

d'une autre? Dans les composés compliqués, comme l'alun, l'ammonalun, la pharmacosidérite, le pyrochlore, l'helvine, l'amphigène, l'analcime, les grenats, on n'aurait un cristal très simple qu'avec le concours de formes atomiques disparates. Avec la diversité des formes atomiques on ne concevrait pas que l'isomorphisme pût exister pour tant de minéraux différents, ni comment un même élément s'arrangerait, dans ses combinaisons avec d'autres, pour entrer dans des cristaux qui parcourraient successivement la totalité ou la plupart des types cristallins. Enfin, si chaque élément chimique avait une forme atomique distincte, pourquoi les trois sulfates de fer, pyrite, sperkise et leberkise, auraient-ils trois formes primitives, tandis qu'ils n'ont que deux éléments?

On ne peut pas dire que les atomes soient amorphes, car l'amorphisme suppose un amas de parties réunies confusément et sans ordre, tandis qu'un atome est un tout sans parties. Il serait impossible que des éléments amorphes concourussent à produire la structure régulière des cristaux, et précisément toujours la même dans les mêmes circonstances.

Ainsi les atomes ne peuvent être ni polyédriques ni amorphes. Donc ils sont nécessairement sphériques.

M. Delesse fait la communication suivante :

*Recherches sur la grauwacke métamorphique,*  
par M. Delesse (1).

Le terrain de transition des Vosges renferme des roches qu'on désigne généralement sous le nom de *grauwacke* et dont l'étude présente le plus haut intérêt.

Tantôt elles ont les caractères d'une roche sédimentaire; leur structure est arénacée; elles sont rudes au toucher et elles se laissent désagréger plus ou moins facilement: elles ne diffèrent de la *grauwacke* ordinaire qu'en ce qu'elles contiennent un grand nombre de débris feldspathiques et porphyriques, ainsi que des schistes pétrosiliceux appartenant au terrain du porphyre brun.

Tantôt, au contraire, elles ont à la fois les caractères d'une roche sédimentaire et d'une roche porphyrique: alors, tous les fragments qui les composent ont été réunis et soudés par une pâte feldspathique; des cristaux de feldspath du sixième système se

---

(1) Voyez, pour plus de détails, *Annales des mines*, 5<sup>e</sup> sér., t. III, p. 747.

sont même développés dans ces roches. Leur stratification est confuse ou bien elle a complètement disparu. Elles sont toujours sonores et résistantes sous le marteau. Souvent elles ont une structure de séparation parallélipipédique, comme celle de la *Pierre quarrée* des bords de la Loire ; souvent aussi elles ont une structure globaleuse.

Lorsqu'on les examine avec soin, surtout après les avoir attaquées par l'acide fluorhydrique, on reconnaît qu'elles sont formées de fragments généralement anguleux de toutes les roches qui composent le terrain du porphyre brun : ces fragments sont de grosseur variable ; lorsqu'ils deviennent microscopiques, les roches passent à un pétrosilex qui représente par conséquent ici une variété limite de la *grauwacke*.

Lors même qu'elles sont pétrosiliceuses ou feldspathiques, toutes ces roches contiennent quelquefois des empreintes végétales qui sont très bien conservées et qui démontrent leur origine sédimentaire : c'est ce qu'on observe par exemple à Thann, à Bitschwiller, à Erzenbach, à Uffholtz, etc.

Il est évident que ces dernières roches ont été modifiées postérieurement à leur dépôt ; elles forment par conséquent une *grauwacke métamorphique* qui est celle que je me suis proposé d'étudier spécialement dans cette notice.

— La *grauwacke métamorphique* est surtout caractérisée par une pâte feldspathique qui est blanchâtre, grisâtre ou bleuâtre : lorsque sa structure cristalline a pu se développer, on y observe d'ailleurs des lamelles d'un feldspath.

Ce feldspath, qui appartient au sixième système, est en cristaux allongés, généralement assez petits, et ne dépassant pas quelques millimètres. Il présente les stries parallèles et le miroitement résultant de la maclé de l'albite. Il a toujours un éclat gras. Ce feldspath a une couleur qui varie du blanc légèrement verdâtre au vert grisâtre et au vert plus ou moins foncé ; par altération à l'air, il devient rouge plus ou moins vif, puis brun et brun rougeâtre ; enfin il devient blanc quand l'oxyde de fer a complètement disparu, et quand il se change en kaolin.

