.

Il est certains bancs dans lesquels se voient des accidents pegmatoïdes de feldspath et d'amphibole, comme ceux que M. Michel Lévy a signalés à Marmagne, dans le Morvan (1). Au Puy de Voll, près Firmy, c'est une structure assez rare; mais près d'Anglès et de Sales, dans la Montagne Noire, elle se présente fréquemment.

L'épidote et la zoïsité sont très développées dans certains gisements. Ce dernier minéral forme parfois des prismes d'assez grandes dimensions pour être visibles à l'œil nu et qui semblent même constituer à eux seuls de minces lits alternant avec d'autres plus épais, renfermant uniquement des cristaux d'amphibole. C'est le cas pour le gisement situé au Sud de Najac, mais c'est une exception. La zoïsité est encore abondante, bien que moins développée, au Puy de Voll.

Le grenat, quand il existe, est disséminé dans toute la roche: c'est la variété à laquelle M. Boisse a donné le nom d'*éclogite*; mais le niveau habituel des éclogites typiques est plus récent et elles se rencontrent en général dans les schistes à sérécite.

A Pentézac, près Arvieu, apparaît dans un massif de serpentine une amphibolite très riche en anthophyllite et dont tous les cristaux semblent avoir été brisés entre un pointement de norite et la serpentine; ils sont réduits à l'état de fibres très courtes. Ce n'est là qu'un accident sur lequel je reviendrai plus tard.

Dans certains gisements, l'amphibole commence à s'altérer et l'on voit dans les cristaux apparaître déjà des fibres de chrysotile. C'est un commencement de serpentinsation et un passage à la serpentine, roche à laquelle l'amphibolite est presque toujours associée, ainsi que je l'établirai plus loin en parlant des serpentines.

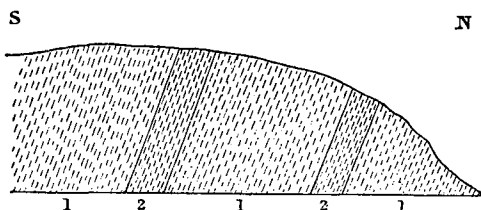
(1) *Bull. Soc. Géol.*, 3^e série, t. VII, p. 859.

Le type franc et les variétés se rencontrent dans les mêmes gisements sans qu'il y ait aucune règle à établir dans leur ordre de superposition.

Quelles que soient leur composition minéralogique et la région où je les ai rencontrées, les amphibolites sont toujours interstratifiées au milieu des gneiss granulitiques. Cette disposition est extrêmement nette sous le village de Sales, sur la route de Saint-Amans à Lespinassière. En ce point, on voit deux bancs d'amphibolite formant pour ainsi dire deux murs au milieu des arènes résultant de l'altération des gneiss granulitiques. Cependant, l'allure stratifiée de ces amphibolites est très nette et l'on peut reconnaître que les cristaux d'amphibole forment des lits parallèles à ceux du mica dans les gneiss.

FIG. 1.

Coupe prise au-dessous du village de Sales.



1. Gneiss granulitique. — 2. Amphibolite.

Dans les autres gisements, l'interstratification de l'amphibolite au milieu des gneiss est tout aussi certaine, bien que souvent elle soit moins facile à voir. Elle ne laisse aucun doute sur l'âge de cette roche qui appartient bien à la série primitive au même titre que les gneiss. De la sorte, tombe la théorie de M. Boisse qui faisait de certaines amphibolites « des modifications métamorphiques des roches encaissantes sous l'influence des éruptions serpentineuses (1) ». Pour lui, ces dernières éruptions dateraient de la période comprise entre le Trias et le Jurassique; telle serait, par suite de cette théorie, l'époque de la formation des am-

(1) Esquisse géologique, etc., p. 255.

phibolites. Mais il est un fait très important et qui a échappé à M. Boisse, c'est que le granite, dont l'éruption est certainement antérieure au Trias, a entraîné des blocs d'amphibolite, ainsi qu'on peut le voir près de Peyrusse dans le Rouergue. Il n'y a donc aucun doute sur l'ancienneté de l'amphibolite.

Cette roche se voit à ce même niveau géologique dans tous les massifs anciens. C'est toujours interstratifiée au milieu des gneiss et associée à la serpentine qu'elle a été rencontrée par MM. Barrois (1), en Bretagne; Douvillé (2), dans le Limousin; Fouqué (3), dans le Cantal; Michel Lévy, dans le Morvan (4) et le Mâconnais (5); Gruner, dans la Loire (6); Lory, dans les Alpes (7); Credner (8), dans le massif granulitique de la Saxe; etc.

Dans le Rouergue, les gisements que j'ai étudiés sont ceux que M. Boisse avait déjà signalés dans son *Esquisse* : au Puy de Voll, dans les Palanges, au Sud de Najac, au Nord et à l'Ouest de la Guépie, au Nord et au Sud d'Arviu, au Nord de Sylvanès, au Minier du Tarn, à Villefranche de Panat, etc. On a reconnu encore la présence de l'amphibolite à l'Ouest d'Albi, au niveau du Tarn et, enfin, dans les travaux souterrains et dans les sondages du bassin de Carmaux. Dans toute cette région, ces roches ont été ramenées par failles au contact des schistes à sérécite; mais elles appartiennent encore à la série des gneiss. Dans la Montagne Noire, j'en ai reconnu des gisements à Labécède, à Sales, à Lacabarède et à Bonneval, dans les environs de la Salvétat d'Anglès.

(1) *Ann. Soc. Géol. du Nord*, t. X, p. 56.

(2) *In de Lapparent. Traité de Géologie*, 2^e édit., p. 639.

(3) *Ibid.*

(4) *Bull. Soc. Géol. de France*, 3^e série, t. VII, p. 857.

(5) *Feuilles d'Autun*, n° 136, et de *Chalon-sur-Saône*, n° 137.

(6) *Description historique du département de la Loire*, p. 190.

(7) Notice sur deux gisements de roches amphiboliques associées à des euphotides et à des serpentines dans les environs de Grenoble. *Soc. statistique de l'Isère*, 2^e série, t. II, p. 359. — Sur les variations minéralogiques des schistes cristallins dans les Alpes occidentales. *Bull. Soc. Géol.*, 3^e série, t. III, p. 794.

(8) *Das sächsische Granulitgebirge und seine Umgebung*, p. 21.

SERPENTINE

A la plupart de ces gisements d'amphibolite sont associés des pointements de serpentine et, de plus, cette dernière roche ne s'observe que là où se montre l'amphibolite. Il semble donc qu'il y ait une relation entre les deux roches. Ce fait et la tendance qu'a l'amphibole à passer parfois à la serpentine en s'altérant amènent à penser que ces deux roches dérivent l'une de l'autre par métamorphisme. Dès lors, l'étude de la serpentine doit venir après celle des amphibolites.

La serpentine a été reconnue depuis longtemps dans le Rouergue. Dès 1817, Cordier (1) signalait sa présence au milieu des gneiss. Mais ce n'est qu'en 1852 que M. Boisse (2) fit, le premier, remarquer les relations qui existent entre les gisements de serpentine et ceux d'amphibolite. Malheureusement, il en tira les conclusions erronées que j'ai rappelées plus haut.

Dans certains gisements d'amphibolite, on trouve déjà des bancs dans lesquels l'amphibole commence à s'altérer. D'abord, elle perd de sa biréfringence; en lumière polarisée, elle a une teinte gris-vert et elle se fragmente en fibres radiées (chlorite) qui ont un aspect chatoyant. En même temps, il se produit, dans les interstices des cristaux d'amphibole, du talc très biréfringent, sans forme cristalline définie. Parfois, entre les fibres d'amphibole tout à fait décolorées, apparaît une substance jaunâtre. C'est un fait analogue à celui qui a été déjà signalé (3) dans les péridotites qui passent à la serpentine. D'autres fois, dans l'intérieur d'anciens cristaux d'amphibole, se développe, par places, une substance transparente, sans action sur la lumière pola-

(1) Note sur les roches de serpentine observées jusqu'à présent dans les montagnes de l'intérieur de la France. *Ann. des Mines*, 1^{re} série, t. II, p. 343.

(2) Recherches sur les gîtes métallifères de l'Aveyron, etc. *Ann. des Mines*, 5^e série, t. II, p. 490.

(3) Macpherson. On the origin of the serpentine of the Ronda Mountains, 1876, p. 11.

risée, et qui n'est autre que de la serpentine. Quelquefois encore, il y a serpentisation de l'amphibole, fibre à fibre pour ainsi dire. Enfin, dans quelques gisements de serpentine, se retrouvent de grands cristaux d'amphibole en partie transformés en serpentine; ce sont autant de vestiges de l'ancienne amphibolite qui viennent confirmer l'origine attribuée à la serpentine (1).

Bien que je n'aie pas trouvé dans un même affleurement d'amphibolite tous ces différents degrés d'altération, cependant les conditions de gisement étant partout les mêmes, je ne doute pas que partout on ne puisse trouver des échantillons permettant de reconnaître cette succession.

Quelle que soit la localité d'où elle provient, la serpentine a toujours à peu près la même composition minéralogique. Le chrysotile (2) forme toujours le fond de la roche : le plus fréquemment, il constitue un réseau entre les mailles duquel se voit la matière serpentineuse; les alvéoles qui résultent de cette disposition affectent une forme assez régulière et toujours sensiblement rectangulaire, tandis que dans les serpentines provenant des roches à périclase, les alvéoles sont polygonales et irrégulières. Il semble que la forme des anciens cristaux d'amphibole se laisse encore apprécier. D'autres fois, le chrysotile est à l'état de fibres formant des houppes irrégulières ou bien encore rappelant, par leur groupement, les grands cristaux d'amphibole. Par places, se voient des amas plus ou moins développés de lamelles gris-vert d'une chlorite très fréquente dans les serpentines. Enfin, le fer oxydulé est disséminé dans toute la masse en traînées très irrégulières (3).

(1) Le passage graduel de l'amphibole à la serpentine a été déjà signalé en 1883 par M. Michel Lévy dans les diorites du Beaujolais. *Bull. Soc. Géol.*, 3^e série, t. XI, p. 294.

(2) Il convient de faire remarquer que les produits concrétionnés et fibreux qui constituent ces serpentines ne sont pas tous positifs suivant l'allongement de leurs fibres, ainsi que c'est le cas pour le chrysotile. Il y a donc dans ces roches, outre ce minéral, des produits sur lesquels, d'ailleurs, on n'a encore que peu de renseignements.

(3) Après avoir étudié l'amphibolite et la serpentine qui en dérive, il serait très naturel de rechercher par suite de quelles actions chimiques ce métamorphisme

La serpentine constitue toujours des pointements au milieu des gisements d'amphibolite; ils se reconnaissent de loin à leur végétation toujours pauvre et chétive. Si on examine l'allure relative des deux roches, on reconnaît que les amphibolites forment toujours un pli anticlinal dont l'axe est occupé par la serpentine. Cette disposition est très nette au Puy de Voll, localité devenue classique après les descriptions que Cordier et Dufrénoy en ont données. La coupe suivante montre cette allure :

FIG. 2.
Coupe du Puy de Voll.



1. Serpentine. — 2. Bancs d'amphibolite alternant avec des bancs de gneiss granulitique. — 3. Gneiss granulitique.

Si à la Besse Noits, où cette coupe a été prise, la partie supérieure du pli anticlinal n'existe plus, cependant un peu plus au Nord, en allant vers la Cau, on voit la serpentine disparaître sous l'amphibolite; mais, par suite d'érosion, elle se montre encore par places, toujours en contact avec l'amphibolite.

Dans tous les autres affleurements de serpentine que j'ai étudiés, l'allure est la même. Au Sud de Najac, la ligne de chemin de fer de Villefranche à la Guépie traverse plusieurs fois des amphibolites et des serpentines. Le pointement le plus important est situé au-dessous de la métairie de la Vayssière. Là, sur le versant oriental d'une masse de serpentine, des bancs d'amphibolite plongent vers l'Est, tandis que, sur le versant occidental, ces mêmes bancs plongent vers l'Ouest. Il y a donc un pli anticlinal dans les amphibolites, pli dont l'axe correspond encore à une masse de serpentine.

a pu se produire, mais ce serait m'engager dans la théorie et, par suite, sortir du cadre que je me suis tracé.

