

M  
1323.

1849

7

~~141~~ 1323. Geologie.

+ 141 1323 / 18° (B)

# APERÇUS

SUR

## DIVERSES QUESTIONS GÉOLOGIQUES,

PAR M. FOURNET,

Professeur à la Faculté des sciences de Lyon.

BERGAKADEMIE  
FREIBERG.

Lue à la Société nationale d'agriculture, d'histoire naturelle et des arts utiles de Lyon, dans  
la séance du 20 avril 1849.

Mes notices précédentes contiennent déjà plusieurs détails sur les filons et sur les roches plutoniques ou plutonisées : mais loin de regarder ces sujets comme épuisés ou comme définitivement arrêtés, j'ai au contraire fixé constamment mon attention sur les problèmes qu'ils présentent pour ainsi dire à chaque pas. Divers voyages m'ont même permis d'étendre les anciens aperçus à cet égard, et ce sont ces nouveaux résultats dont je vais faire part à la Société, en rappelant toutefois, aussi brièvement que possible, l'état antérieur des questions. Comme d'ailleurs il ne s'agit pas ici d'un historique complet de la science, mais simplement du produit de mes recherches, je laisserai à qui de droit le soin de réclamer les priorités auxquelles on croira pouvoir prétendre.

A. Depuis long-temps j'ai distingué dans les environs de Lyon deux systèmes de roches granitoïdes : l'un comprend ce que j'ai appelé le vrai granit, en y joignant ses accidents de cristallisation, désignés sous les noms de *pegmatite*, de *granulite*, de *leptynite*; l'autre embrasse la série des roches syénitiques avec la répétition des mêmes accidents.

La délimitation entre les deux systèmes est établie par une ligne dirigée du S-O au N-E, et menée des environs de St-Galmier sur la Loire à Lozanne sur la Saône. Tout l'espace placé au sud-est de cette ligne est occupé par les vrais granits; la région nord-ouest est le

siège des roches syénitiques. Ainsi, les massifs du Pilat, d'Izeron, les bas-plateaux viennois et lyonnais, montrent presque partout des saillies granitiques perçant au travers des gneuss et des mica-schistes, tandis que les montagnes de Montrottier, Villechenève, Bully, Chessy, Vaux, Régnié, Vaux-Renard, offrent de vastes amas syénitiques qui ont disloqué les terrains ardoisiers et carbonifères, en les modifiant plus ou moins comme on le verra par la suite.

C'est sur ces syénites que je dois particulièrement fixer l'attention en ce moment, parce qu'elles m'ont présenté les plus grandes difficultés à cause de leur variabilité. En effet, ces roches spécialement caractérisées par la présence de l'amphibole, sont sujettes à une oblitération en vertu de laquelle cet élément fondamental s'efface de telle sorte qu'il ne reste autre chose qu'un ensemble essentiellement granitique. On se trouve alors dans l'embarras de savoir si l'on a sous les yeux un granit proprement dit ou bien une syénite. Il est d'ailleurs bien entendu que cette difficulté est purement géologique, car minéralogiquement parlant, une roche granitoïde sans amphibole est un granit, de même qu'un granit avec amphibole est une syénite. Mais il n'en est plus ainsi sous le point de vue géologique. Un ensemble syénitique quelles que soient ses variations quant à l'amphibole, doit rester syénitique, de même qu'une assise du calcaire carbonifère demeure dans son rang, malgré les différences qui peuvent exister entre son état saccharoïde ou son état compacte.

Les associations et les passages peuvent donc seuls permettre d'établir des rapprochements entre les diverses masses dites *syénitiques*, et c'est de cette manière que j'ai cherché à envisager la question. Pour cela j'ai étudié d'abord les roches qui s'étendent de Ste-Foy-l'Argentière à Villechenève. Là, sans qu'aucune solution de continuité ait pu me permettre de croire à l'intercalation de masses étrangères, j'ai vu sur un point surgir le caractère fondamental fourni par la présence de l'amphibole, et un peu plus loin celui qui dérive de l'absence de ce minéral. De même dans la vallée de la Turdine, les syénites qui occupent la majeure partie de l'espace compris entre St-Forgeux, Bully et Pont-Charra, sont souvent amphiboliques et quelquefois privés de ce minéral; les roches de Chessy sont encore dans le même cas.

Cependant, dans toute cette partie S-O du pays, l'amphibole manque assez rarement pour qu'il n'y ait pas lieu à hésiter à l'égard de la