La *grauwacke métamorphique* contient une infinité de fragments anguleux, provenant de roches porphyriques et pétrosiliceuses. On y trouve du mica, du quartz, de la chlorite, des carbonates, de la pyrite de fer, de l'hornblende, ainsi que divers minéraux accidentels.

Elle est partiellement attaquée par les acides qui la décolorent. J'ai pensé qu'il y aurait de l'intérêt à faire l'analyse de la *grau-*

*wacke métamorphique* et en même temps celle de son feldspath. Dans le tableau qui suit, le feldspath F et la *grauwacke* G proviennent d'un même échantillon d'Auxelles Haut (I). Le feldspath F' et la *grauwacke* G' proviennent d'un même échantillon de Thann (II).

	I		II	
	F	G	F'	G'
Silice. . . . .	74,50	67,50	64,92	63,25
Alumine. . . . .	45,50	20,00	22,92	22,50
Oxyde de fer. . . . .	traces		traces	
Protoxyde de manganèse.	id.	traces	id.	traces
Chaux. . . . .	4,73	3,09	0,90	4,70
Magnésie. . . . .	0,50	2,25	4,20	3,92
Potasse. . . . .	3,16	4,06	11,06	5,73
Soude. . . . .	5,64			
Eau (perte au feu). . .	2,06 <sup>1</sup>	3,10	2,00	2,90
	100,09	100,00	100,00	100,00

<sup>1</sup> Avec un peu d'acide carbonique.

Les analyses précédentes montrent que le feldspath du sixième système de la *grauwacke métamorphique* a une composition chimique variable.

Il renferme toujours de l'eau et peu de chaux.

Il renferme aussi les deux alcalis, et la soude est son alcali dominant.

Sa teneur en silice est très variable : tantôt elle s'élève jusqu'à celle de l'albite ; tantôt, au contraire, elle s'abaisse au-dessous de celle de l'oligoclase.

Ce feldspath est quelquefois de l'albite, et par conséquent la *grauwacke métamorphique* donne un exemple remarquable d'une roche qui est presque entièrement formée d'albite.

La composition moyenne de la *grauwacke métamorphique* se rapproche beaucoup de celle de son feldspath, comme on peut le voir par les analyses qui précèdent.

J'ai fait en outre l'analyse d'une *grauwacke métamorphique* grenue et de plus celle d'une variété compacte ; cette dernière était d'ailleurs un véritable pétrosilex et elle représentait la pâte feldspathique qui forme le ciment de la *grauwacke*. Il résulte de ces diverses analyses et de celles qui sont données par le tableau ci-dessus, que la *grauwacke métamorphique* a une composition chimique très variable ; cependant elle renferme généralement une

assez grande quantité d'alcalis, et de plus, son alcali dominant est toujours la soude.

La *grauwacke métamorphique* est assez souvent traversée par des filons métallifères dont les gangues sont surtout le quartz, la chaux fluatée, la chaux carbonatée, la baryte sulfatée. Ces mêmes filons se retrouvent aussi dans la *grauwacke*, lors même qu'elle est à peu près à l'état normal et qu'elle n'a pas été métamorphisée; ils ont été l'objet d'exploitations importantes aux environs de Giromagny.

Quand la *grauwacke* est très cristalline, elle ressemble beaucoup à un porphyre; elle en diffère cependant en ce qu'elle est moins homogène: par suite, sa teneur moyenne en silice est très variable.

Il est souvent difficile de tracer la limite de la *grauwacke métamorphique* et du porphyre brun qui lui est associé: ces deux roches contiennent en effet du feldspath appartenant au même système, et sur le terrain, elles présentent des passages insensibles. Cependant le porphyre est beaucoup plus cristallin et surtout plus homogène que la *grauwacke*; il est généralement moins riche en silice; il ne contient pas de débris fossiles et il forme des amas ou des filons.

La *grauwacke métamorphique* est au contraire une roche sédimentaire qui comprend des brèches, des grès et plus rarement des schistes. Le métamorphisme de ses différentes couches a été très inégal; car, tandis que les grès et les brèches renferment des cristaux de feldspath qui leur donnent une structure porphyrique, le plus souvent les schistes ont seulement été soudés et changés en pétrosilex.

