

---

## MÉMOIRE

SUR LA CONSTITUTION GÉOLOGIQUE DU TYROL MÉRIDIONAL.

Par M. de LAPPARENT, ingénieur des mines.

---

### INTRODUCTION.

Depuis le jour où M. de Buch, par sa célèbre théorie de la formation des dolomies, appelait l'attention du monde savant sur la vallée de Fassa, le Tyrol méridional a été le rendez-vous des observateurs, et ce petit coin de terre, depuis longtemps fameux par l'ample moisson qu'il offrait aux minéralogistes, est devenu le sujet des discussions les plus fécondes pour la science géologique.

Avant M. de Buch, deux travaux importants prouvent déjà l'intérêt qui s'attache à cette contrée, celui de Brocchi, publié en 1811, et contenant une description assez fidèle des gîtes minéraux, et celui du comte Marzari Pentati, qui fait connaître, en 1819, le contact du calcaire et d'une roche granitique à Canzacoli.

Mais c'est seulement en 1822 que les lettres du célèbre géologue allemand font du Tyrol une terre classique, où tous les savants vont accourir à l'envi, les uns pour attaquer, les autres pour défendre les idées de M. de Buch, quelques-uns pour agrandir, par de nouvelles recherches, le champ des observations. Il suffit de citer les noms de MM. de Humboldt, Élie de Beaumont, Scrope, Murchison, G. Rose, Cordier, Fournet, Naumann, Kjerulf, de Beust, de Hauer, de Cotta, pour donner une idée de l'importance de

ce concours de savants, à la curiosité desquels la découverte des fossiles de Saint-Cassien vient offrir, vers 1850, un nouvel aliment.

Pendant, il manquait encore un travail d'ensemble, qui vint coordonner les éléments dispersés dans les nombreuses publications dont le Tyrol avait été l'objet, lorsque, en 1852, l'*Union géologique et minière pour le Tyrol et le Vorarlberg* (*Montanistische Verein*) fit paraître une grande carte géologique. œuvre importante à laquelle M. Trinker prit une part considérable. La même année, MM. Liebener et Vorhauser publiaient leur excellente *Description des minéraux du Tyrol*.

A partir de ce moment, la tâche des géologues se trouva très-simplifiée, et il deyint possible de se livrer avec fruit à des études d'ensemble, au lieu de se borner, comme autrefois, à une particularité de la structure du pays. C'est alors que M. le baron de Richthofen entreprit de revenir, d'une manière approfondie, sur la géologie du bassin de l'Avisio, comprenant le Val di Fassa, le Val di Fiemme, le territoire des Dolomies, et celui de Saint-Cassien.

Familiarisé par des études antérieures avec la structure des Alpes du Tyrol; très au courant, déjà, de la question des mélaphyres, qu'il avait traitée lui-même dans ses « *Remarques sur la séparation du mélaphyre et du porphyre augitique; Vienne, 1859,* » M. de Richthofen parcourut en tous sens, pendant l'été de 1860, le territoire situé entre Botzen, Neumarkt, la Cima d'Asta et Buchenstein, et publia les résultats de ses observations dans sa « *Description géologique des environs de Predazzo, de Saint-Cassien. et de l'alpe de Seiss (Geognostische Beschreibung der Umgegend von Predazzo, Sanct-Cassian, und der Seisser alpe. Gotha, Justus Perthes; 1860).* »

Cet ouvrage remarquable, qui mérite d'être cité comme un modèle du genre, bien qu'on puisse n'en pas accepter toutes les conclusions, se compose d'une carte à grande

échelle, de nombreux profils, et d'une description détaillée divisée en trois parties : la première comprend l'examen des diverses formations, éruptives ou sédimentaires ; la deuxième suit leur développement sur le terrain et étudie leurs rapports mutuels ; la troisième est une esquisse historique des diverses révolutions qui ont contribué à donner au sol du pays son relief actuel.