classification géologique de l'ensemble ; mais il n'en est plus de même dans la partie du Beaujolais occupée par les territoires de St-Etienne-de-Vaux , de Vaux , de Brouilly , de Romanèche et de Vaux-Renard. L'amphibole manque si souvent dans cet espace que l'on est tenté de n'y voir autre chose qu'un véritable granit. Mais ce granit diffère essentiellement de celui de la région S-E , tandis que ses caractères minéralogiques , abstraction faite de l'amphibole , le rapprochent très-souvent de la syénite la mieux caractérisée de Chessy. J'ai donc long-temps hésité à l'égard du rang à assigner à ce granit spécial , jugeant toutefois à propos de le regarder comme plus moderne que le granit du S-E , associé aux gneuss et aux mica-schistes. En cela je me basais sur ses relations avec les roches de transition , carbonifères ou autres. Ce n'est que tout récemment , et à la suite des plus minutieuses perquisitions , qu'il m'a été possible de découvrir l'amphibole auprès de Blacet , ainsi que sur le chemin de Romanèche à Vaux-Renard. Ici entre autres , au milieu d'un granit bien caractérisé , minéralogiquement parlant , j'ai découvert des sphéroïdes moins désagrégés que la masse ambiante , et dans lesquels apparaissent des cristaux d'amphibole. Dès ce moment mes incertitudes ont été levées ; j'ai pu sans crainte d'erreur classer tout cet ensemble parmi les syénites , en faisant observer cependant que les roches beaujolaises diffèrent des roches de la partie sud-ouest , en ce sens qu'ici l'oblitération qui conduit à l'état granitique est en quelque sorte exceptionnelle , tandis qu'elle est pour ainsi dire normale dans les autres.

En jetant actuellement un coup-d'œil plus général sur la distribution géographique de ces roches syénitiques , telles qu'elles viennent d'être définies , nous les retrouverons autour de Châteauneuf près Chauffailles dans le Charolais , et de Saulieu dans le Morvan. Puis après une longue interruption , provoquée par la présence des terrains carbonifères , houillers et secondaires , on les voit surgir de nouveau dans les Vosges autour du Ballon de Giromagny , du Champ-du-Feu et du Jaëgerthal. Ici encore des granits particuliers accompagnent les syénites , et j'ai déjà eu occasion de faire ressortir leurs caractères spéciaux dérivant soit de la présence du fer oxidulé , soit de celle d'un quartz coloré en rouge de vin. A la vérité l'absence de l'amphibole m'avait fait séparer ces granits exceptionnels d'Andlau et du Jaëgerthal , d'avec les syénites voisines ; mais des études plus

récentes, dont mon collègue M. Daubrée a bien voulu me faire part, le conduisent à établir des raccordements du même genre que ceux dont je viens de poser les bases à l'égard de nos syénites lyonnaises, et je m'empresse de rendre ici justice à ses excellentes observations. Cependant il n'en restera pas moins établi qu'il existe dans la même chaîne des Vosges un vrai granit qui, autour de Ste-Marie-aux-Mines par exemple, ne peut pas plus être raccordé avec les syénites voisines que le granit de Lyon ne peut être rattaché à la syénite de Villechenève. Par conséquent il y aura toujours lieu à conserver le cadre général de mes classifications pour les roches de ces montagnes.

*B.* Passons maintenant à des considérations d'un autre ordre.

M. Elie de Beaumont a émis récemment l'opinion que la minette n'est autre chose qu'une monstruosité du granit analogue à ces cas de tératologie rocheuse dont résultent les pegmatites, les granulites et les leptynites. Cette opinion ne me paraît soutenable en aucune manière. En effet, déjà depuis long-temps j'ai eu occasion d'établir que la minette des Alpes est à peu près aussi récente que la serpentine, si toutefois encore elle n'est pas plus moderne. L'observation sur laquelle je m'appuyais était à la vérité contestable jusqu'à un certain point; aussi j'espère que les suivantes seront accueillies avec plus de faveur.

Dans nos pays où la minette abonde, on la voit très-rarement traverser le vrai granit; par contre toutes les autres monstruosité du granit apparaissent pour ainsi dire à chaque pas dans ce système. Il devait donc déjà paraître singulier de voir le granit montrer en quelque sorte une véritable répulsion pour un de ses accidents tératologiques. Et, évidemment, le caractère d'association qui m'a si bien servi pour simplifier la théorie jusqu'alors si confuse de toutes les roches sus-nommées, se trouvait en contradiction flagrante avec l'opinion de M. Elie de Beaumont au sujet de la minette.

Si la minette manque dans le granit, ses filons abondent au contraire dans la région syénitique, il était donc bien plus naturel de la regarder comme associée à ces roches amphiboliques; mais cette conclusion demandait des preuves plus positives pour être acceptable; j'ai donc attendu qu'une occasion plus heureuse me permit de lever toutes les incertitudes.

Or, j'avais trouvé, au milieu des syénites, de nombreux filons de

porphyres quarzifères, placés quelquefois auprès de ceux de la minette; mais jamais il ne s'était présenté un cas d'entrecroisement qui pût me permettre de me prononcer dans un sens quelconque. C'est seulement dans ma dernière excursion à Vaux-Renard que j'ai eu le bonheur de faire la rencontre d'une triple intersection de nature à jeter le plus grand jour sur la question. En effet, près du sommet de la montée qui mène de Romanèche à ce dernier village, on voit quelques puissants filons de porphyre quarzifère qui traversent le système syénitique, et l'un d'eux est coupé à son tour par un filon de minette. Ainsi donc, cette dernière roche est plus récente que l'une et l'autre des masses encaissantes, et dès lors il n'y a plus de possibilité à la regarder comme un cas de monstruosité du granit.

Avant de passer à un autre sujet, qu'il me soit encore permis de rappeler qu'il ne faut pas confondre ces minettes éruptives avec certains porphyres quarzifères endomorphiques, ni avec certains granits exomorphiques qui prennent la même apparence le long des plans du contact des micaschistes ou des filons métallifères. J'ai rencontré des exemples de l'un et l'autre cas, soit auprès de Pranal en Auvergne, soit dans les environs de Villefranche-de-Rouergue.