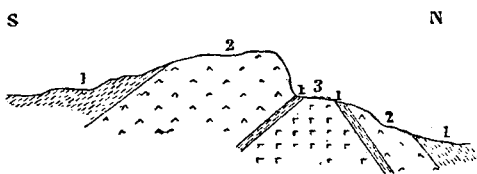
Pour les autres gisements de cette région, on ne voit les amphibolites recouvrant la serpentine que sur leur tranche, sans qu'il soit possible de reconnaître leur plongement; cependant on peut dire, à l'allure des gneiss qui reposent sur la première de ces deux roches, qu'il y a encore un pli anticlinal dans tous ces pointements. D'ailleurs, en reportant ces gisements sur la carte, on reconnaît qu'ils se font suite les uns aux autres; il est donc très naturel d'admettre qu'ils appartiennent tous à un même pli anticlinal qui se montre encore au Sud-Ouest de la Guépie (1).

Entre Frayssinhes et Alrance, l'amphibolite forme également un pli anticlinal extrêmement allongé et au milieu duquel se montrent des pointements de serpentine correspondant aux localités de Frayssinhes, Arvieu, Ginestous, Compeyrouse, Pentézac, Alrance.

Je n'ai pu voir l'intercalation des serpentines au milieu des amphibolites qu'en un seul point, au-dessous de Pentézac, au Sud d'Arvieu. Là, il y a un bombement qui correspond à un pointement de norite et qui montre, sous la serpentine, un banc d'amphibolite riche en anthophyllite.

FIG. 3.

Coupe du pointement de Pentézac.



1. Amphibolite. — 2. Serpentine. — 3. Norite.

Ce fait suffit pour établir que la serpentine est interstratifiée dans les amphibolites et que l'allure des deux roches est bien la même. L'étude minéralogique a démontré que la serpentine provenait de l'amphibolite par altération; on

(1) Ce gisement de La Guépie a été un des premiers connus. Boucheporn l'a marqué sur sa Carte géologique du Tarn, et Dufrénoy en a donné une coupe dans son Explication de la Carte géologique de France, p. 172.

peut donc considérer la première de ces deux roches comme le résultat du métamorphisme *sur place* de la seconde. Aucun fait ne me permet de dire à quelle époque cette transformation s'est opérée. Cependant, il semble certain que lorsque le plissement du terrain primitif du Rouergue s'est produit, la serpentine existait déjà comme roche, car elle présente une schistosité très marquée résultant de l'effort sous lequel le relief du Rouergue a été modifié. Ce plissement est antérieur à l'époque du Houiller supérieur, ainsi que je l'établirai dans la dernière partie de ce travail. De plus, il est antérieur à l'éruption de la microgranulite, puisque, près de la Vayssière, au Sud de Najac, un des plis anticlinaux dus à cet effort est traversé par un filon de microgranulite passant à l'orthophyre. Ces éruptions ne dépassant pas le Houiller, le plissement du Rouergue et par suite de la serpentine datent au plus tôt de l'époque anthracifère.

Le plus souvent, la serpentine a été considérée comme une roche éruptive, post-triasique. Si, comme le pensaient Dufrénoy (1) et M. Boisse (2), la serpentine de l'Aveyron eût été éruptive par elle-même, elle se rencontrerait en filons au milieu des autres termes de la série gneissique, tandis que, jusqu'ici, je l'ai toujours vue recouverte par les amphibolites et ne les dépassant pas. Il semble que là où ne se rencontre plus la roche à amphibole, la serpentine ne puisse exister; d'ailleurs, j'ai exposé plus haut les raisons qui peuvent faire valoir l'origine métamorphique de la serpentine, et je n'y reviendrai pas.

Pour M. Boisse, l'éruption de la serpentine aurait eu lieu entre le dépôt de son Grès vosgien (qui correspond en réalité au Permien moyen) et celui des assises triasiques; il s'appuie sur la direction des filons qui correspondrait au système du Rhin d'Élie de Beaumont, système qui s'est formé à cette époque. Mais la serpentine existait déjà avant l'époque permienne, puisqu'au Minier du Tarn, le Permien inférieur

(1) Explication de la Carte géologique, etc., t. I, p. 172.

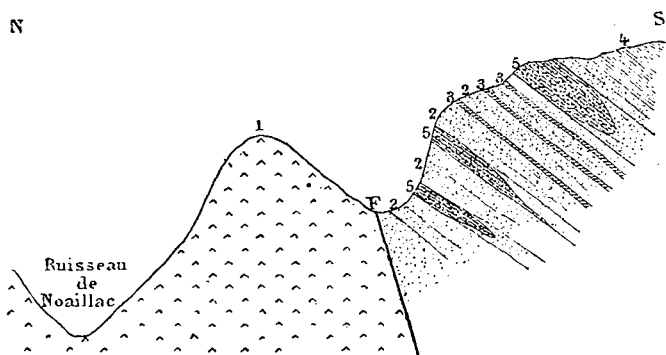
(2) Esquisse géologique, etc., p. 252.

repose directement sur une amphibolite presque entièrement serpentinisée.

Pour Dufrénoy, l'éruption se serait produite entre le dépôt du Grès bigarré et celui du Lias; il s'appuyait sur des faits observés dans les environs de Figeac, mais il y avait erreur de sa part sur la nature des roches éruptives et sur l'âge des terrains sédimentaires qu'elles traversaient. En tout cas, il signale qu'au Puy de Voll, la serpentine a rejeté de chaque côté le terrain houiller qu'elle traverse. Au premier abord, en effet, la serpentine paraît être postérieure au Houiller : sur la rive droite du ruisseau qui vient de Noaillac et aboutit dans le Rieu Vergne, au niveau de Firmy, se voient des grès houillers fortement imprégnés de substances terreuses de couleur rouge-brun ou verte. Il semble qu'il y ait là pénétration de la serpentine dans le Houiller, d'autant plus que les deux roches sont en contact. Mais, examinés au microscope, ces grès renferment un mélange de petits débris de serpentine très souvent altérée, associés aux éléments constitutifs de ces grès. C'est un mélange mécanique de matières serpentineuses entraînées, sans doute par les eaux, dans les grès grossiers du Houiller. La pénétration ne s'est pas faite dans tous les bancs stratifiés de la même manière, ainsi que le montre la coupe suivante :

FIG. 4.

Contact de la serpentine et du terrain houiller, près de Firmy.



1. Serpentine. — 2. Grès houillers. — 3. Lits de houille. — 4. Schistes gréseux houillers. — 5. Grès remplis de débris de serpentine altérée.

Cette pénétration, qui a été d'autant plus profonde que les bancs étaient plus poreux, ne donne aucune indication sur l'âge relatif des deux roches, puisqu'elle a pu se produire longtemps après leur formation. Le contact entre la serpentine et le Houiller se fait par deux failles : l'une est orientée N. 47° O.; l'autre, qui suit la vallée du ruisseau de Noailiac, a une direction de N. 60° E. Ces deux failles sont post-permiennes, sans qu'on puisse préciser leur âge davantage; la serpentine ne se trouve à son niveau actuel que par suite du jeu de ces failles; son apparition dans la région est donc postérieure au Houiller; toutefois, sa formation a pu être bien antérieure à ce dernier étage, et l'on ne peut prendre l'exemple du Puy de Voll pour démontrer que la serpentine est une roche éruptive post-houillère.

La serpentine, considérée pendant longtemps comme d'âge exclusivement triasique, a été reconnue déjà depuis plusieurs années dans les mêmes conditions de gisement que dans le Rouergue, c'est-à-dire associée aux amphibolites des gneiss, dans les Cornouailles, la Bretagne, le Plateau central, les Alpes et dans bien d'autres massifs.

PYROXÉNITE

Cette roche paraît être très rare; je n'en connais qu'un gisement situé près Dournets, au Nord d'Arvieu, dans le Rouergue. Elle est d'un ton gris-vert, à éléments très fins, au milieu desquels se distinguent à l'œil nu de petits cristaux de grenat. Au microscope, cette roche paraît composée d'une foule de petits microlithes de pyroxène, grossièrement arborisés, au milieu desquels se distinguent de grands cristaux de grenat, de zoïsite, de rutile et d'amphibole. (Vr pl. I. fig. 1.)

Les minéraux qui ont cristallisé le plus anciennement appartiennent au grenat, à la zoïsite et au rutile. Les cristaux de grenat sont riches en inclusions liquides à bulles mobiles; on y voit un grand nombre de fissures tout autour

desquelles le minéral est altéré. Le rutile sans contours bien définis et la zoïsite en prismes allongés suivant l'arête *mm* sont moins abondants que le grenat.

C'est autour de ces éléments les plus anciens que se sont groupés les éléments les plus récents. Les prismes de zoïsite sont entourés de petits cristaux de pyroxène formant de vraies houppes. Cette structure se retrouve également dans toute la roche, sans que la présence d'un cristal ancien soit nécessaire pour la provoquer. Le rutile ne semble pas avoir eu la même force attractive, car il est rarement entouré de pyroxène; cependant une amphibole évidemment secondaire et provenant de l'altération du pyroxène forme parfois une couronne polysynthétique autour de ce rutile. C'est là un cas assez rare pour que je n'aie pas cru nécessaire de le faire représenter sur le dessin. Par contre, cette disposition de l'amphibole est très fréquente, pour ne pas dire constante, autour des cristaux de grenat.

Ce qui donne à cette pyroxénite son originalité, c'est la structure *en squelette* des cristaux de pyroxène; ils paraissent avoir cristallisé rapidement et rappellent les arborisations des scories ou des verres refroidis très brusquement. C'est là une particularité fort curieuse, surtout pour une pyroxénite des gneiss, et c'est pour cela que j'ai cru devoir la faire figurer. Les éléments constitutifs de ces *squelettes* de pyroxène sont tellement pressés les uns contre les autres que l'on ne voit pas ici le fond feldspathique qui existe dans d'autres roches similaires, ainsi que l'ont établi les travaux de MM. Becke (1) et Michel Lévy (2). Il y a liaison entre ce type de pyroxénite et les mélanges pegmatoïdes de pyroxène ou d'amphibole avec le feldspath, que l'on observe dans les calcaires métamorphisés, et dont il sera parlé plus loin.

On connaît plusieurs gisements de pyroxénite de la série des gneiss dans les massifs anciens. Elle a été déjà citée en

(1) Die Gneissformation d. niederösterreichischen Waldviertels. *Tschermak's M. u. P. Mittheil.*, t. IV, p. 365.

(2) *Bull. Soc. géol.*, 3^e S., t. XI, p. 302, et t. XVI, p. 224.

Bretagne (1). M. Fouqué l'a retrouvée dans le Cantal (2) et M. Parran dans le massif de l'Edough, près Bône (3).

Ainsi qu'il ressort d'un travail de M. Barrois (4) sur les pyroxénites des îles du Morbihan, les types en sont fort nombreux. Cependant, quelles que soient les variétés auxquelles il faille les rapporter, les pyroxénites semblent être cantonnées dans les parties moyenne et supérieure de la série des gneiss.

PÉRIDOTITE

Au Nord d'Arvieu, au niveau des premières maisons du village, se dresse un pointement d'une roche de couleur verte dont l'aspect est celui de la serpentine. Ce pointement, qui n'a que quelques mètres de circonférence, est formé de blocs grossièrement équarris, résultant de fissures qui se sont produites naturellement. C'est une péridotite qui apparaît dans l'axe d'un pli anticlinal formé par des amphibolites alternant avec des gneiss à grenat. Sa position est la même que celle de la serpentine par rapport aux roches encaissantes.

Ainsi que cela a lieu pour la plupart des péridotites, la roche est très altérée et transformée en grande partie en serpentine, ce qui explique qu'elle ait pu être confondue avec les autres gisements de serpentine de la région. Cependant, au microscope, on en reconnaît facilement les éléments constitutants.

Ce sont d'abord de grands cristaux de péridot dont les contours sont arrondis et dont les formes cristallines ont presque totalement disparu. Ils sont fissurés et le minéral a commencé à s'altérer le long des fentes. Les parties encore intactes sont très biréfringentes. Elles sont souvent

(1) Cross. Studien uber bretonische Gesteine mineral und petrog. *Mittheil.* Bd. III, 1880, p. 369. — Analyse par M. Barrois. *Ann. Soc. géol. du Nord*, t. VIII, p. 94.

(2) De Lapparent. *Traité de géologie*, p. 660.