C'est le travail de M. de Richthofen qui m'a servi de guide dans les études dont les résultats sont consignés dans ce mémoire, qui, d'ailleurs, embrasse un cadre beaucoup plus restreint. La carte du géologue autrichien à la main, j'ai visité les environs de Brixen, de Klausen et de Neumarkt, parcouru la vallée de Fassa, l'alpe de Seiss, le val di Monzoni, le val san Pellegrino, le val di Fiemme. Enfin, j'ai consacré plus de temps qu'on ne le fait d'ordinaire aux alentours de Predazzo. M. de Richthofen avoue que, pendant son séjour dans cette dernière région, diverses circonstances fâcheuses, et notamment la rigueur exceptionnelle de la saison, ont rendu ses observations très-incomplètes. Que cette explication me serve d'excuse et me justifie d'avance du reproche de témérité, si, par la suite, je me trouve amené à combattre plusieurs des conclusions du savant distingué dont l'œuvre m'a été d'ailleurs si utile. Je n'ai décrit aucune roche sans avoir sous les yeux les échantillons recueillis par moi, et dont l'École des mines possède une collection complète ; enfin j'ai cherché, par un examen minéralogique attentif, et de nombreux essais au chalumeau, à déterminer autant que possible la nature de leurs éléments ; sans doute il aurait été nécessaire d'y joindre quelques analyses quantitatives, mais indépendamment du temps qu'il eût fallu y consacrer, l'extrême difficulté des analyses de roches aurait rendu les résultats d'un pareil travail trop incertains, entre des mains aussi peu expérimentées que les miennes.

Je terminerai en remerciant ici M. Friedel, attaché au ser-

vice des collections de l'École, pour le secours qu'il a bien voulu me prêter dans la détermination des minéraux.

Toutes les indications données dans ce mémoire pourront être facilement suivies sur la carte de M. de Richthofen; je n'ai pas cru devoir la reproduire ici, n'étant pas suffisamment en mesure d'y apporter toutes les corrections et les améliorations qu'elle comporte.

*Aperçu général sur la constitution géologique du Tyrol méridional.*

L'âge relatif des formations sédimentaires et la succession des roches éruptives ont été très-bien établis par M. de Richthofen. Aucun fait, de l'aveu même de M. de Cotta, n'est encore venu démentir ses conclusions dans ce qu'elles ont de général; le seul reproche peut-être qu'on soit en droit de lui adresser, c'est d'avoir voulu reconstituer avec trop de précision l'histoire de la géologie du Tyrol méridional, et de s'être engagé, en décrivant des détails d'ordre secondaire, dans des conjectures quelquefois hasardées. Quoi qu'il en soit, il a su démêler avec sagacité les traits principaux de cette histoire, qui peut se résumer, d'après lui, de la manière suivante :

La formation la plus ancienne de toute la contrée est celle des schistes cristallins; ils affleurent, au Nord, sur de vastes étendues, mais n'occupent, au Sud, qu'un espace assez restreint en avant du massif granitique de la Cima d'Asta, qui les a relevés au Sud, pendant que le granite de Brixen rompait leur continuité au Nord. La diorite de Klausen a suivi de près cette double éruption.

Alors commence une longue période de calme, pendant laquelle tout le territoire du Tyrol méridional dut rester émergé jusqu'au commencement du trias, car les formations intermédiaires manquent absolument. La période triasique est inaugurée par l'éruption de puissantes masses

porphyriques qui viennent s'épancher en nappes à la surface des schistes cristallins, argileux ou micacés, et forment un grand plateau continu. Vers la fin, ces éruptions prennent un autre caractère, et donnent naissance à des tufs stratifiés; puis les matériaux fins et ceux qui proviennent de la destruction des porphyres, forment, par leur dépôt, le grès rouge de Gröden, dont les couches inférieures sont encore dépourvues de fossiles. Mais la nature du dépôt change peu à peu, une riche faune apparaît, et l'étendue de la mer tyrolienne continuant à croître, la dolomie de Mendola vient recouvrir les couches précédentes.

Son dépôt est subitement interrompu par une violente catastrophe. De puissantes éruptions se succèdent alors sans discontinuer jusqu'à la fin du trias, avec de fréquentes variations dans leur intensité et dans la nature de leurs produits. Le principal foyer de l'activité plutonique est la partie supérieure du val de Fassa, où les tufs abondent, tandis que les environs de Predazzo se font remarquer par la variété des roches à structures granitique, porphyrique ou compacte. Tandis que les mélaphyres basiques (porphyres augitiques) et leurs tufs remplissent la contrée de Fassa, celle de Predazzo voit se succéder la roche du Monzoni, le granite à tourmaline, le porphyre à ouralite, le mélaphyre, la porphyrite à liebénérîte, et le porphyre syénitique.