J'ajouterai encore que la valeur du mot minette n'est pas parfaitement précisée. Il me paraît entre autres qu'il existe des minettes amphiboliques indépendamment des minettes purement micacées. Ces indications feront l'objet de recherches ultérieures; mais, je dois le dire, celles-ci sont d'autant plus difficiles que la minette est très-souvent kaolinisée par suite de la perméabilité que lui donne l'abondance du mica.

C. Les mélaphyres m'ont offert un sujet d'études bien autrement important que les roches précédentes, à cause des théories auxquelles ils ont servi de base. Ces roches, regardées comme éruptives jusqu'à l'époque de mon voyage en Tyrol en 1845, ont été dès ce moment divisées en deux classes, savoir: les mélaphyres éruptifs qui ne sont autre chose que des basaltes, et les mélaphyres proprement dits qui sont des produits métamorphiques. Les premiers sont principalement concentrés dans un espace assez restreint de la région orientale des Alpes, à partir de la vallée de l'Adige, tandis que les seconds occupent un champ beaucoup plus étendu, puisqu'on les retrouve échelonnés sur divers points depuis la vallée de Fassa jusqu'auprès du lac Majeur.

Cette distinction n'a pas été acceptée par tous les géologues. L'é-

noncé de mes propositions porta même M. de Collegno à témoigner une sorte de regret au sujet des doutes que je venais imprudemment jeter sur les idées accréditées jusqu'alors. Aussi, pour lui donner satisfaction pleine et entière, je n'hésitai pas à retourner en 1847 sur ces lieux rendus classiques par les descriptions de MM. de Buch et Elie de Beaumont, et cette fois, stimulé par le besoin de la défense, je fus encore plus heureux qu'auparavant. En effet, de mes nouvelles perquisitions, il est résulté la découverte de passages très-clairs des grauwackes et schistes de transition (probablement carbonifères) aux mélaphyres métamorphiques. Par exemple, dans le val Gana, il suffit de suivre certains lambeaux de ces roches, depuis le pied des montagnes jusque vers leur sommet, pour les voir reprendre graduellement leur état normal. Bien plus, dans le val Brinzio, là où les deux savants précédents ont discuté ensemble pour savoir de quelle nature devait être une roche que l'un d'eux regardait comme un mélaphyre et l'autre comme une modification du porphyre quartzifère, il m'a suffi de m'écarter quelque peu du point en litige, pour retrouver le terrain de transition, grès et schiste, que je regarde comme la base du mélaphyre; par suite, la roche porphyroïde, objet de la discussion, apparaît comme un simple résultat d'endomorphisme.

Il est presque inutile d'ajouter maintenant que ces terrains de transition ont été méconnus par les deux savants dont je combats les opinions. Leurs écrits si largement vulgarisés me dispensent d'établir ce fait; mais on me permettra de faire observer que s'ils eussent eu connaissance de la présence de ces terrains, ils seraient probablement arrivés aux mêmes conclusions que moi, c'est-à-dire qu'ils auraient été amenés à modifier complètement leurs théories. Cela étant, il me sera permis à l'avenir de généraliser mes observations, en mettant ces schistes et grauwackes de transition en rapport avec les conglomérats de Valorsine, ou encore avec les masses anthraxifères des environs d'Alleverd et de Lamure.

Au surplus, déjà antérieurement j'avais porté mes pas dans les Vosges où il est si facile de trouver les passages les plus évidents entre les roches de transition et les mélaphyres. Il suffira même à tout homme non soumis à l'influence d'idées préconçues, d'aller visiter les environs de Framont, de Thann et de Giromagny pour se convaincre de la réalité de mes assertions. Il faut d'ailleurs le dire, mon collègue M. Jourdan, qui a exploré après moi la station de Plancher-



les-Mines, y a trouvé un *productus*, ainsi que d'autres fossiles en-chassés dans des grès à demi feldspathisés, appartenant à l'étage carbonifère. Que faut-il de plus pour convaincre les plus incrédules?

Tous ces faits, et je le rappellerai en passant, n'ont été pour moi que la confirmation pure et simple de tout ce que j'avais observé depuis long-temps dans les montagnes lyonnaises; seulement je n'avais pas jusqu'alors soupçonné la possibilité de confondre des masses éruptives avec des masses aussi évidemment métamorphiques. De là les embarras que j'éprouvais à la lecture de tout ce qui avait été publié antérieurement sur le même sujet.

*D.* Dans la région N-O des montagnes lyonnaises, l'ensemble syénitique est traversé ou longé par de nombreuses et puissantes masses de porphyre quarzifère. Pour donner une idée de l'extension de ces porphyres placés au milieu ou à côté des syénites, il suffit de citer les stations de Torvéon, de la Roche-Folle, de la Roche-Guillon, de la Folletière, des Molières, de Tarare, de Villechenève, du Pélerat, de Montrottier.