(3) *Bull. Soc. géol. de France*, 3^e série, t. XI, p. 507.

(4) *Annales Soc. géol. du Nord*, t. XV, p. 69.

entourées d'une substance brune sans action sur la lumière polarisée et qui semble former de véritables veines suivant la description très exacte qu'en a donnée M. Macpherson (1).

Ces cristaux de péridot sont entourés d'une auréole de chrysotile dont les fibres, de très faibles dimensions, sont orientées normalement à la surface des grains de péridot.

Enfin, là où la roche n'est pas trop altérée, on voit l'olivine former inclusions au milieu de grandes plages de diallage. Ce dernier minéral est donc de formation postérieure au premier.

Les grands cristaux de diallage et d'olivine sont disséminés au milieu d'une masse serpentineuse constituée par de petites fibres de chrysotile dont quelques-unes dessinent encore, par leur groupement, la forme des cristaux de péridot. Le diallage lui-même peut se transformer intégralement en serpentine lamellaire (antigorite et bastite).

Le gisement de cette péridotile est en tous points comparable à celui des amphibolites, des serpentines et des pyroxénites ; on peut donc l'assimiler aux péridotites stratifiées qui ont été déjà signalées en bien des points comme intercalées au milieu des gneiss.

Remarque. — Le groupe des gneiss présente donc dans le Rouergue, d'après ce qui précède, cette singulière association, déjà signalée dans certains massifs primitifs, de roches très acides et de roches basiques, telles que amphibolites, pyroxénites et même péridotites. Mais l'analogie avec ces massifs anciens est encore plus complète : l'apparition d'une norite à Arvieu, au milieu de toutes ces roches plus ou moins basiques, rappelle l'apparition, en Suède, de gabbros au milieu des mêmes roches basiques. Je donnerai la description de la norite à propos des roches éruptives, sans d'ailleurs me dissimuler qu'elle pourrait bien appartenir à la

1. On the origin of the serpentine of the Ronda-Mountains. — Madrid, 1876.

série cristallophyllienne. Quelles que soient les causes auxquelles sont dues de pareilles associations, elles semblent avoir eu une généralité fort remarquable.

II. — GROUPE DES MICASCHISTES

Ce groupe (1), ainsi que je l'ai déjà dit, se distingue du précédent en ce que le feldspath n'y est plus un élément essentiel. Les plus anciennes roches de cet étage sont encore très cristallines, tandis que les plus récentes le sont très peu. On y rencontre, disséminés dans la roche, certains minéraux, tels que l'apalite, le fer oxydulé, le sphène, le feldspath, l'épidote, le mica noir, comme dans les assises plus anciennes.

Cette série est caractérisée par la faible dimension de ses cristaux de quartz et surtout par la présence d'éléments phylliteux de formation récente (mica noir, chlorite ou séricite).

Les roches les plus métamorphisées, comme aussi les plus anciennes, sont les *schistes micacés*.

Schistes micacés. — Dans les massifs gneissiques reposent, en concordance de stratification sur les gneiss, des schistes micacés différant peu des micaschistes anciens du groupe précédent; cependant on peut y reconnaître un métamorphisme bien net dû à l'action de la granulite, métamorphisme par suite duquel du quartz récent s'est développé autour de petits grains anciens de ce même minéral. En même temps, une autre action métamorphique a amené la production de mica noir récent se distinguant de l'ancien par son *manque de contours* et par le fait qu'il n'est pas disloqué; il moule tous les autres éléments.

Cette variété de micaschistes fait suite aux roches gneissiques du Rouergue, aussi bien qu'à celles de la Montagne

(1) Sur la carte géologique, je n'ai marqué que les gisements où les micaschistes sont bien développés. En général, il y a passage des gneiss granulitiques aux schistes archéens-cambriens par les micaschistes.

Noire. Dans cette dernière région, elle constitue des gisements alignés parallèlement à la direction générale de la chaîne; ce sont des bandes passant dans les environs des villages des Cammazes, de Labécède, de Murat, de la Salvetat d'Anglès, de Cuxac, de Lespinassière, de Vabre. Dans le Rouergue, on la retrouve, dans les mêmes conditions, entre les gneiss et les schistes à sérécite, à Cassagnes-Begonhès, à la Selve, dans les environs de Villefranche-de-Panat, au Truel, dans la vallée du Tarn, enfin dans la vallée du Cérou, près de Monestiés, et dans la vallée du Dadou, à l'Est de Réalmont. Cette variété se rencontre encore dans d'autres régions, ainsi qu'on peut le voir sur ma carte géologique; si j'ai cité ces localités, c'est que les schistes micacés y sont très bien caractérisés.

Schistes à sérécite. — Sur ces schistes micacés, et en concordance de stratification avec eux, se voient des schistes moins cristallins, moins métamorphiques que les précédents, mais qui y passent insensiblement au point de vue minéralogique. Ce sont les schistes à sérécite, qui présentent une alternance de minces lits de quartz en petits grains et de lits plus minces encore de sérécite. Ce dernier minéral ne forme jamais de grandes plages, mais de petits cristaux lamelleux, sans contours bien définis. Accidentellement, on y trouve de petits débris de sphène et de mica noir.

La sérécite a un aspect gras et donne au toucher la même sensation que le talc. Aussi ces schistes à sérécite ont-ils été désignés sous le nom de *schistes talqueux* par M. Boisse (1), qui suivait en cela l'exemple de beaucoup d'anciens auteurs.

Comme pour les schistes micacés, il serait trop long de citer les points où affleurent ces schistes. Les principaux gisements se rencontrent dans le Rouergue, aux environs de Decazeville, d'Auzits, dans la vallée du Lot, dans la vallée du Viaur, dans la vallée du Tarn, du côté du Truel, dans les environs de Réquista, de Valderiès, etc.

(1) Esquisse, etc., p. 64.

Dans la Montagne Noire, ils ne sont pas moins développés dans le voisinage du massif gneissique : à la Crouzette, près Castres, à Verdun, au Nord-Est de Castelnau-dary, au-dessous du Pujol, sur le versant méridional du Caroux, etc.

L'aspect de ces schistes est très variable, suivant la prédominance des bancs quartzeux ou des bancs sériciteux. Parfois les lits sériciteux sont relativement épais et la roche est soyeuse ; tantôt c'est le quartz qui prédomine, et alors c'est un phyllade ou même un quartzite. Ces modifications se rencontrent en tous les points où affleurent les schistes à séricite, aussi je crois inutile de citer plus spécialement aucune localité.

Chloritoschistes. — C'est à la série des micaschistes qu'il faut rapporter les schistes à chlorite ou chloritoschistes. La chlorite y est le plus souvent associée à du mica noir ou à de la séricite et donne une coloration verte à toute la roche. Elle est disséminée dans le magma fondamental et forme des plages sans contours nets ni réguliers, affectant parfois un aspect fluidal qui provient de l'orientation des fibres.

J'ai rencontré des gisements de chloritoschistes dans le Rouergue, dans les environs et au Sud de Saint-Beauzely, dans la montée de Marzials à Montjaux, dans la région comprise entre Viviez et Asprières, enfin dans le massif de micaschistes que traverse le Tarn. Dans la Montagne Noire, cette roche semble plus rare ; je ne l'ai trouvée que sur le versant septentrional dans les environs de Saint-Gervais ; là, elle est interstratifiée avec les schistes à séricite. M. Michel Lévy a déjà établi un pareil synchronisme entre les chloritoschistes et les micaschistes à séricite du Lyonnais (1).

Schistes à amphibole. — Dans ce groupe, il y a également un type de roche à amphibole : ce minéral y forme de petits cristaux irréguliers, cassés, associés à des plages de feldspath disséminées dans un magma formé par

(1) *Bull. Soc. géol.*, 3^e série, t. XVI, page 216.

de petits grains de quartz. Le sphène y est assez abondant.

J'ai retrouvé une pareille roche au Nord de Saint-Pons, dans les micaschistes qui reposent sur les gneiss du Saumail, et au Fraisse, à l'Est de la Salvetat d'Anglès, dans les mêmes conditions de gisement.

A l'entrée de Saint-Gervais, en venant de Graissessac, il y a un type spécial de schistes amphiboliques dans les schistes chloriteux. Le fond de la roche est constitué par un magma riche en quartz et surtout en une chlorite agissant à peine sur la lumière polarisée; au milieu de ce magma apparaissent de grands cristaux brisés d'oligoclase, d'orthose, de labrador, de zoïsité. L'actinote y forme de grandes plages fibreuses et des fibres disséminées dans toute la roche. Le fer titané y est abondant. On y aperçoit, en outre, quelques cristaux de glaucophane peu colorés, mais présentant, suivant n_g , une teinte bleue caractéristique.

Schistes à graphite. — Les schistes à graphite constituent encore un des termes de cette série. On a cru pendant longtemps qu'à ce graphite correspondait l'existence d'ancienne matière organique, mais il peut en être autrement.

Quelle que soit l'origine du graphite, ces schistes forment des bancs intercalés au milieu des schistes à séricitite à la Garde, près Capdenac, au Sud-Ouest de Viviez, près du moulin de Faux, sur les bords du Rieuvieux, au-dessus de Prévinquières, sur les bords de l'Aveyron. C'est une roche qui n'occupe jamais une grande étendue. Il est possible que ce niveau doive être déjà rattaché aux roches du chapitre suivant.

Dans toute la série de roches que je viens d'énumérer, la cristallinité est encore très accusée; mais, dans les bancs de la partie supérieure, elle diminue d'une façon sensible: le quartz affecte des formes irrégulières déchiquetées; la séricitite ne constitue plus de lamelles; ce sont, pour ainsi dire, des écailles ou de petites plages sans contours cristallins, sans formes régulières, disséminées autour des grains

de quartz ; enfin, il y a beaucoup de particules charbonneuses (1). C'est un passage aux roches franchement sédimentaires où l'argile, le quartz et la matière charbonneuse constituent tous les éléments.

Toutes les roches qui appartiennent au groupe des micaschistes et dont j'ai reconnu la présence dans le Rouergue et dans la Montagne Noire existent également dans les autres massifs primitifs. De semblables séries de schistes micacés, de schistes à séricite, de chloritoschistes et de schistes charbonneux reposant sur des gneiss ont été signalées par M. Michel Lévy dans le Morvan (2), le Mâconnais et le Beaujolais (3); par M. Barrois, en Bretagne (4). Quant au parallélisme à établir entre les séries françaises et les séries étrangères, je ne puis mieux faire que de renvoyer à la comparaison que M. Michel Lévy en a déjà donnée (5).

Il est à remarquer que, dans ce groupe des micaschistes, il y a de fréquentes récurrences des termes les plus métamorphiques au milieu des autres, mais il est impossible de reconnaître si c'est par suite de failles ou sous l'action d'une roche éruptive qu'il en est ainsi.

Je n'ai distingué sur la carte géologique qui accompagne ce travail que les schistes micacés qui présentent un caractère de cristallinité bien accusé. Quant aux schistes à séricite et à leurs variétés, je n'ai pas cru devoir les séparer des assises azoïques qui leur sont supérieures; car, bien que ces dernières présentent encore une certaine cristallinité, on y reconnaît facilement une origine détritique.

A la simple vue de la carte, on se rend compte du grand développement des schistes micacés dans le Rouergue. Il est toute une région dans ce massif où les schistes à sé-

(1) C'est dans ces schistes que sont creusées les *marmites des géants* signalées depuis longtemps à Saint-Juéry, près Albi, par M. de Collegno (*Bull. Soc. géol.*, 2^e série, t. II, p. 323). Cet accident géologique est dû à l'action de galets entraînés par des remous violents du Tarn contre les schistes à séricite.

(2) *Bull. Soc. géol.*, 3^e s., t. VII, p. 860.

(3) *Bull. Soc. géol.*, 3^e s., t. XI, p. 276.

(4) *Bull. Soc. géol.*, 3^e s., t. XIV, p. 636.