C'est pendant cette période, et sous les influences les plus multiples, que se développe la riche faune de Saint-Cassien. Puis les éruptions cessent et font place au dépôt des célèbres dolomies et des calcaires du trias supérieur, recouverts par les couches de Raibl, dernier étage de la formation triasique. Pendant le dépôt du lias, le Tyrol méridional s'élève peu à peu hors de la mer, qu'il refoule de plus en plus loin vers l'Est. Enfin, depuis cette période, le territoire de Predazzo et de Saint-Cassien n'a plus été recouvert par les eaux.

Telle est, en peu de mots et à grands traits, l'histoire géologique du Tyrol méridional; nous allons maintenant passer en revue ces diverses formations, en respectant l'ordre de succession qui vient d'être établi.

*Schistes anciens; granite et diorite.*

*Schistes anciens.* — Les schistes cristallins, qui servent de base à toutes les formations géologiques du Tyrol méridional, présentent dans leur composition de nombreuses différences; on trouve des schistes argileux, des micaschistes, des schistes chloritiques. A Theiss, près de Klausen, les micaschistes sont d'un blanc d'argent, à éclat soyeux prononcé; si l'on rapproche cette circonstance de ce fait, que le mica magnésien devient argentin et opaque par la calcination, il ne sera pas invraisemblable d'admettre que la chaleur a pu venir modifier, après coup, l'état physique des schistes de Theiss.

A la Cima d'Asta, on rencontre des schistes micacés extrêmement durs, et à grain particulièrement fin, contenant en abondance des leucitoèdres de grenat almandin qui atteignent jusqu'à 1 centimètre de diamètre, et sont très-recherchés par les collectionneurs; le grenat forme des noyaux dans la pâte du schiste, et ne se trouve jamais en géodes.

*Granite.* — Nous avons déjà dit que le granite affleure au Nord, près de Brixen, et au Sud à la Cima d'Asta.

Le granite de Brixen forme un massif d'une grande hauteur, mais d'une étendue peu considérable, qui a surgi au milieu des schistes micacés, entre le Brenner et le plateau du Tyrol méridional. Il est traversé dans toute sa longueur, depuis Mauis jusqu'au défilé de Franzensfeste, par la vallée profonde de l'Eisack, qui se jette à Botzen dans l'Adige.

La Cima d'Asta est une montagne granitique, élevée de 2.600<sup>m</sup> au-dessus du niveau de la mer. La roche qui la constitue présente une identité frappante avec celle de Brixen. Toutes deux sont formées par un mélange à grain cristallin de quartz blanc grisâtre, d'orthose blanche, et d'oligoklase blanche, avec mica noir ferrugineux irrégulièrement disséminé : on y trouve aussi de l'amphibole. Le grain est assez variable, mais jamais la roche n'est à grandes parties. Dans toute la contrée on rencontre des blocs erratiques de ce granite qui ont été apportés à des hauteurs considérables, notamment à Theiss ; en outre, au sortir du défilé de Franzensfeste, là où la vallée s'élargit tout d'un coup, se trouvent des accumulations énormes de terre et de blocs de granite qui donnent une idée de la violence des courants auxquels la vallée de l'Eisack doit sa formation.

On n'a pas observé d'actions de contact exercées par le granite sur les schistes cristallins.

*Diorite.* — La diorite est très-secondaire par rapport au granite ; on la rencontre aux environs de Klausen, où elle forme plusieurs petits massifs qui se distinguent nettement, par leurs formes escarpées, des schistes environnants ; elle est constituée par de l'oligoklase blanche et de l'amphibole fibreuse (strahlstein). Son grain est assez variable : tantôt elle est presque compacte, tantôt les cristaux y sont très-distincts et lui donnent l'aspect d'un gabbro à gros grain. En face de Theiss, la diorite à gros grain est traversée par des veines régulières de chaux carbonatée ; il est probable que le calcaire n'est pas là seulement un produit d'altération, mais qu'il entre dans la roche comme élément constitutif. La diorite est traversée par un grand nombre de fissures, dans lesquelles il semble qu'il y ait une direction prédominante ; en outre on y trouve des filons de galène et de pyrite de cuivre ; et, dans son voisinage, les schistes micacés renferment des minerais de zinc.

Les actions de contact de la diorite ne sont pas très-

faciles à observer; cependant à Klausen elle touche à un schiste siliceux faisant feu au marteau, et c'est dans son voisinage, à Theiss, que se rencontrent les schistes argentins dont il a déjà été question.