L'un et l'autre de ces systèmes éruptifs a disloqué le terrain de transition ainsi que le carbonifère si clairement établi par mon collègue M. Jourdan. Il en est résulté un double contact. Là où les écailles du dépôt sédimentaire reposent sur les porphyres, elles ont été généralement converties en mélaphyres; ceux-ci atteignent souvent le plus grand degré de perfection cristalline, et les beaux porphyres noirs des Vosges trouvent des rivaux parmi ceux de la Haute-Azergue. Cependant, vers la partie moyenne de cette vallée, ils tendent à passer à un prasophyre à grain fin, caractérisé par une multitude de petits cristaux feldspathiques disséminés dans une pâte verte d'apparence chloriteuse; mais cette modification, due à la nature particulière des schistes plus essentiellement ardoisiers, ne change en rien les conditions générales de ce métamorphisme.

Si au contraire le terrain de transition gît sur le système syénitique, alors, abstraction faite des roches de confusion, il peut prendre la physionomie d'un diorite non moins bien caractérisé dans son genre que le mélaphyre l'est dans le sien. C'est ce dont on peut voir entre autres un exemple sur la nappe de grauwacke à grain fin et de schiste qui, dans le bassin de la Mauvaise et à l'ouest de Vaux-Renard, plonge depuis la crête de la montagne des Eguillettes jusqu'au fond du vallon de Changis. Rarement j'ai vu un diorite métamorphique

aussi pur et dont les éléments soient aussi bien séparés. Cependant on retrouve encore çà et là dans cette masse des parties qui affectent plus spécialement les caractères du mélaphyre; en outre, par suite de l'admirable flexibilité d'organisation des silicates, la même nappe qui est devenue dioritique sous l'influence de la syénite paraît devenir mélaphyrique sur le porphyre voisin.

De la comparaison attentive de ces phénomènes j'ai dû tirer la conclusion qu'un métamorphisme d'un degré d'intensité déterminé peut opérer une cristallisation feldspathique au milieu d'une pâte noire, et par conséquent donner lieu à la formation d'un mélaphyre. Mais si le métamorphisme est plus intense, alors la partie noire cristallise à son tour en hornblende, laquelle oblitère plus ou moins le feldspath; on a donc dans ce cas un diorite, c'est-à-dire une pâte blanche riche en cristaux amphiboliques.

Ces différences s'expliquent d'ailleurs assez naturellement, si l'on admet d'après M. Rose la nécessité d'une température soutenue dans la production de l'amphibole. En effet, rien n'empêche de dire que la syénite en raison de sa masse, et mieux encore en vertu de sa plus grande somme de chaleur initiale, due à sa plus grande ancienneté, a pu se trouver plus spécialement apte à fournir le calorique nécessaire au développement amphibolique.

Pour terminer, je rappellerai que les résultats sus-mentionnés, sont en quelque sorte l'extension sur une grande échelle, de mes anciennes observations sur la conversion des schistes argileux et des grès de transition en amphibolites et en roches feldspathisées. Je pourrais d'ailleurs faire voir que ces phénomènes sont beaucoup plus généraux qu'on ne le suppose ordinairement, mais la crainte d'allonger indéfiniment ces aperçus, me détermine à renvoyer ces détails à une autre occasion.

*E.* Pour compléter ces études sur les roches porphyroïdes métamorphiques, j'ai dû étudier avec la même attention l'influence exercée par les serpentines sur les terrains sédimentaires. Pour cela j'ai porté mes investigations sur les lignes de contact de ces roches dans la Toscane et dans l'île d'Elbe.

On sait que ces contrées sont pourvues d'énormes masses serpentineuses qui ont disloqué entre autres les albérèses jurassiques et leurs schistes. Sous leur influence, comme M. Savi l'a déjà depuis longtemps démontré, les calcaires ont très-souvent donné naissance à des

*mischio* ou marbres roses et blancs, rubanés de serpentine et de la plus remarquable beauté : d'un autre côté on peut dire qu'en général les schistes ont été calcinés de manière à produire des espèces de thermantides, de porcellanites, ou de jaspes désignés sous le nom de *galestri*.

Si l'on se rapproche d'avantage du plan de contact avec les grandes masses de serpentines, on voit ces schistes devenir plus rudes et plus cristallins. En même temps on découvre habituellement des spilites ou gabbros rouges souvent chargés de nodules amygdalins, de manière à prendre l'aspect des variolites de la Durance.

Enfin, sur le plan même du contact, la roche sédimentaire se trouve façonnée en prismes imparfaits ou en gros sphéroïdes enlacés de toutes parts par la serpentine. Ces sphéroïdes affectent une couleur verte dans les parties où ils n'ont pas été brunis par l'action atmosphérique; ils se chargent en outre de cristaux feldspathiques, et l'on a de véritables prasophyres ou porphyres verts d'une netteté comparable à celle des mélaphyres les mieux développés. Si d'ailleurs une lame de ces schistes se trouve noyée dans la serpentine, de manière à prendre la fausse apparence d'un filon, on peut avoir sous les yeux des prasophyres qui semblent couper la serpentine.