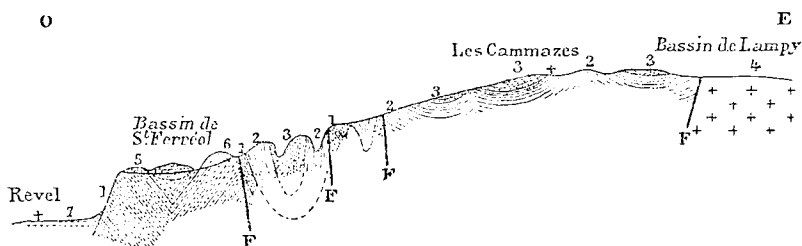
(5) *Bull. Soc. géol.*, 3^e s., t. VII, p. 862.

ricite sont très cristallins et où ils se rapprochent beaucoup des schistes micacés; mais il semble que ce soit sous l'influence d'un très grand nombre de filons de quartz qui ont injecté les schistes entre Réalmont, Saint-Sernin, Laval-Roquecézière et Montredon.

Si, dans la Montagne Noire, cette série paraît occuper une moins grande surface, c'est que les terrains paléozoïques la recouvrent en grande partie. Cependant, j'ai pu en reconnaître les différents termes formant des bandes orientées parallèlement à la direction du massif. Mais son épaisseur est bien moindre : elle passe rapidement aux schistes à sérinite que surmontent des calcaires cristallins, eux-mêmes métamorphisés. Sur la route de Revel aux Cammazes, j'ai relevé la coupe suivante, qui montre le peu d'épaisseur de la série comprise entre les gneiss et les calcaires archéens-cambriens :

FIG. 5.

Coupe de Revel aux Cammazes.



1. Gneiss granulitique. — 2. Série de schistes micacés et à sérinite.

3. Calcaire cristallin. — 4. Granite.

5. Calcaire lacustre éocène. — 6. Alluvions anciennes. — 7. Alluvions modernes.

Il est vrai que, dans le massif de Saint-Ferréol, les gneiss granulitiques, inférieurs aux micaschistes, appartiennent à la variété dans laquelle les lits schisteux sont très développés; il est donc probable qu'une partie de ces gneiss correspond à une partie des micachistes métamorphisés par la granulite dont les filons sont très nombreux dans les environs de Saint-Ferréol.

Je ne puis donner une épaisseur maxima de cette série, car, là où elle semble le plus développée, il est certain qu'il y a des failles qui ramènent plusieurs fois les mêmes niveaux.

En résumé, si l'on compare la succession des différentes assises que je viens d'établir dans le terrain primitif, avec celles reconnues dans les autres massifs anciens de la France et des pays étrangers, on reconnaîtra que la région que j'ai étudiée est en tous points constituée comme les autres. Ce sont partout les mêmes roches dans le même ordre de succession, partout le même passage des assises cristallines aux assises sédimentaires. C'est un fait de plus à l'appui de l'homogénéité du terrain primitif, homogénéité qu'ont signalée depuis longtemps MM. Hébert, Michel Lévy, de Lapparent, etc.

CHAPITRE II

ASSISES COMPRISES ENTRE LES MICASCHISTES ET L'ANNÉLIDIEN

Archéen, Cambrien (Pars).

Dans le massif de la Montagne Noire, sur les schistes à sérécite que j'ai étudiés dans le chapitre précédent, reposent par places et en concordance de stratification avec eux des calcaires, le plus souvent cristallins, parfois grenus et prenant alors l'aspect de la dolomie dévonienne. L'origine des calcaires étant incontestablement sédimentaire, c'est à partir de ce niveau que je fais commencer la série franchement sédimentaire, correspondant à l'étage archéen de M. Hébert et peut-être même à la partie la plus inférieure du Cambrien.

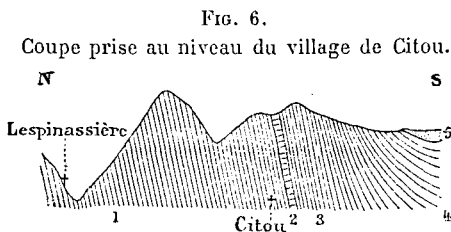
L'épaisseur de ces calcaires est assez variable, selon les

localités où on les rencontre. Elle semble très grande du côté de Dourgnès; mais, comme dans cette région toutes les couches sont affectées de nombreux plissements, il est fort possible que les mêmes assises reviennent plusieurs fois avec le même plongement, ce qui peut les faire prendre pour de nouvelles couches en superposition avec les premières.

Là où ils sont le plus réguliers, les bancs calcaires ne m'ont pas paru avoir une épaisseur supérieure à 30 mètres, et ils sont tantôt blancs, tantôt bleus; mais par altération des sels de fer qu'ils renferment, ils peuvent prendre une couleur rose, rouge ou jaune. A la partie tout à fait supérieure, ils deviennent noirs, et l'on y voit des particules charbonneuses ainsi que de petits grains de pyrite. Sur une dizaine de mètres, il y a alternance de lits blancs et de lits noirs. Ces derniers se chargent de parties schisteuses et passent insensiblement à des schistes noirs ampéliteux ou bien à des schistes bleus encore très riches en séricite, mais sans trace de cristallinité. Cette succession est très nettement visible suivant de grandes bandes, parallèles à la direction de la Montagne Noire, et correspondant à des plis synclinaux, grâce auxquels ces roches ont été préservées des érosions (Fig. 5, p. 43). L'une de ces bandes passe au Sud de Saint-Ferréol et va aboutir à Escoussens; une autre part de Labécède et disparaît dans la forêt de Montaud, en passant par Arfons. Ces calcaires forment encore, dans les environs de la Salvetat (1) et du Fraisse, des lambeaux isolés, restes des plis synclinaux dont on retrouve l'indice dans l'allure des micaschistes et des gneiss, au milieu desquels ils se rencontrent; ils se voient aussi dans les environs de Lacauene, où ils forment une bande peu développée en contact avec les micaschistes; ils apparaissent également sur le versant méridional de la Montagne Noire, au Nord de Caunes, près du village de Citou : dans cette dernière localité, leurs

(1) M. de Rouville, qui a marqué ces lambeaux sur sa *Carte géologique du département de l'Hérault*, les a désignés sous le nom de *calcaire subordonné au gneiss*.

relations avec les micaschistes et toute la série des dépôts azoïques qui leur sont supérieurs sont bien visibles.



1. Schistes à séricite. — 2. Calcaire cristallin. — 3. Schistes à séricite.
4. Phyllades. — 5. Dévonien inférieur.

Sur ces bancs calcaires, reparaissent les mêmes schistes à séricite dont j'ai déjà donné la description à la fin de l'étude des micaschistes. Ils ont une coloration plus ou moins verte ou jaune, qui tient soit à la chlorite, soit aux oxydes de fer qu'ils renferment; ils passent insensiblement à des roches franchement détritiques.

Ils se différencient les uns des autres par le plus ou moins grand développement de la séricite. Tantôt ce mica est disséminé dans la roche, tantôt il se groupe autour des grains de quartz et les enveloppe complètement; les fibres de séricite peuvent encore s'orienter et, par leur groupement, prendre une structure palmée, ou bien encore, par leur juxtaposition, former de vraies membranes agissant très vivement sur la lumière polarisée. Ces schistes passent à des phyllades plus quartzeux qui sont encore très riches en matière phylliteuse et en matière charbonneuse; celle-ci donne à la roche une teinte plus ou moins foncée. Les différences de coloration que présentent ces phyllades proviennent encore du degré d'altération des éléments ferrugineux qui entrent dans leur composition. C'est, d'ailleurs, le même phénomène qui se produit pour les phyllades de Bretagne. Au microscope, leur composition est sensiblement la même que celle des schistes à séricite des Ardennes (1) : c'est la

(1) Renard. Recherches sur la composition et la structure des phyllades arden-

même association de séricite, de quartz et de matière charbonneuse. Cependant, d'après la description qu'en donne M. Renard, les phyllades des Ardennes seraient plus riches en fer oligiste et en rutile.

Les roches gréseuses commencent à faire leur apparition; c'est le cas lorsque les fibres de séricite sont très rares dans un magma quarzeux, qui d'ailleurs peut contenir encore des débris des éléments des roches plus anciennes: le feldspath, par exemple, y est quelquefois abondant. Dans les bancs franchement gréseux, supérieurs aux phyllades, et en concordance avec eux, j'ai trouvé les premières traces d'organismes; c'est donc à partir des phyllades gréseux que commence le Cambrien bien caractérisé, mais je ne puis tracer aucune limite pétrographique exacte entre les schistes à séricite, les phyllades et les grès. Ce sont des recherches ultérieures qui permettront peut-être de préciser les limites à assigner à ces différents étages.

En résumé, au point de vue de la composition minéralogique comme de la structure, à mesure que l'on s'élève dans la série sédimentaire, les caractères métamorphiques disparaissent, sauf dans le cas où une roche éruptive agit directement sur une roche sédimentaire. Les grains de quartz sont roulés; l'argile, la matière charbonneuse, les oxydes de fer, remplissent la roche et lui font perdre peu à peu toute action sur la lumière polarisée.

La série des schistes à séricite, avec bancs calcaires et phyllades, présente une extension très grande dans la Montagne Noire; au contraire, il n'y a guère que les schistes à séricite de la partie inférieure qui soient développés dans le Rouergue. Cependant, en bien des points, notamment dans la partie méridionale de cette dernière région, il y a des schistes à séricite passant aux phyllades, sans que, dans les premiers, il y ait trace de bancs calcaires.

Il est assez difficile, d'après les descriptions données par

les auteurs, de reconnaître si le calcaire cristallin de la Montagne Noire est l'équivalent de certains calcaires cités dans d'autres massifs anciens. M. Jacquot (1) a signalé dans les Pyrénées la présence de la dalle de Peña blanca, qui, par son faciès et son mode de gisement, peut être rapprochée de la roche que j'ai étudiée. Dans les Pyrénées de l'Ariège, M. de Lacvivier (2) désigne sous le nom de *calcaire cipolin* un horizon qui semble bien être le même que celui dont je viens de parler. Peut-être aussi une partie du *calcaire primitif* de Charpentier, qui a été l'objet de tant de discussions de la part des géologues pyrénéens, doit-elle rentrer dans l'étage en question. D'ailleurs, les accidents calcaires au milieu des schistes à séricite ont été également signalés dans la Bretagne. Quant aux schistes micacés, aux schistes à séricite et aux phyllades, leur ordre de succession est partout le même que dans le Languedoc, et je crois inutile d'insister davantage sur ce fait.

CHAPITRE III

ACTIONS MÉTAMORPHIQUES EXERCÉES SUR LES PREMIERS TERMES DE LA SÉRIE SÉDIMENTAIRE

Tous les termes de la série azoïque ont été plus ou moins métamorphisés sous l'action de roches éruptives, notamment de la granulite, et certainement aussi sous l'action de ces forces que l'on désigne sous le nom de métamorphisme général. C'est ainsi que se sont formés les schistes à séricite passant aux schistes micacés. Il y a, dans ce cas, un métamorphisme qui s'est produit sur tout un ensemble d'assises. Il peut y avoir eu, en outre, injection lointaine d'une roche

(1) Sur la constitution géologique des Pyrénées; le système cambrien. *C. R. Ac. d. S.*, t. CIV, p. 1318.

(2) Études géologiques sur le département de l'Ariège, et en particulier sur le terrain crétacé, p. 42.

granitique ; ce serait là le mode de formation des gneiss granulitiques. Mais l'action de la granulite ou de toute autre roche éruptive peut être locale, et alors on ne constate qu'au contact ou dans le voisinage de cette même roche des modifications dans la structure et surtout dans la composition minéralogique de la roche détritique. Les roches ainsi métamorphisées sont désignées sous les noms de *schistes granulitisés*, *schistes et calcaires à minéraux*, *cornes vertes*, *porphyroïdes*, *blaviérite*.

Schistes granulitisés. — En parlant des gneiss granulitiques, j'ai déjà signalé l'action de la granulite sur les schistes à séricite ; je ne considérerai ici que le cas où un filon de cette roche a traversé des schistes phylliteux d'âge quelconque. Le long du filon et au milieu des schistes apparaît un vrai gneiss, mais on peut reconnaître qu'il est dû à une action métamorphique ; en effet, son mica noir est récent et provient du métamorphisme de la séricite ; en même temps, il y a eu apport de feldspath (1). Quelquefois, le quartz de ces schistes granulitisés indique encore son origine par sa structure pegmatoïde. Parfois, quand cette roche gneissique provient de schistes phylliteux granulitisés, on retrouve, par places, des amas de phyllite.

Les localités où se voient des schistes granulitisés sont nombreuses. Les gisements les plus remarquables que j'aie rencontrés se trouvent dans le Rouergue, près du pont de Latour, sur les bords du Rieuvieux, à l'Ouest d'Aubin, sur la route de Rignac à Rodez, sur les bords du Viaur, près du port de la Besse, etc.