De plus, le métamorphisme a pu se produire dans une couche, sans se produire aucunement dans la couche inférieure ou dans la couche supérieure. Il est, au contraire, assez égal dans une même couche dans laquelle on peut fréquemment le suivre sur de grandes étendues.

Au moment de son métamorphisme, une couche a pu être amenée à un état plus ou moins plastique; mais elle a généralement conservé sa stratification qui est quelquefois très régulière; elle a aussi conservé sa structure arénacée ou bréchiforme. Les végétaux et les fossiles qu'elle renfermait n'ont pas été détruits, et ils sont même très facilement reconnaissables. Lorsque du calcaire se trouvait à son contact, il a seulement pris une structure légèrement grenue.

Le métamorphisme de la *grauwacke* a donc eu lieu sans des changements considérables dans son volume et dans sa tempéra-

ture. Il a, sans doute, été déterminé par une forte pression ou par des phénomènes spéciaux qui ont rendu la *grauwacke* plastique, mais il doit surtout être attribué à la composition élémentaire de cette roche, car elle était originairement formée de débris feldspathiques et porphyriques. Le métamorphisme est d'ailleurs intimement lié à l'éruption du porphyre brun, puisque les débris de ce porphyre ont fourni les alcalis nécessaires au feldspath et à la pâte feldspathique qui a cimenté la *grauwacke métamorphique*.

L'association de la *grauwacke métamorphique* et de l'anthracite qui s'observe avec une grande constance dans les Vosges, sur les bords de la Loire, et dans diverses contrées, semblerait indiquer que c'est un même phénomène qui a produit l'anthracite et la *grauwacke métamorphique*.

— La *grauwacke métamorphique* que je viens de décrire est très répandue dans toute la chaîne des Vosges, et on l'observe surtout dans les environs de Thann et de Framont.

Toutefois c'est une roche assez exceptionnelle et on ne l'a retrouvée que dans un petit nombre de contrées parmi lesquelles on peut citer les bords de la Loire dans la Bretagne et dans le Forez, certaines parties de la Normandie et des Pyrénées. Le terrain anthraxifère des bords de la Loire présente notamment une grande variété de roches, telles que la *Pierre carrée*, qui ressemblent assez à la *grauwacke métamorphique* des Vosges.

Dans le Hartz, il y a aussi de la *grauwacke métamorphique*, mais le ciment feldspathique qui réunit ses grains est toujours très peu abondant.

Les anciens Egyptiens ont souvent employé, pour en faire des Sphinx, une roche qu'on désigne vulgairement sous le nom de *basalte égyptien*. Cette roche a une couleur vert grisâtre ou vert noirâtre. Elle paraît compacte au premier abord; cependant en l'examinant avec soin, on reconnaît qu'elle a une structure arénacée, et que ses grains ont été soudés par un ciment feldspathique. Elle a donc tous les caractères d'une *grauwacke métamorphique*. Le musée du Louvre renferme un assez grand nombre de statues égyptiennes qui ont été exécutées avec cette roche.

Mais c'est surtout dans le pays de Galles que la *grauwacke métamorphique* joue un rôle très important. Elle se trouve en effet dans le Caernarvonshire, le Merionethshire, le Denbigshire, le Salopshire et autour du massif du Snowdon, qui est la plus haute montagne du pays de Galles. La collection du *Museum of practical geology* de Londres possède de belles séries de ces roches, qui ont été recueillies et classées par M. le professeur Ramsay. Elles sont

désignées sous le nom de *breccias, conglomerates, volcanic ashes, compact feldspar* (brèches, conglomérats, cendres volcaniques, feldspath compacte). Elles sont plus ou moins cimentées par une pâte feldspathique, et elles passent très souvent au pétrosilex. Elles se relient d'ailleurs par une transition quelquefois insensible, aux roches stratifiées normales qui composent le terrain silurien inférieur. De même que dans les Vosges, elles sont en outre associées à des porphyres, elles résultent de leur trituration; et par conséquent il est très vraisemblable que leur formation est contemporaine de l'éruption de ces mêmes porphyres.