Dans tous les cas, ces prasophyres diffèrent des serpentines enveloppantes par le défaut d'onctuosité, par la rudesse de leur texture et par leur teinte verte plus foncée. En outre, cette pâte n'est pas d'une dureté extrême; ne lui ayant point vu égaler celle des porphyres verts antiques, j'en conclus que ce n'est probablement pas sur la zone de contact des serpentines et du terrain jurassique toscan que les Romains trouvaient ces belles roches vertes dont ils enrichissaient leurs habitations.

Les phénomènes en question peuvent être étudiés dans toutes leurs gradations et avec toutes leurs variantes sur le chemin qui mène du golfe de Porto-Ferrajo à Rio, en passant par le rocher du Volterrajo. Mais on a des occasions encore plus nombreuses de les observer sur toute la périphérie de la vaste calotte sédimentaire et morcelée de mille manières, qui s'étend depuis le Monte-Néro près de Livourne jusqu'au-delà de Monte-Verdi, en passant par le Romito, Terricio, Castellino, Miemo, Monte-Catini et Monte-Rufoli.

En résumé, la structure porphyroïde peut être affectée par les roches sédimentaires en présence des serpentines, des porphyres

quarzifères et des syénites ou de leurs granits spéciaux. Cette structure se décèle d'ailleurs, soit par le développement de cristaux feldspathiques dans une pâte noire ou verte, soit par le développement de cristaux amphiboliques dans une pâte blanche silicatée que l'on a coutume d'appeler *feldspathique*; dans l'un des cas, le résultat du métamorphisme s'exprime par le mot *diorite*, dans l'autre, par celui de *mélaphyre*.

Avant de quitter ce sujet, je ferai encore observer que je ne confonds pas avec les jaspes métamorphiques les schistes plus ou moins siliceux qui se trouvent intercalés naturellement et sans métamorphisme au milieu de l'ensemble jurassique toscan; ceux-ci diffèrent complètement des autres par leur aspect général comme par leurs diverses propriétés physiques et chimiques.

F. De la structure porphyroïde à la structure amygdaloïde il n'y a qu'un pas; car rien n'est de plus ordinaire que certains groupements cristallins disposés en sphéroïdes. Ainsi les pyrites, le cuivre carbonaté, la baryte sulfatée, etc., forment fréquemment à eux seuls des rognons à structure radiée.

Dans cet arrangement il peut arriver que la matière encaissante se marie à celle du globule, soit par zones concentriques, soit par alternances de rayons, et l'on a des exemples de ces divers cas dans les variolites de la Durance, dans les diorites orbiculaires, dans les assortiments en forme de cocardes de la yénite, de l'amphibole et de la pyrite cuivreuse de Campiglia.

Ce dernier cas a été distingué par les anciens géologues sous le nom spécial d'*amygdaloïdes à noyaux contemporains*, parce qu'en effet il est impossible de séparer ici par la pensée l'époque de la formation du nœud d'avec celle de la masse ambiante, les mêmes éléments minéralogiques se retrouvant de part et d'autre.

À côté des amygdaloïdes à noyaux contemporains, il s'en range d'autres désignés sous le titre d'*amygdaloïdes à noyaux d'origine postérieure*, et entre ces deux viennent se placer les noyaux d'*origine douteuse*. Les noyaux étaient considérés par les anciens géologues, comme étant d'origine postérieure quand leur nature diffère de celle de la pâte ambiante.

On comprend que, en thèse générale, rien n'empêche d'adopter cette manière de voir; mais il n'en est pas ainsi dans divers cas particuliers. L'on conçoit même *à priori*, qu'une matière sans affinité, par

rapport à une gangue donnée, ou soumise à l'action d'affinités prépondérantes, doit se séparer de cette même gangue, sous la forme de cristaux ou de globules, toutes les fois que la cristallisation interviendra avec son influence séparative. En d'autres termes, il se reproduit ici, à l'égard des magmas ignés, un effet analogue à celui qui a lieu entre les sels et les eaux-mères, quand il s'agit des dissolutions aqueuses. On comprend donc que diverses substances, telles que du carbonate de chaux ou même de la silice en excès dans un magma silicaté, peuvent se distribuer dans ce même magma sous la forme de globules, et ceux-ci d'après les principes des anciens, devraient être considérés comme étant des nœuds d'origine postérieure, tandis que par le fait ils sont contemporains à la formation de la roche et la conséquence directe de sa cristallisation.

Dès lors, on est amené à concevoir que les agates des spilites d'Oberstein, des prasophyres serpentiniteux de la Toscane, etc., peuvent avoir une origine ignée; c'est du moins de cette manière que j'ai été amené à envisager les faits par mes études de ces diverses roches amygdalines. Cependant ma théorie n'a pas obtenu l'assentiment unanime; je vois entre autres M. Elie de Beaumont mettre en avant les géodes du calcaire siliceux de Champigny près Paris, ainsi que celles qu'offrent assez fréquemment les silex de la craie tufau près de Rouen et du Havre. « Si les géodes d'agate et de quartz des amygdaloïdes provenaient, dit-il, des portions de silice qui auraient été en fusion en même temps que la roche qui les renferme, on concevrait difficilement pourquoi ces géodes se trouvent à peu près uniquement dans des roches ayant pour base un feldspath avec excès de ces bases. Si on admet au contraire que ces géodes ont été formées par infiltration, on conçoit aisément l'origine du quartz en remarquant que les roches basiques ont été plus susceptibles que les roches sursaturées de silice d'être décomposées par des eaux ou des vapeurs acides, et que, quoique moins riches en silice, elles en ont fourni plus facilement. »