Parfois, comme sur la route de Bonne-Combe à Salmiech, le filon de granulite est de très faibles dimensions : il se réduit, pour ainsi dire, à un filonnet de quartz granulitique ; mais on retrouve le feldspath disséminé dans les schistes qui l'entourent. C'est là un fait déjà signalé par M. Munier-

(1) Cet apport de feldspath par les roches éruptives, dans les roches sédimentaires qu'elles traversent, est un fait généralement admis, depuis le travail de M. Michel Lévy sur les schistes micacés de Saint-Léon. *Bull. Soc. géol.*, 3^e série, t. V, p. 195.

Chalmas (1), en Bretagne, pour des filons de quartz qui traversent des schistes dévoniens de Morlaix. Bien que la formation de ces pseudo-gneiss au milieu de la série phylliteuse soit un accident, cependant on l'a observée dans tous les massifs anciens.

Schistes à minéraux ou schistes maclifères (2). — Les schistes à séricite, surtout ceux de la série archéenne-cambrienne, présentent de nombreuses intercalations de bancs très riches en minéraux secondaires. Les plus abondants sont l'andalousite et la staurotide. Le disthène les accompagne d'ordinaire très souvent ; nous avons rencontré ce minéral en Espagne, M. Michel Lévy et moi, au milieu des schistes à andalousite ; mais, jusqu'à présent, je ne l'ai pas encore trouvé dans le Rouergue, ni dans la Montagne Noire.

Schistes à andalousite. — Ces schistes sont de beaucoup les plus abondants. L'andalousite y forme des prismes dont la base peut avoir jusqu'à 5 millimètres de côté et dont la longueur peut atteindre 2 et 3 centimètres. Mais de semblables cristaux sont exceptionnels et ne se rencontrent guère que dans le voisinage des filons qui ont amené ce minéral. Le plus souvent, leurs dimensions ne sont que de 7 à 8 millimètres en longueur, et de 1 millimètre de côté pour la base. Ces cristaux sont couchés sur une des faces du prisme et disséminés au milieu des schistes qui, d'ailleurs, ne semblent pas différer de ceux qui appartiennent au même niveau et dans lesquels je n'ai trouvé aucun minéral. Examinés au microscope, ces schistes à andalousite m'ont présenté les caractères suivants :

L'andalousite est un peu plus biréfringente que le quartz et elle s'en distingue par ses teintes plus claires. Son polychroïsme est faible, mais cependant il est bien caractéris-

(1) Observations sur les actions métamorphiques du granite et des filons de quartz aux environs de Morlaix. *C. R. A. d. S.*, séance du 13 juin 1887.

(2) MM. de Tromelin et de Grasset ont signalé dans la Montagne Noire. (Étude sommaire sur la faune paléozoïque du Languedoc et des Basses-Pyrénées. — *Assoc. franç. pour l'avancement des sciences*, 1877, p. 1) la présence de schistes souvent maclifères avec veinules de quartz, sans préciser davantage la nature de ces macles.

tique : jaune très pâle suivant n_o , vert olive très pâle suivant n_m , enfin rose clair très pâle suivant n_p .

Les cristaux d'andalousite peuvent être simples ou polysynthétiques. Dans le premier cas, ils forment des prismes dont les faces limites sont rarement bien conservées; celles-ci disparaissent au milieu d'une matière sériciteuse qui résulte de l'altération de l'andalousite et qui forme bordure autour de ces cristaux prismatiques. Ces prismes sont, d'ailleurs, le plus souvent cassés et leurs fragments sont fréquemment disjoints. Dans les parties du cristal non altérées, on peut reconnaître de nombreuses traces de clivage parallèles à mm .

D'autres fois, il y a groupement, en un même point, de beaucoup de petits cristaux d'andalousite qui ont gardé leur individualité propre, mais qui se sont tous orientés de même. Par leur ensemble, ils esquissent les contours de grands cristaux; mais, dans ce cas, entre tous ces petits cristaux apparaît le magma fondamental. Ce fait explique les très nombreuses inclusions de fer oxydulé et de matière pigmentaire que l'on retrouve dans beaucoup de grands cristaux d'andalousite.

Parfois, les cristaux d'andalousite se groupent en éventail et par leur réunion offrent l'aspect de gerbes épanouies. Ils sont d'ailleurs toujours constitués de la manière que je viens de signaler.

L'andalousite est très fréquemment altérée. Outre les franges sériciteuses qui bordent ses contours, il y a, à l'intérieur des cristaux, cette même matière sériciteuse qui parfois a remplacé toute l'andalousite et qui reproduit la forme du cristal primitif. D'ailleurs, l'orientation de ces fibres est quelconque et sans relation avec celle de l'andalousite.

J'ai reconnu la présence de cette variété de schistes à minéraux dans le Rouergue, aussi bien que dans la Montagne Noire. Dans la première de ces régions, entre la Caze, Asprières et Viviez, les schistes à andalousite sont assez

fréquents, de même dans le massif de schistes à sérécite situé au Sud de Rodez, et qui s'étend de Bonne-Combe à Salmiech, Cassagnes-Bégonhès, etc. Mais c'est dans la Montagne Noire que cette formation atteint son maximum de développement. Tout autour du massif du Sidobre, et tout le long de la Montagne Noire, les schistes à minéraux, et notamment les schistes à andalousite, forment des bandes parfois assez puissantes et sensiblement parallèles à la direction de cette dernière chaîne. Je ne citerai que les principales. L'une part de Labécède et s'étend jusqu'à Escoussens, en passant par Arfons, Laprade et Ramondens; elle est en relation directe avec des masses de gneiss granulitique traversées par de nombreux filons de granulite et de pegmatite. Une autre, passant par Gijounet, le col de la Bassine, les environs de Lacau, s'étend jusque vers Mural; elle se retrouve encore vers l'Ouest, du côté de Cambounès et Rialet. Dans la partie orientale de la Montagne Noire, entre Saint-Gervais et Lamalou, il y a de nombreux affleurements. Sur le versant méridional, on retrouve l'andalousite dans la bande des schistes passant entre Labastide et Saint-Pons, puis, plus à l'Ouest, dans la vallée de l'Orb.

Schistes à staurotide. — Ces schistes peuvent appartenir à la partie supérieure des micaschistes et même aux schistes archéens-cambriens; cependant, ainsi que les schistes à andalousite, ils se rencontrent surtout dans cette dernière série. Quand la staurotide forme de gros cristaux, les mâcles qu'ils présentent permettent de les distinguer à première vue des schistes à andalousite; mais, jusqu'ici, le cas le plus fréquent est celui où la staurotide est en petits cristaux à peine discernables à la loupe. Les mâcles de la staurotide se font sur $b^1 b^{1/5} g^{1/2}$ et donnent lieu à un angle d'une soixantaine de degrés. Il y a tantôt une, tantôt deux branches opposées de la croix qui disparaissent; dans ce cas, les faibles dimensions des cristaux ne permettent pas toujours de se prononcer à première vue sur la présence de la staurotide ou de l'andalousite. Mais au microscope, la

difficulté n'existe plus, car la staurotide présente le plus souvent des caractères nets. D'abord, les macles sont presque toujours visibles; le polychroïsme, bien que très faible, est très net; la biréfringence est comprise entre celle du quartz et celle de l'andalousite; aussi, la staurotide se distingue-t-elle peu de ce dernier minéral par ce seul caractère. C'est surtout à son polychroïsme qu'on peut la reconnaître : elle présente une coloration jaune d'or suivant n_g , jaune très pâle suivant n_m , enfin jaune très pâle suivant n_p . En outre, la staurotide est positive suivant la longueur des prismes, tandis que l'andalousite est négative. Les prismes sont rarement intacts; le plus souvent ils sont cassés. L'altération de la staurotide ne donne pas lieu à la formation de produits phylliteux aussi abondants que dans l'andalousite.

Les gisements de staurotide sont bien moins nombreux que ceux d'andalousite. Entre Lacabarède et Labastide, dans la même bande où j'ai déjà signalé la présence de l'andalousite, la staurotide est abondante et se trouve associée à ce dernier minéral. De même à la Vernière, sur la rive gauche de l'Orb. Le gisement le plus riche est celui d'*en Cance*, près Fonbruno, au Nord de Laprade; là encore, les schistes renferment à la fois de l'andalousite et de la staurotide. Ces deux minéraux semblent donc s'être produits dans les mêmes conditions, dans le Rouergue et dans l'Aveyron, que dans toutes les autres régions où ils ont été signalés au milieu des schistes anciens.

Si j'ai rencontré ces minéraux disséminés le plus souvent dans les schistes, sans qu'ils paraissent être en relation directe avec aucune roche éruptive, en certains points cependant j'ai pu constater qu'ils avaient été apportés par des filons. C'est ainsi qu'au pont de la Tour, à l'Ouest d'Aubin, dans le Rouergue, un filon de granulite avec andalousite a pénétré dans les schistes à séricite et en a rempli la roche. Mais des filons de quartz provenant de la granulite, ainsi que je l'ai dit plus haut, peuvent produire la même action. Dans les environs de Graissessac, sur les flancs Est et Sud

du Caroux, les filons de quartz à andalousite sont très abondants. C'est près de la Vernière, sur la rive gauche de l'Orb, que j'ai trouvé, au milieu de filonnets de quartz, les prismes d'andalousite affectant les plus grandes dimensions. Dans le Rouergue, j'ai observé encore les mêmes faits dans les environs d'Asprières, de Bonne-Combe, de Salmiech, de Cassagnes-Begonhès. La disposition même de ces schistes, dits à minéraux, sur le pourtour des massifs granitiques ou granulitiques indique bien les relations de cause à effet qui existent entre les roches éruptives et les roches sédimentaires métamorphisées.

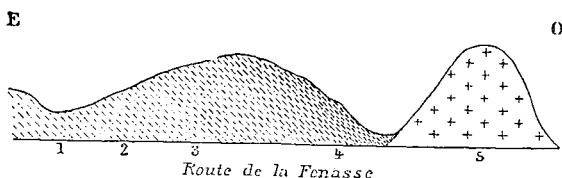
C'est sans doute encore à l'action de ces roches éruptives qu'il faut rapporter le développement par places, dans les schistes, d'une multitude de fibres fines agissant vivement sur la lumière polarisée; par leur groupement, elles esquissent la forme de grands cristaux, mais on ne peut encore y reconnaître aucun caractère permettant de déterminer l'espèce à laquelle il faudra les rapporter. C'est une sorte de passage aux cristaux d'andalousite de formation polysynthétique. On retrouve d'ailleurs dans les mêmes schistes des cristaux d'andalousite parfaitement constitués. C'est autour du Sidobre que j'ai rencontré cette variété. A Ferrières, près Brassac, à Frallesac, sur la route de Sardagne à Boissezon, elle est très développée. Mais je ne doute pas qu'elle ne doive accompagner partout les schistes à minéraux dont j'ai déjà parlé.

L'action du granite en filons sur les schistes archéens-cambriens est fort remarquable. Le professeur Rosenbusch en a fait une étude complète (1), après laquelle il n'y a rien à ajouter. Je me contenterai donc de signaler les analogies qui existent entre le métamorphisme subi par les schistes d'Andlau et celui que j'ai observé moi-même près de Réal-

(1) Die steigers chiefer und ihre Contactzone an den Granititen von Barr-Andlau und Hohwald — *Abhand. zur geol. spec-Karte von Elsass-Lothringen*, 1877, Bd, I, heft 2.

mont. Dans la vallée du Dadou, au niveau du village de la Fenasse, à l'Est de Réalmont, apparaissent des filons de granite à petits éléments. Au contact et à une certaine distance du filon, les schistes à séricite ne présentent plus leur faciès ordinaire. Lorsque l'action a été peu sensible, les particules charbonneuses qui remplissent les schistes, alors qu'ils n'ont éprouvé aucun métamorphisme, se sont concentrées en certains points où elles forment des amas désignés par le professeur Rosenbusch sous le nom de *knoten* (nodules). Tout autour de ces amas, qui n'ont aucun contour régulier et qui constituent des amandes à peine formées, la matière phylliteuse s'est groupée de manière à présenter des bandes qui agissent vivement sur la lumière polarisée et font ressortir d'autant mieux les parties

FIG. 7.
Coupe prise au niveau de Peyrebrune.