Les variétés de *grauwacke métamorphique* desquelles je viens de parler, appartiennent toutes au terrain de transition; la plupart appartiennent même au terrain dévonien et au terrain carbonifère inférieur. On comprend toutefois, d'après les caractères et l'origine de la *grauwacke métamorphique* telle que je l'ai définie, que cette roche a pu se produire à différentes époques géologiques, et qu'elle n'est pas nécessairement spéciale à une époque géologique déterminée.

M. Boubée dit, relativement à la communication de M. Delesse, qu'il appelle arkoses toutes les roches stratifiées dans lesquelles il y a du feldspath, et que d'après cela la roche décrite par M. Delesse, sous le nom de *grauwacke métamorphique*, est simplement une arkose.

Il ne peut d'ailleurs regarder comme des roches métamorphiques les échantillons que M. Delesse met sous les yeux de la Société; il pense qu'ils appartiennent simplement à des roches sédimentaires et qu'ils n'ont pas éprouvé de modifications. Beaucoup d'entre eux ont en effet conservé leur structure arénacée et bréchiforme.

M. Delesse répond à M. Boubée par les remarques suivantes :

« Je ne saurais partager l'opinion de M. Boubée et regarder la » *grauwacke métamorphique* que je viens de décrire comme une » roche qui n'a pas été modifiée; car il m'est absolument impos- » sible de concevoir comment une roche, formée par voie de dé- » pôt au fond de la mer, pourrait présenter les caractères minéra- » logiques que j'ai signalés.

» Je reconnais d'ailleurs, avec M. Boubée, qu'il y a bien une » certaine analogie entre l'arkose et entre la *grauwacke métamor-*

» *phique* ; cependant je ne pense pas qu'il soit possible d'appliquer  
 » le même nom à ces deux roches.

» En effet, l'arkose et la *grauwacke métamorphique* sont, il est  
 » vrai, des roches sédimentaires qui contiennent des débris feldspa-  
 » thiques, et qui toutes deux me paraissent avoir été modifiées ;  
 » mais tandis que dans l'arkose ces débris appartiennent à l'orthose  
 » et proviennent de la destruction de granites, dans la *grauwacke*  
 » *métamorphique* ces débris proviennent de porphyres qui ont pour  
 » base un feldspath du sixième système.

» L'arkose et la *grauwacke métamorphique* sont bien pénétrées  
 » toutes deux par des filons métallifères qui contiennent du quartz,  
 » du spath fluor, de la baryte sulfatée, etc. ; mais la pâte qui a  
 » cimenté les différentes parties de l'arkose est essentiellement  
 » quartzeuse, tandis que la pâte qui a cimenté les fragments et  
 » les parcelles de la *grauwacke métamorphique* est essentielle-  
 » ment feldspathique. Cette circonstance est très importante à si-  
 » gnaler, et je crois devoir y insister d'une manière spéciale, car  
 » la *grauwacke métamorphique* des Vosges a souvent été regardée  
 » comme une roche silicifiée, quoiqu'elle ait été cimentée par une  
 » pâte feldspathique ; j'ajouterai même qu'il est assez rare d'y  
 » trouver du quartz en grains et surtout en veinules.

» La *grauwacke* des Vosges contient au contraire une multitude  
 » de débris appartenant à des roches porphyriques et pétrosili-  
 » ceuses ; elle contient aussi des lamelles de mica qui ont été trans-  
 » portées et qui proviennent de la destruction de roches micacées.  
 » De plus, dans les échantillons que je sou mets à la Société et que  
 » j'ai décrits sous le nom de *grauwacke métamorphique*, toutes les  
 » parties de la roche ont été complètement soudées par une pâte  
 » feldspathique ; quelquefois même la roche a pris une structure  
 » porphyrique.

» Je ne pense donc pas qu'il soit possible d'appliquer le nom  
 » d'arkose à la *grauwacke métamorphique*, et j'ajouterai qu'aucun  
 » des géologues qui ont étudié les Vosges n'a jamais songé à la  
 » désigner sous ce nom. »

M. Delesse fait la communication suivante :

*Sur la Pegmatite de l'Irlande*, par M. Delesse.

Les montagnes du Mourne (*Mourne Mountain*) qui se trouvent  
 dans le comté de Down, au nord-est de l'Irlande, sont formées par