Mais qu'ai-je dit? n'ai-je pas fait intervenir comme M. Elie de Beaumont le rôle de la vapeur d'eau et de l'acide carbonique dans la formation des agates. Seulement, et c'est en ceci que je diffère de ce savant géologue, j'ai regardé ces agents comme inhérents à la pâte qui devait donner naissance à l'amygdaloïde, à peu près comme certains gaz sont inhérents aux laves. La présence de ces gaz a contribué

à faciliter la séparation de l'excès de silice d'une manière immédiate et non par pénétration postérieure ; elle a déterminé la formation des zéolites et des carbonates inséparables de ces agates. Ce qui d'ailleurs m'a déterminé à considérer les phénomènes de cette manière plutôt que dans le sens de M. Elie de Beaumont, ce sont les effets d'étirement, de déchirement et de brouillage dont il ne tient nullement compte. Je dirai donc que j'ai vu les agates du Hâvre et celles d'Oberstein, et c'est précisément parce que j'ai été à même de faire la comparaison qu'il ne m'est pas permis de croire à l'identité des causes malgré l'analogie des résultats. Au surplus, pour terminer, je poserai la question de savoir si mon honorable adversaire regarde les nodules agathiformes de la craie comme le produit d'une séparation contemporaine à la consolidation du dépôt sédimentaire, ou bien comme celui d'une infiltration subséquente dans des cavernosités demeurées vides pendant un temps plus ou moins long après cette même consolidation.

Si, comme je suis porté à le croire, c'est le premier de ces cas qui est adopté, alors je ne vois pas pourquoi je ne serais pas libre d'appliquer cette donnée aux roches plutoniques et de considérer leurs amygdales comme des produits contemporains.

Si au contraire les agates crétaées du Hâvre sont déclarées devoir être des produits d'infiltrations postérieures, je demanderai pour elles aussi bien que pour les agates d'Oberstein, qu'on me montre les voies par lesquelles les eaux ou les vapeurs acides ont fait pénétrer de si grandes masses de silice jusque dans le fond des cavités, sans que ces véhicules aient laissé des traces de leur passage par les fissures et par les pores de la roche.

En résumé, et jusqu'à preuve définitive du contraire, j'assimilerai les amygdaloïdes d'Oberstein aux autres amygdaloïdes à noyaux d'origine contemporaine, parce que des considérations variées me conduisent à ce rapprochement, et parce que encore jusqu'à présent je ne vois pas en quoi les silex agathiformes du Hâvre, contemporains à la craie tufau, seraient contraires à une théorie d'après laquelle la formation des agates serait contemporaine à la pâte dite *spilitique* qui les englobe.

G. On sait assez combien les géologues sont divisés à l'égard de l'origine des filons métallifères. Les uns les regardent comme étant le produit de sources minérales incrustantes ; les autres veulent y voir le résultat d'un dépôt de matières sublimées, enfin, il en est qui ad-

mettent que leur formation est le résultat de l'injection d'une masse fondue, et en cela ils assimilent ces gîtes aux autres roches éruptives. Par suite de mon éducation wernérienne, j'ai été partisan du premier système jusqu'à ce qu'enfin la vue d'un grand nombre de ces masses m'ait converti pleinement à la théorie de l'injection. Je n'entreprendrai d'ailleurs pas de revenir ici sur la série déjà si nombreuse des considérations qui ont déterminé en moi cette transformation radicale; il suffit pour ce qui va suivre d'avoir rappelé le fait, et de constater en outre que si je n'ai pas encore opéré la conversion des autres géologues, il y a du moins tendance à la formation d'une théorie mixte. D'après celle-ci on accorderait un certain nombre de filons évidemment d'injection et ce seraient les plus anciens, d'autres seraient le produit de vapeurs métalliques; enfin, les sources minérales contemporaines deviennent le dernier terme de cette série.

Cet enchaînement présente quelque chose de très-séduisant au premier aspect, surtout quand on le maintient dans la sphère des idéalités, ainsi que vient de le faire avec tant d'habileté le savant ingénieur des mines, M. Elie de Beaumont. Mais aussi il s'agit dès ce moment de descendre des hautes régions de la science pour faire l'application de ces vues profondes à ce qui a lieu dans la nature. Il s'agit de découvrir dans les détails de la structure des filons les preuves de leur origine par ces moyens pris séparément ou réunis. Pour cela il faudra pénétrer dans les mines comme je l'ai fait depuis environ vingt-sept ans, et quand on m'aura édifié par des faits palpables, alors j'accepterai avec empressement une nouvelle transformation dans mes idées. Encore je ne prétends pas qu'on ne trouvera pas çà et là dans quelque géode des traces de vaporisation, car comme je l'ai déjà énoncé, *Qui dit fusion dit vaporisation*; mais la question sera de savoir si l'ensemble d'un filon métallifère donné, devra être considéré comme un résultat d'injection ou de vaporisation, et c'est là où j'attends mes adversaires. Provisoirement je me contenterai de faire ressortir une première série d'aperçus de nature à bien mettre en garde les géologues et les mineurs.