1. Schistes archéens-cambriens. — 2. Les mêmes schistes avec nombreux nodules (*knoten*). — 3. Schistes criblés de nodules. — 4. Hornfels. — 5. Granite à éléments fins.

sombres correspondant à ces nodules. A mesure que l'on se rapproche du granite, le nombre de ces derniers augmente; ils deviennent plus volumineux et ils finissent par remplir les schistes. Tout à fait dans le voisinage, la roche perd de sa schistosité; elle prend l'aspect de la roche désignée sous le nom de *corne* ou *hornfels*. Elle devient très riche en petits cristaux de hornblende; en même temps apparaissent le fer oxydulé et le pyroxène. C'est le type que le professeur Rosenbusch a signalé en Alsace, dans la vallée de Munster (1), et qui est assez rare. La formation de ces

(1) *Op. cit.*, p. 223.

bisilicates est due sans doute à la présence du calcaire dans les schistes.

Dans la vallée du Dadou, au niveau du moulin de Peyrebrune, on voit le passage graduel des schistes archéens-cambriens au *hornfels* (Fig. 7). Tout à fait au contact du granite, la roche se charge de cristaux de feldspath, le plus souvent cassés, à contours irréguliers; mais le fond de la roche est constitué par le *hornfels* précédemment cité.

Toutes les variétés de schistes métamorphiques que je viens de signaler se rencontrent dans tous les massifs traversés par les roches acides anciennes. Mais les schistes n'appartiennent pas toujours au même étage géologique.

C'est ainsi qu'en Angleterre, ils se montrent dans un autre horizon qui correspond peut-être à celui de l'Arenig inférieur. En Bretagne, le niveau est encore plus élevé. Dès 1830, Pouillon-Boblaye (1) avait remarqué l'association des cristaux de chiastolite et des *Calymene* dans les schistes du Morbihan; le même fait a été signalé par M. Barrois, au voisinage de Rostrenen (2). Mais dans bien d'autres régions françaises, les schistes à minéraux semblent être sensiblement de la même époque que ceux de la Montagne Noire. M. Gruner les a signalés dans la Loire (3); M. Michel Lévy dans l'Allier (4), dans le Morvan (5) et le Mâconnais (6), où ils se sont formés au voisinage du granite dans une série azoïque rapportée au Cambrien. Il semble en être encore ainsi dans les Pyrénées de la Haute-Garonne (7) et dans les Pyrénées de

(1) In de Lapparent. *Traité de Géologie*, 2^e éd., p. 4304.

(2) Le granite de Rostrenen, ses apophyses et ses contacts. *Ann. Soc. géol. du Nord*, t. XII, p. 40.

(3) Description géologique du département de la Loire, p. 498.

(4) Sur les schistes micacés des environs de Saint-Léon (Allier), *Bull. Soc. géol.*, 3^e s., t. IX, p. 181.

(5) Constitution du Morvan. *Bull. Soc. géol.*, 3^e s., t. VII, p. 761.

(6) Légende de la feuille de Mâcon. — Carte géologique détaillée de la France au 1/80000^e, n^o 148.

(7) Leymerie. Description géologique et paléontologique des Pyrénées de la Haute-Garonne.

l'Ariège (1). Dalimier, dans le Cotentin (2), avait également remarqué que les schistes maclifères n'apparaissent que là où le granite s'est fait jour.

Il résulte de ce qui précède qu'on ne peut plus considérer les schistes à minéraux comme caractéristiques d'un niveau géologique, mais bien plutôt comme un faciès se rencontrant à plusieurs niveaux et ne dépendant que d'actions métamorphiques exercées par des roches éruptives. Si c'est surtout à la base de la série qu'on les rencontre, c'est que, plus les roches sont anciennes, plus elles ont été souvent traversées par ces dernières, qui n'ont pu parfois atteindre les couches plus élevées de la série.

Calcaires à minéraux. — Lorsque les calcaires, dont j'ai signalé la présence à la base de la série archéenne-cambrienne, sont traversés par des filons de granulite, ils présentent une cristallinité plus grande et l'on y trouve par places, dans le voisinage des filons, des minéraux tels que la trémolite, l'actinote et le pyroxène.

Ces minéraux se groupent parfois entre eux et forment des amas dont la nature minéralogique est facilement déterminable à la loupe. Mais il est particulièrement intéressant d'étudier au microscope ces calcaires métamorphiques, car leur structure donne quelques notions sur le mode de formation des roches qui ont été désignées sous le nom de *cornes vertes*.

Dans les calcaires les moins métamorphisés, la calcite forme des plages à contours anguleux, présentant entre les nicols croisés de très nombreuses macles et une teinte irisée caractéristique. Par places, apparaissent des grains cristallins, à contours irréguliers et arrondis, agissant tous plus ou moins sur la lumière polarisée. Tantôt ils sont isolés au milieu de la calcite, tantôt ils forment des traînées. Les uns

(1) P. Seignette. Essai d'études sur le massif pyrénéen de la haute Ariège, p. 131.
— De Lacvivier. Etudes géologiques sur le département de l'Ariège et en particulier sur le terrain crétacé, p. 47.

(2) Stâtigraphie des terrains primaires de la presqu'île du Cotentin, p. 24.

sont peu biréfringents, et ils appartiennent au quartz ; les autres, au contraire, agissent vivement sur la lumière polarisée et doivent être rangés parmi les amphiboles ou les pyroxènes, d'après leurs propriétés optiques : polychroïsme, angles d'extinction, etc. Le leucoxène y est assez fréquent.

Le minéral qui est le plus répandu dans ces roches est l'amphibole ; elle est représentée par la trémolite et l'actinote, qui affectent la forme de fibres allongées suivant l'arête $h^1 g^1$, ou de losanges avec clivages mm caractéristiques. L'actinote, très légèrement colorée en vert, accuse un très faible dichroïsme qui ne s'observe pas dans la trémolite. Ce dernier minéral est dû à l'action immédiate de la roche éruptive sur la calcite. Il se peut qu'il n'en soit pas de même de l'actinote. Cette amphibole peut provenir, en effet, de l'altération du pyroxène. Si, dans certaines préparations, elle forme des cristaux isolés qui ne semblent en relation avec aucun cristal de pyroxène, dans d'autres, au contraire, l'actinote est composée de fibres comparables en tous points à celles qui résultent de l'ouralitisation du pyroxène ; de plus, elle est distribuée dans la roche de la même manière que les grains de ce dernier minéral. C'est une structure que j'ai observée dans un grand nombre d'échantillons, et notamment dans les calcaires situés au-dessus des sources minérales de Rieumajou, à l'Ouest de la Salvétat d'Anglès. La différence de structure entre ces deux sortes de cristaux d'actinote est assez sensible pour qu'on puisse admettre pour ce minéral les deux origines indiquées.

Le pyroxène, généralement moins abondant que l'amphibole, ne forme pas de grands cristaux à la manière du pyroxène des diabases, par exemple ; ce sont des grains à contours arrondis, disséminés dans le calcaire ; mais tous ces grains, dans une même partie de la préparation microscopique, sont orientés de même et semblent, bien que relativement éloignés les uns des autres, faire partie d'un seul grand

crystal. Suivant l'expression de M. Michel Lévy, c'est *le squelette* d'un grand cristal de pyroxène, qui se formera par remplissage entre les différentes parties de son ossature. Cette structure peut se reconnaître encore dans les cristaux d'amphibole, mais elle est beaucoup plus rare et surtout beaucoup moins accusée. Dans les longs fuseaux d'amphibole, les fibres sont beaucoup plus rapprochées les unes des autres que ne sont les grains de pyroxène d'un squelette de grand cristal. Entre ces fibres se voient encore les petits fragments de calcite qui constituent le fond même de la roche. Mais dans ce cas, les contours des cristaux d'amphibole sont déjà esquissés et se discernent très nettement au milieu du fond de calcite de la roche.

Cette structure rappelle celle que j'ai déjà indiquée dans la pyroxénite d'Arvieu et semble bien justifier l'opinion que cette dernière roche est due à une action métamorphique exercée sur des calcaires.

Dans les points où le calcaire est le plus métamorphisé, la calcite ne se trouve plus qu'à l'état de petites plages, disséminées parmi les éléments de la granulite. Dans ce cas, l'amphibole et le pyroxène se présentent, le plus souvent sans contours réguliers et sans aucune relation de position avec les plages de calcite. C'est là un passage au type de *corne verte*, qui a été étudié avec très grand soin par M. Michel Lévy dans le Mâconnais (1).

Dans les cornes vertes typiques, il y a le plus généralement des alternances de bandes grises et de bandes vertes. Ces dernières sont très riches en actinote et en pyroxène. L'actinote y forme des cristaux plus grands et plus complets que ceux de pyroxène qui présentent la structure en squelette déjà signalée. Le feldspath s'y rencontre à l'état de petites plages à contours arrondis et irréguliers. Très fréquemment, il est altéré et rempli de damourite; il appartient à l'orthose et à l'oligoclase.

(1) *Bull. Soc. géol.*, 3^e s., t. XI, p. 299.

Les bandes grises sont les plus riches en feldspath ; le pyroxène y est plus fréquent que l'actinote ; mais, d'une manière générale, les bisilicates ferrugineux y sont rares, ce qui explique la couleur de la roche.

Dans ces bandes, on trouve des cristaux secondaires d'épidote passant le plus souvent à la zoïsite. Parfois, comme à Gachette, près la Salvetat, la chlorite y est abondante ; mais alors ce minéral est tout à fait récent et résulte d'altérations bien postérieures à la formation de la roche.

J'avais cru d'abord que ces *cornes vertes* étaient dues à l'action de diabases sur les calcaires (1), parce que le plus beau gisement que j'en avais reconnu, celui du Fraisse, à l'Est de la Salvetat d'Anglès, se trouvait dans le voisinage d'un filon de diabase ; mais depuis j'ai constaté que les granulites provoquaient la formation de l'amphibole et du pyroxène sans qu'il soit nécessaire de faire intervenir aucun autre agent. D'ailleurs, la composition chimique des calcaires, aussi bien que celle de la granulite, explique suffisamment la formation d'amphiboles et de pyroxènes calciques. Les oxydes de fer proviennent soit de la pyrite contenue dans les calcaires, soit plutôt des éléments ferrugineux introduits par la roche éruptive.

Ainsi que je viens de l'exposer, il y a tous les passages entre les calcaires à minéraux et les cornes vertes. Dans les gisements, il est facile de reconnaître que les modifications s'accroissent de plus en plus à mesure que l'on se rapproche de la granulite. J'ai pu les suivre dans les gisements de Travet, Labécède, Lagarde, Arfons (2), Rieumajou, la Salvetat, le Fraisse, etc. Dans ce dernier gisement, on peut suivre tous les passages, depuis le calcaire cristallin sans minéraux jusqu'aux cornes vertes les plus typiques.

(1) *Assoc. franç. pour l'avancement des sciences*, session de Toulouse, 1887.

(2) Dans les calcaires métamorphiques d'Arfons, j'ai rencontré, outre les bisilicates précédemment cités, quelques lamelles de brucite. Ce minéral, qui appartient au système rhomboédrique, forme des lamelles allongées suivant un des côtés de l'hexagone et aplaties sur la face a^1 . Elle est à un axe positif. Sa biréfringence est plus faible que celle du mica blanc, dont elle rappelle l'aspect.

La présence de silicates dans les calcaires anciens a été signalée déjà à maintes reprises. Le professeur Rosenbusch a cité dans son traité plusieurs variétés de calcaires métamorphisés par la granulite; il désigne celle qui se rapproche le plus des roches en question sous le nom de *Kalksilikathornfels* (1): elle renferme de la silice libre et un grand nombre de silicates, parmi lesquels figurent l'actinote et le pyroxène. Bien que cette roche appartienne au Silurien supérieur, d'après M. Brogger, et que l'action ait été produite par le granite, le métamorphisme a été le même que celui exercé sur les calcaires anciens par la granulite. Ce fait, rapproché de ceux que j'ai signalés, montre la généralité du mode d'action des roches acides anciennes sur les calcaires.

A côté de ces roches que l'on a retrouvées dans tous les massifs anciens, il convient d'en ranger deux autres plus rares qui portent les noms de *porphyroïde* et de *blaviérite*. Ce ne sont encore que deux types de schistes métamorphiques injectés de roche granitique.

Porphyroïde. — Au Nord de Graissessac, se voit, au milieu de schistes gréseux archéens-cambriens, une roche déjà signalée en 1868 par M. Pomier-Layrargues (2) sous le nom de porphyre. C'est un *porphyroïde* dont la pâte est de couleur verte et au milieu de laquelle se distinguent de grands cristaux blancs de feldspath et des cristaux dihexaédriques de quartz de couleur bleue tirant sur l'améthyste.

D'après les travaux de MM. Lossen, Barrois, Lehmann et Michel Lévy, cette espèce de roche résulterait de l'injection d'éléments granitiques ou granulitiques entre les feuillets de schistes anciens. Sa composition, en effet, est en relation avec celle des roches dont elle provient. C'est le cas à Graiss-

(1) Mikroskopische Physiographie der massigen Gesteine, p. 54.

(2) Note sur le bassin houiller de Graissessac. *Bull. Soc. géol.*, 2^e série, t. XXV, p. 993.

M. de Rouville, dans sa *Carte géologique de l'arrondissement de Béziers*, a représenté cette même roche sous forme de filon avec la couleur et la lettre des porphyres.

sessac, aussi bien que dans les autres gisements : ce porphyroïde résulte de l'action d'une microgranulite (1) sur un schiste à séricite de couleur gris-vert et très siliceux. Au microscope, on reconnaît que le schiste non métamorphisé est constitué par des grains de quartz assez réguliers, au milieu desquels se voient de petites lamelles de séricite alignées suivant le plan de schistosité de la roche et agissant vivement sur la lumière polarisée. Leurs dimensions sont toujours très petites. On rencontre encore dans ce magma des débris de minéraux provenant des roches primitives sur lesquelles reposent ces schistes : c'est, par exemple, le feldspath et le mica noir; d'autres minéraux proviennent d'actions métamorphiques exercées sur les schistes mêmes, tels sont : le rutile, l'épidote, etc.

Étudié au microscope, le porphyroïde présente les caractères suivants : le feldspath est en grands cristaux pouvant atteindre jusqu'à 15 millimètres dans leur plus grande dimension : ils ont le plus généralement conservé leurs arêtes et leurs angles; quelques-uns ont des formes arrondies, comme c'est d'ailleurs le cas dans les porphyroïdes de l'Ardenne, mais c'est l'exception. C'est l'anorthose qui le plus souvent forme ces grands cristaux; il présente un éclat légèrement nacré. Mais ces cristaux semblent être peu homogènes; en les examinant à la loupe, on reconnaît qu'ils sont formés par la juxtaposition de plusieurs cristaux mâclés entre eux : leur extinction est presque à 0° sur p et alors elle se fait presque simultanément dans les deux cristaux mâclés; ou bien elle est symétrique et se produit à 8° ou 9° sur g' .

Parfois, au milieu d'un groupement de plages d'anorthose, se voit un grand cristal d'oligoclase tout entouré de quartz et qui semble s'être formé lors de l'injection de ce dernier minéral dans la masse d'orthose.

Autour de ces grands cristaux de feldspath, il y a une

(1) Voir la troisième partie, dans laquelle il est traité des roches éruptives.

auréole qui les sépare de la pâte même du porphyroïde. Cette auréole est généralement composée d'un mince bord d'anorthose mâclé avec le cristal fondamental. Dans une des plaques minces étudiées, il a été possible de constater avec précision que cette mâcle était celle de l'île d'Elbe, ce qui est une rareté et ce qui différencie ce porphyroïde de celui de Mairus. Cette auréole, d'ailleurs, n'est pas continue, car, en quelques points, ce sont des grains de quartz qui sont en contact immédiat avec les grands cristaux de feldspath.

Parfois, l'oligoclase forme aussi au milieu du magma des cristaux isolés, assez volumineux, mais cependant bien moins développés que ceux d'anorthose. Ils ne présentent d'ailleurs aucune particularité intéressante et leurs contours sont beaucoup plus nets que ceux des cristaux d'anorthose.

L'orthose et l'oligoclase se rencontrent encore isolés au milieu de la pâte du porphyroïde en cristaux de dimensions bien moindres, à peine visibles à l'œil nu.

Les cassures qui sillonnent les cristaux de feldspath sont remplies de quartz, qui présente parfois la structure pegmatoïde; elles n'ont rien de régulier. Cependant quelquefois, un filonnet, qui traverse d'une façon quelconque une plage, devient rectiligne à la rencontre d'un clivage et le suit quelque temps, pour reprendre ensuite une direction quelconque. De plus, ces filonnets quartzeux ne paraissent pas dépasser la plage où on les observe; on reconnaît quelques débris de la pâte même dans ces traînées de quartz.

Le quartz forme également dans le magma de grandes plages à contours le plus souvent réguliers, arrondis aux angles et provenant des cristaux dihexaédriques dont j'ai déjà signalé la présence. En lame mince, ce quartz a perdu sa coloration. Souvent, certaines faces sont plus développées que d'autres, et alors la section a des contours très irréguliers. Parfois, contre une face d'un grand cristal sont venues se grouper de petites lamelles de mica noir, associées à du quartz granulitique. Beaucoup des cristaux dihexaédriques de quartz semblent formés de plusieurs morceaux; au micros-

cope, la chose est naturellement beaucoup plus visible; mais, de plus, on reconnaît que les différents débris ont été recimentés après coup par de la silice, identique à celle qui a recimenté ceux des grands cristaux d'anorthose. Entre ces débris apparaissent encore de petits lambeaux du magma fondamental.

D'autres fois, celui-ci remplit des golfes dans les grands cristaux de quartz. Ce sont là des particularités que l'on retrouve dans les cristaux dihexaédriques de quartz des microgranulites. En traitant de ces roches éruptives, je reviendrai sur la manière dont on a interprété ces accidents de structure.

La pâte ou magma fondamental est constituée surtout par un agrégat de petits grains de quartz avec petits cristaux d'orthose et surtout d'oligoclase. La séricite y est assez rare, tandis que le mica noir récent y est abondant et forme de petits amas; par places, ce magma est riche en pennine. Le porphyroïde est plus pauvre en séricite que le schiste ancien; c'est que le mica noir s'est formé aux dépens de la séricite, ainsi qu'il a été dit en parlant des schistes micacés. Il y a en outre, dans le magma, des cristaux de feldspath en formation et de petits cristaux de zircon.

Le porphyroïde de Graissessac appartient au type si connu du ravin Mairus de l'Ardenne, roche dont M. Gosselet (1) a donné tous les caractères en détail. Ce sont encore de grands cristaux de feldspath avec auréoles et les mêmes cristaux dihexaédriques de quartz de couleur améthyste; enfin, le magma est très sensiblement le même, ce qui, d'ailleurs, est très naturel, le schiste de l'Ardenne ayant à peu près la même composition que celui de Graissessac. Les deux porphyroïdes ont dû se former dans les mêmes conditions, et je puis admettre que les grands cristaux se sont nourris en place dans le Languedoc comme dans l'Ardenne.

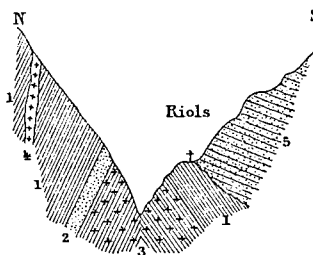
(1) Roches cristallines des Ardennes. *Ann. Soc. géol. du Nord*, t. VII, p. 132, et Ardenne, p. 110. Pour les différentes origines attribuées à ce porphyroïde, consulter ce dernier ouvrage.

Le porphyroïde peut donc être considéré comme une roche *métamorphisée avec apport*.

Ce porphyroïde de Graissessac doit son origine à une microgranulite qui dérive peut-être de la granulite constituant le massif du Mendic. En effet, ce dernier massif plonge vers l'Ouest sous la série des schistes à séricite et il est aligné dans une direction telle qu'il doit passer sous la région où affleurent les porphyroïdes. La microgranulite, qui peut n'être qu'une modification de cette granulite, forme des filons au milieu des schistes, et dans ces filons on retrouve par places des débris de schistes encaissants qui se sont fondus avec la roche éruptive, au point de reproduire le porphyroïde lui-même. Il semble ainsi que l'on puisse suivre le passage de la granulite à la microgranulite et les modifications que, sous cette dernière forme, elle fait subir aux schistes. Il est certains filons qui n'ont produit que peu d'action sur ces derniers, ce qui s'expliquerait par leur pauvreté en silice : les matières volatiles tenant la silice à l'état fluide devant être peu abondantes dans ces filons, le métamorphisme à leur contact a dû être faible.

La coupe suivante donne l'allure d'un de ces filons et du porphyroïde.

FIG. 8
Coupe prise au niveau de Riols.



1. Schistes sériciteux. — 2. Banc gréseux. — 3. Porphyroïde. — 4. Filon de microgranulite. — 5. Dépôts houillers.

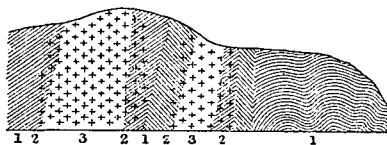
Dans le petit village de Riols, qui fait suite à Graissessac, affleurent des schistes sériciteux de couleur gris-bleu, affectant

tés d'un pli anticlinal à l'axe duquel correspond la vallée; vers le Sud, ils plongent sous le terrain houiller qui est en discordance avec eux. Dans les couches qui affleurent dans le ruisseau apparaissent de grands cristaux blancs de feldspath et de grands cristaux dihexaédriques de quartz bleu. De loin, il semble que ces couches appartiennent à un conglomérat, tant les cristaux sont de grandes dimensions; mais un examen attentif montre qu'aucun d'eux n'a été roulé. Il y a superposition des caractères d'une roche éruptive à ceux d'une roche stratifiée. Le porphyroïde se fond avec les schistes; on ne peut dire où la roche métamorphique commence, ni où elle finit.

On a parfois assimilé les porphyroïdes à des tufs éruptifs, mais la coupe suivante, que j'ai relevée derrière le cimetière de Graissessac, dans une tranchée nouvellement ouverte, montre qu'il s'est produit de vrais phénomènes d'injection lors de leur formation.

FIG. 9.

Coupe prise derrière le cimetière de Graissessac.



1. Schistes gréseux à séricite. — 2. Schistes avec grands cristaux de feldspath. — 3. Porphyroïde.

De chaque côté du porphyroïde, dans les schistes présentant leurs caractères francs, on voit de grands cristaux de feldspath identiques à ceux du porphyroïde, absolument isolés et évidemment postérieurs au dépôt des schistes. C'est un phénomène analogue à celui observé dans les salbandes des filons de roches éruptives. Tout le massif a subi, postérieurement à la formation du porphyroïde, une compression qui se reconnaît aux nombreuses fissures qui

traversent les schistes, surtout au voisinage du porphyroïde qui, étant plus dur que la roche en contact, a réagi à son tour sur les schistes. Le porphyroïde affleure encore en plusieurs points de la vallée du Clédou, et ses conditions de gisement restent toujours les mêmes.

Je n'ai rencontré cette roche que dans le fond des ravins, et jamais à une grande altitude. Elle est recouverte le plus souvent par une grande épaisseur de schistes à sérinite et de phyllades cambriens. Elle ne semble pas avoir une grande extension verticale.

Blaviérite. — Blavier (1) a signalé pour la première fois, dans la Mayenne, la présence d'une roche « d'un vert clair, un peu fibreuse, très onctueuse, tendre, dans laquelle on distingue quelques grains de quartz hyalin ». Il la désignait sous le nom de *stéatite*, mais des travaux ultérieurs ont démontré que la composition chimique de cette roche était très différente de celle de ce dernier minéral. M. Munier-Chalmas (2), qui l'a étudiée dans la Mayenne, lui a donné le nom de *blaviérite*. Elle a été encore signalée dans les Pyrénées par MM. Jacquot et Michel Lévy (3). Je l'ai retrouvée très développée à l'extrémité orientale de la Montagne Noire. Sur la Carte géologique de l'arrondissement de Béziers, M. de Rouville l'a représentée, aux environs de Graissessac, avec la même couleur et les mêmes lettres que les « micaschistes et pegmatites » ; ce sont ses « roches feldspathiques avec quartz hyalin violet et stéatite ». Une note récemment publiée (4) permet de croire qu'il range encore cette roche dans la série des gneiss et micaschistes.