Personne n'ignore que M. Burat est partisan de la formation de certains filons par voie de sublimation, et qu'en cela il partage les vues du savant professeur du collège de France. Or, si j'ouvre le volume intitulé *Théorie des gîtes métallifères*, je trouve à la page 219 pour le filon de cuivre du Monte-Catini les lignes suivantes: suivant

toute probabilité, les minerais sont postérieurs aux serpentines, et proviennent d'émanations qui ont eu lieu à la suite des éruptions à travers des *évents* (fractures) ainsi préparés. L'effet des émanations métallifères a été de concentrer des masses de minerai principalement suivant les plans du toit et du mur, de pénétrer les serpentines friables de particules qui, obéissant aux lois de l'affinité, se sont le plus ordinairement réunies en noyaux globuliformes et lenticulaires.

Plus loin, page 224, la structure du gîte de Rocca-Tédérighi en forme d'un faisceau de veines qui, tantôt pénètrent dans les gabbro et tantôt restent dans les masses serpentineuses, lui fait supposer d'abord des dislocations ou des effets de retrait dans les roches du toit et du mur; les minerais auraient ensuite pénétré dans ces vides par une action lente et prolongée. Mais ces mêmes minerais étant concentrés en nodules, il admet que cette disposition est due à une espèce de répulsion pour les gangues, répulsion comparable aux phénomènes de capillarité qui déterminent, par exemple, cette même disposition en globules isolés, pour du mercure qu'on *sublime* à travers de la tournure de fonte.

Ces citations presque textuelles ne laisseront guère de doute sur la nature spéciale des idées de M. Burat, au sujet du mode de formation des minerais de cuivre, pyriteux, panaché et sulfuré qui forment la masse essentielle de ces gîtes. Cependant, quand il s'agit des gîtes amphiboliques et yénitiques du Campiglièse, chargés de cuivre pyriteux, de blende, de galène et de pyrite de fer, il admet des dykes métallifères éruptifs, injectés de bas en haut dans les fractures déterminées par le fait même de leur éruption.

Je le demande maintenant! Pourquoi ces théories si différentes pour des minerais à peu près de même nature? A quoi bon ces complications de fusion et de vaporisation, pour des résultats aussi exactement similaires et d'ailleurs si voisins? N'était-il pas plus simple de dire: puisque les minerais de cuivre du Campiglièse sont des produits d'injection, il doit en être de même pour ceux de Montecatini et de Rocca-Tédérighi, et certes, rien de plus facile à expliquer que la disposition en veines et en nodules de leurs parties métalliques dans cette dernière hypothèse. Aussi, M. Elie de Beaumont s'est chargé de rectifier les données de M. Burat: « Les minerais de cuivre « (de la Toscane), dit-il, sont quelquefois répandus dans la roche « serpentineuse de manière à faire corps avec elle; d'autres fois ils



« sont placés au contact de la roche serpentineuse avec les roches  
 « adjacentes ; on voit qu'ils ont été apportés par la roche serpen-  
 « tineuse de manière à être mêlés avec les débris produits par son  
 « éruption, qui ont formé à la surface de la masse un *conglomérat*  
 « *de frottement*. M. A. Burat a décrit tous ces gissements avec beau-  
 « coup de soin. »

Abstraction faite de la phrase terminale, l'énoncé de M. Elie de Beaumont est la critique la plus juste de l'hypothèse de M. Burat. Telle est en effet la seule explication à donner de la formation de ces nodules irréguliers, enchevêtrés dans un détritrus, ainsi que de ces veines poussées dans toutes les fissures du sol encaissant, si l'on y ajoute toutefois les effets complexes résultant de l'état pâteux des serpentines. Mais aussi, puisque M. Elie de Beaumont, malgré la précision qu'il concède à M. Burat, abonde si exactement dans mon sens, il me permettra sans doute d'étendre mes conclusions aux filons de plomb du Massetano, par la raison que le sulfure de plomb est lui-même éruptif dans les amphiboles et yénites de Campiglia. Les filons de plomb du Massetano étant d'ailleurs très-quarzifères, je pourrai encore par les considérations d'identité, arriver à établir l'origine éruptive de certains filons de quartz pauvres en métaux de la Toscane. Passant de là dans d'autres contrées, je verrai le même mode d'origine pour ceux dont les gangues sont la baryte sulfatée, le spath fluor, etc., etc. C'est d'ailleurs ce que je ferai dans une autre occasion, en ayant soin toutefois d'appuyer mes raisons générales par des faits de détail sans lesquels, je le répète, toute ma théorie serait à considérer comme excessivement hasardée.