(1) Essai de statistique minéralogique et géologique du département de la Mayenne, 1837, Paris, in-8°.

(2) In OEhlert. Notes géologiques sur le département de la Mayenne, 1862, p. 136.

(3) Sur une roche anormale de la vallée d'Aspe (Basses-Pyrénées). — *Comptes rendus Académie des Sciences*, séance du 1^{er} mars 1886.

(4) De Rouville. — Prolongement du massif paléozoïque de Cabrières (Hérault), dans la région occidentale du département de l'Hérault. Silurien et Devonien. *Comptes rendus Académie des Sciences*, séance du 31 octobre 1887.

Dans la Montagne Noire et dans la Mayenne, la blaviérite présente les mêmes caractères : c'est une roche schisteuse de coloration vert pâle, ayant un aspect gras qui lui a fait attribuer, ainsi qu'on l'a vu, la composition de la stéatite. Au milieu de cette pâte schisteuse se montrent des cristaux de quartz et parfois de feldspath. Le quartz est le plus souvent cristallin et forme des dihexaèdres dont les dimensions sont appréciables à l'œil nu.

Examinée au microscope, la roche est extrêmement riche en une matière phylliteuse qui agit vivement sur la lumière polarisée et qui forme de longues traînées, comme la séricite dans les schistes à séricite.

Cette substance, dans les blaviérites de la Mayenne, forme des amas qui se ramifient et qui ont l'aspect de vrais filonnets ; M. Jannettaz (1) a pu en faire l'analyse chimique et il y a reconnu une composition très voisine de celle de la paragonite, mica blanc hydraté de la famille de la séricite et de la damourite. Très souvent les petites lamelles de ce mica se sont groupées autour de grands cristaux de feldspath et de quartz.

Le quartz forme des cristaux dihexaédriques assez irréguliers ; certaines faces se sont développées beaucoup plus que d'autres et, en lames minces, les sections affectent des formes très irrégulières. Très souvent ces cristaux sont polysynthétiques et entre les fragments qui les constituent se voient des traînées très riches en phyllite, qui proviennent de débris du magma fondamental, pris entre les différents fragments de quartz. Dans quelques-uns de ces cristaux, il y a des *golfs* remplis de ce magma fondamental.

Le feldspath appartient au microcline et à l'oligoclase ; bien qu'il soit en cristaux visibles à l'œil nu, ses formes cristallines sont peu nettes, ses contours ne sont pas réguliers, et généralement ils sont arrondis. Cependant, dans le porphyroïde, le feldspath prédominant est l'anorthose, tan-

(1) *Bull. Soc. géol.*, 1882, 3^e série, t. X, p. 396.

dis que, dans les blaviérites, il semble que ce soit le microcline. Ces variations dans la nature du feldspath ont peu d'importance, étant donné le peu de différence qui existe dans la composition des deux espèces minérales.

La blaviérite, telle que je viens de la décrire, se rapproche beaucoup du porphyroïde par la présence des cristaux de feldspath et des dihexaèdres de quartz. Elle doit donc son origine à la même roche éruptive que le porphyroïde, c'est-à-dire à la microgranulite ; mais l'action de cette dernière varie selon la nature de la roche schisteuse : elle se traduit toujours par un développement secondaire d'un mica blanc hydraté et de cristaux de quartz et de feldspath. Quand la roche phylliteuse est déjà cristalline, l'introduction du feldspath et du quartz lui donne l'aspect d'un gneiss granulitique. C'est ce que l'on peut remarquer à la métairie de Boa, près Requista. Dans cette région, la microgranulite ne se voit plus qu'à l'état de galets dans le lambeau houiller de Brousse.

Quand les schistes métamorphisés appartiennent à une série phylliteuse plus récente, et par suite moins cristalline, la blaviérite se rapproche beaucoup plus du type que je viens de décrire. Au microscope, on distingue une association de petits grains de quartz de très faibles dimensions et de petites paillettes de matière phylliteuse. C'est au milieu de ce magma que se voient les grands cristaux de quartz et de feldspath dont j'ai déjà parlé. C'est de la proportion relative de ces éléments que résultent les différentes variétés.

La production des cristaux de quartz et de feldspath a lieu aussi bien dans les quartzites que dans les schistes. A l'Est de Lacaune, près de Constanci, un banc de quartzite appartenant à la série silurienne a subi cette même action, et l'on y retrouve des cristaux de quartz et de feldspath au milieu de la roche primitive.

Le feldspath peut faire défaut, soit qu'il ait disparu par suite de décomposition, soit qu'il manque dans la partie

étudiée de la roche. Alors il n'y a plus que des cristaux dihexaédriques de quartz au milieu d'une roche phylliteuse. C'est là le dernier terme de l'action métamorphique de la roche éruptive.

M. Munier-Chalmas (1), qui a fait de la blaviérite de Changé une étude approfondie, y a reconnu également plusieurs variétés comparables à celles de la Montagne Noire. Bien que dans la Mayenne il ne semble y avoir aucune relation entre la blaviérite et une roche éruptive quelconque, cependant les caractères métamorphiques de la première sont si accusés que M. Munier-Chalmas a pu affirmer que la blaviérite était due à l'action d'une roche éruptive sur une roche schisteuse.

J'ai toujours trouvé la blaviérite dans les mêmes conditions de gisements : elle forme toujours des îlots de dimensions et d'importance très variables, situés le long de grandes failles ayant toutes la direction de la Montagne Noire, c'est-à-dire N. 60° E. Dans la Mayenne, c'est également le long des failles qu'on l'observe. M. Munier-Chalmas a signalé un fait que j'ai été à même de constater près de Soumont, à l'Est de Lodève : le long de la faille que suivent les gisements de blaviérite, se voient des brèches schisteuses reprises par un ciment siliceux encore très riche en matière phylliteuse. D'ailleurs, il est arrivé fréquemment que, postérieurement à la formation de la blaviérite, les fissures par lesquelles étaient venus au jour les produits qui avaient donné naissance à la roche métamorphique ont rejoué de nouveau, et alors se sont injectés des filons de silice, encore très riches en matière phylliteuse. Ces filons ont dû s'en charger en passant au milieu de la blaviérite.

Il est à remarquer que, dans la Montagne Noire aussi bien que dans la Mayenne et dans les Pyrénées, on ne connaît aucun filon de microgranulite au contact de la blaviérite ; mais les caractères communs à cette dernière roche, au por-

(1) *Loc. cit.*, p. 136.

phyroïde et à la microgranulite de Graissessac, paraissent indiquer les relations qui existent entre les différentes blaviérites et la microgranulite.

Il me semble que la composition minéralogique de la blaviérite aussi bien que son mode de gisement peuvent donner quelques notions sur sa formation. D'abord il y a eu, grâce aux failles, apport de quartz qui a cristallisé sur place, en englobant parfois des fragments du magma schisteux; en même temps, il a pu y avoir apport de feldspath. La matière phylliteuse étant plus abondante dans la roche métamorphisée que dans le schiste normal, il faut admettre qu'elle aussi y a été introduite. Mais cette matière phylliteuse a la même composition que les micas blancs résultant de l'altération des feldspaths; elle provient donc très probablement d'une décomposition des bisilicates alcalins de la microgranulite; d'ailleurs, dans la blaviérite, les cristaux de feldspath ont toujours des dimensions moindres que dans la microgranulite ou le porphyroïde. La roche injectée dans le schiste paraît donc être la dernière manifestation d'une éruption microgranulitique; il y a bien encore une véritable injection de microgranulite; mais, ici, c'est l'élément schisteux qui l'emporte sur l'élément éruptif, tandis que, dans le porphyroïde, c'est l'inverse.

En résumé, la formation des porphyroïdes et celle des blaviérites doivent être parallélisées; mais chacune de ces roches correspond à une phase spéciale de l'éruption microgranulitique, la blaviérite en étant la dernière manifestation.

Les principaux gisements de blaviérite que j'ai reconnus sont situés dans les environs de Graissessac. En remontant le ravin du Clédou, vers le Mont Cabanes, au Nord de Graissessac, on rencontre, au niveau d'un col par lequel passe faille une orientée N. 58° O., un rocher constitué uniquement par cette roche. Par ce même col, passe également un filon de quartz très riche en matière phylliteuse et qui est postérieur à la formation de la blaviérite.

A l'Est et à l'Ouest de ce premier gisement se retrouvent d'autres massifs de blaviérite. M. de Rouville les a marqués, sur sa Carte géologique de l'arrondissement de Béziers, d'une couleur rose clair et avec les lettres SM. Il sera donc facile de les retrouver. Je ne signalerai que les gisements particulièrement intéressants.

Vers l'Est, la route d'Avesnes au Bousquet d'Orb traverse, avant d'arriver au hameau de la Rode, une masse de blaviérite correspondant encore à une faille. On y trouve aussi des brèches de friction provenant sans doute de la fracture des couches au niveau de la faille. La blaviérite forme en cette région un massif fort épais; c'est peut-être le point où elle atteint son maximum de développement. C'est non loin de ce gisement qu'apparaît, à Truscas, le massif granulitique d'où proviendrait la microgranulite dont j'ai signalé la présence dans les environs de Graissessac.

La blaviérite est encore assez développée dans les environs de Lodève. Dans un sentier à flanc de coteau qui va rejoindre sur le plateau la grande route de Soumont, on en rencontre un affleurement très bien caractérisé qui correspond à une faille sensiblement E.-O. Cette roche, qui affleure dans un torrent, se perd bientôt sous le Grès bigarré, pour reparaître encore, par suite d'érosions, en plusieurs autres points dans les environs de Soumont.

Au Nord-Ouest de Graissessac, au Nord du village d'Andabre, sur la route de Saint-Gervais à Murat, se voit, au niveau du hameau de Plaisance, un des gisements de blaviérite où le quartz dihexaédrique est le mieux développé. La silice y est très abondante; elle semble avoir repris toute la masse de la blaviérite et forme ainsi une roche assez dure pour qu'on puisse l'employer à l'empierrement de la route. Là encore, la blaviérite correspond à une faille, antérieure sans doute à l'époque houillère, mais qui a joué postérieurement.

Cette roche se retrouve encore plus à l'Ouest, sur le versant septentrional de la Montagne Noire; j'en ai reconnu

quelques gisements entre Murat et Lacauune, mais elle y est bien moins développée et n'y forme plus des massifs comparables, au point de vue de l'importance, à ceux de la région de Graissessac.

La blaviérite franche est rare dans le Rouergue et ses pointements sont très peu développés. J'en ai déjà cité un gisement à Boa, près Réquista ; il en existe d'autres encore du côté d'Asprières. Mais dans cette région il est impossible de relier les blaviérites à aucune roche éruptive.

Je n'ai pu recueillir, relativement à l'époque de la formation du porphyroïde et de la blaviérite, aucun renseignement précis. Étant donnée leur origine commune, ces roches doivent être sensiblement de la même époque. Dans la Montagne Noire, le porphyroïde est cantonné dans des schistes qui ne dépassent pas l'époque archéenne-cambrienne. Mais la formation de la roche métamorphique est évidemment postérieure.

Dans l'Ardenne (1), ce sont des schistes du Silurien moyen, et, dans le Hartz, des schistes du Silurien supérieur qui ont été métamorphisés en porphyroïde sans qu'on puisse préciser à quelle époque. Dans la Mayenne (2) et dans les Pyrénées (3), la blaviérite date de l'Anthracifère. C'est probablement à cette époque que le porphyroïde et la blaviérite de la Montagne Noire se seront formés, sous l'influence d'une microgranulite, dont l'apparition correspond à une cassure datant de l'Anthracifère ou du Dévonien supérieur.

Toutes les roches métamorphiques que je viens d'étudier résultent de l'action exercée par des roches éruptives acides ; ce sont les plus métamorphisées de toutes celles auxquelles j'ai eu affaire. Les roches éruptives basiques ont produit

(1) Gosselet. — Esquisse géologique du Nord de la France. 1^{er} fascicule. Terrains primaires, p. 38.

(2) Oehlert. — *Op. cit.*

(3) Jacquot et Michel Lévy. *Op. cit.*

encore quelques phénomènes de métamorphisme que je signalerai dans le chapitre qui leur est spécialement consacré, mais les actions qu'elles ont exercées sont bien moins importantes que les précédentes; par contre, elles ont été modifiées au contact des roches encaissantes.