Cependant, à ceux qui me demanderaient dès à présent un aperçu sommaire de mes idées, je répondrais que j'admets la vaporisation de certains métaux, car les phénomènes volcaniques sont là avec leur oligiste, leur cuivre, leur plomb sublimés dans les fissures et dans les pores des laves le plus souvent décolorées par les vapeurs muriatiques. J'admets également la formation de certains gîtes par les eaux métallifères, car je trouve des dépôts stratifiés de fer dans diverses couches ammonitifères du lias, de l'oxfordien, des filons irréguliers de manganèse oxidé métalloïde dans le néocomien de la Drôme, des nœuds de blende dans le lias du Mont-d'Or, du cobalt dans certains dépôts très-récents, du cuivre dans les grès bigarrés de l'Alsace, de la strontiane et de la baryte sulfatées, de la blende, de la galène, de

la dolomie, du quartz dans les fissures de retrait d'une foule de septaria ou rognons formés par simple élection de parties, au milieu de marnes absolument privées de tout indice de métamorphisme ou de l'action des vapeurs, etc., etc. Mais aussi avant de me prononcer sur le mode de formation de tel ou tel gîte, j'aurai soin d'en faire connaître tous les accessoires. L'on verra alors combien sont bornés et les gîtes de vaporisation et ceux d'incrustation aqueuse, en sorte que je pourrai toujours me dire partisan de la formation des filons métallifères par voie d'injection. En effet, tel est le cas le plus général, tel est celui qui a amené vers la surface la très-majeure partie de ces métaux que le pic du mineur arrache du sein de la terre au profit de la civilisation.

H. D'après quelques géologues, la dolomie doit nécessairement être un produit métamorphique, parce qu'elle est cristalline, caverneuse ou fissurée; mais ces mêmes géologues diffèrent tous d'opinion quant à la cause de ce métamorphisme. Une nombreuse série de théories a donc été mise en avant. Cependant peu d'observateurs ont été assez consciencieux pour se donner la peine d'examiner si les roches qui satisfont plus ou moins exactement aux précédentes conditions de texture, offrent réellement la composition qu'ils leur supposent. Il en est résulté que chacun d'eux, voulant voir une dolomie dans les masses cristallines, poreuses ou fissurées qu'il a rencontrées sur son chemin, a raisonné en conséquence. De là une foule d'aperçus les uns plus erronés que les autres; de là encore une multiplication effrénée des gisements de cette roche.

J'ai donc jugé à propos de passer en revue une grande quantité de ces prétendues dolomies, et je puis dès à présent déclarer qu'une bonne partie d'entre elles doit être effacée de la science. Ce sera seulement quand ce travail d'épuration aura été terminé, que l'on pourra voir au juste à quoi se réduisent ces fameuses conceptions et surtout leur principe général qui devient insoutenable quand on l'examine dans ses divers détails.

Pour le moment, je me contenterai de faire observer que les vraies dolomies du versant méridional des Alpes orientales ne peuvent pas être un résultat de l'action des mélaphyres, puisque ceux-ci sont eux-mêmes métamorphiques. Si l'on veut absolument que les dolomies jurassiques en question aient été modifiées par l'intrusion de vapeurs magnésiennes, il faudrait du moins faire dériver ces vapeurs

des porphyres quarzifères qui ont provoqué la transformation du terrain de transition en roches porphyroïdes.

Parmi les autres difficultés qui s'élèvent encore contre cette manière d'envisager les faits, il importe surtout de ranger la suivante : le mélaphyre métamorphique, tout comme le porphyre quarzifère métamorphisant, avaient déjà complètement perdu leur chaleur lorsque les terrains triasique et jurassique se sont établis, soit dessus, soit à proximité. Ce qui le prouve, ce sont d'abord les cailloux roulés du mélaphyre que l'on trouve dans les conglomérats triasiques; c'est en second lieu l'absence de toute trace de métamorphisme dans ces conglomérats qui reposent directement sur le mélaphyre; c'est enfin la même nullité d'action qui se remarque dans les calcaires muschelkalk ou autres, qui gisent entre le conglomérat en question et la grande assise dolomitique.

Les impossibilités dont il vient d'être fait mention obligeront peut-être à se rejeter encore sur les mélaphyres basaltiques des environs de Trente; mais ceux-ci, je le répète, sont limités dans un espace assez circonscrit, et une fois averti de cette circonstance, personne ne voudra croire qu'une bande de terrain qui s'étend sans discontinuité depuis le lac Majeur jusqu'en Dalmatie, etc., ait été affectée par les vapeurs dérivées d'un point aussi exigü.

Abandonnons donc une fois pour toutes de pareilles conceptions. Sachons trouver tous les éléments du problème dans les actions pures et simples de la sédimentation, suivie des effets de la consolidation cristalline qui s'empare du dépôt complexe ainsi formé. C'est dans cette voie que j'espère amener les géologues, et alors, débarrassés des vapeurs magnésiennes, ils se regarderont comme débarrassés en même temps des vapeurs métalliques que, depuis les alchimistes, on cherche toujours vaguement et par conséquent avec peu de bonheur, à faire intervenir comme agents principaux dans la formation des gîtes métallifères.

NOTA. Comme j'aurai plus d'une occasion de revenir sur divers aperçus énoncés par M. Elie de Beaumont dans sa *Notice sur les émanations volcaniques et métallifères*, il importe pour que je ne sois pas accusé de répondre à des opinions plus ou moins anciennes, et par conséquent abandonnées, que l'on veuille bien se rappeler que

la notice en question, lue à la Société géologique de France dans la séance du 5 juillet 1847, n'a cependant été livrée à la publicité qu'au commencement d'avril 1849.

(Extrait des *Procès-verbaux des séances de la Société d'agriculture de Lyon.* — 1849.)