*Porphyre quartzifère.* — Le porphyre quartzifère forme un grand plateau qui s'étend depuis Klausen jusqu'aux montagnes de la Vénétie; la moitié de sa surface est recouverte par des formations plus modernes; néanmoins sa continuité est hors de doute.

Les éléments constitutifs sont en très-petit nombre, bien que par leur association ils donnent naissance à beaucoup de variétés; on n'y rencontre guère que du quartz, de l'orthose, de l'oligoklase et du mica.

Le *quartz* est souvent cristallisé sous forme de pyramides sans aucune trace de faces hexagonales; il est tantôt hyalin, tantôt gris enfumé; sa cassure est remarquablement conchoïdale, et, dans toutes les variétés, c'est lui qui domine quant au nombre des cristaux.

L'*orthose* ne manque jamais; sa couleur varie entre le rouge-chair et le rouge-brique; mais on trouve aussi des variétés vitreuses.

L'*oligoklase* accompagne assez souvent l'orthose; elle est en cristaux mâclés, de nuance claire.

Le *mica* magnésien est assez rare dans le vrai porphyre; on le trouve plus fréquemment dans les tufs; il est parfois remplacé par un minéral verdâtre, talqueux ou chloritique, qui donne à la roche une teinte verte.

Quant à la pâte, l'analogie conduit à la considérer comme composée de quartz et de feldspath.

Parmi les nombreuses variétés qui résultent de l'association de ces divers éléments, on peut distinguer :

1° Le porphyre de San Pellegrino, composé d'une pâte rouge chair, avec nombreux cristaux de quartz et des cristaux d'orthose lamelleuse, de même nuance que la pâte;



2° Porphyre des environs de Moëna, contenant beaucoup de quartz et très-peu de feldspath dans une pâte d'un vert noirâtre ;

3° Porphyre de Neumarkt : pâte rouge brique foncée, avec diploèdres de quartz, oligoklase et orthose vitreuse en abondance ;

4° Porphyre ou plutôt tuf porphyrique du sommet de la Margola, en blocs arrondis, vraisemblablement apportés par les eaux, où l'on distingue, à côté du quartz, deux feldspaths et de nombreuses paillettes hexagonales de mica ; cette variété ne se trouve pas en place ; il est fort probable que ce n'est qu'un tuf ;

5° Porphyre de Seiss (entre Kastelruth et Ratzes) : Le feldspath a complètement disparu, et les cristaux de quartz sont implantés dans une pâte d'obsidienne noire, vitreuse et conchoïdale. Cette variété est très-intéressante, à cause de la coexistence de deux minéraux aussi dissemblables que le quartz et l'obsidienne : l'un dont on ne comprend guère la formation que par voie aqueuse, l'autre auquel on attribue partout une origine franchement ignée.

Les porphyres quartzifères du Tyrol se distinguent par leur tendance à la séparation prismatique ; on peut très-bien l'observer en descendant l'Adige, au-dessous de Botzen ; les deux murs porphyriques verticaux qui forment les flancs de la vallée sont découpés en une infinité de colonnes plus ou moins régulières, assez souvent pentagonales, et dont l'aspect est très-caractéristique.

A Neumarkt, il y a plutôt un clivage presque vertical, orienté S.-S.-O.—N.-N.-E., en vertu duquel la roche tend à se débiter en plaques ; un second clivage, à peu près perpendiculaire au premier et que l'altération atmosphérique met en évidence, divise ces plaques en prismes quadrangulaires ; enfin les bases des prismes se forment en vertu d'un troisième clivage dont la direction diffère peu de l'horizontale, et qui est remarquable par sa constance et sa ré-

gularité. Les faces des prismes sont généralement altérées sur quelques millimètres d'épaisseur, les eaux atmosphériques ayant pénétré à travers les fissures de la roche.

L'existence de ce nombre infini de fissures rend le voisinage des porphyres fort dangereux; le pied des escarpements est couvert par de gigantesques talus qui s'accroissent, à chaque hiver, de nouveaux débris, et la vallée de l'Eisack, entre Klausen et Botzen, a été plus d'une fois le théâtre de funestes éboulements.

Le porphyre quartzifère forme, au sud de la vallée de l'Avisio, une chaîne de montagnes qui précède le massif de la Cima d'Asta; ses formes extérieures sont très-découpées; cependant leur teinte noirâtre et l'absence des pics verticaux ne permettent pas de les confondre avec les dolomies de la vallée de Fassa.

#### *Trias inférieur.*

*Grès de Gröden.* — Il est difficile de tracer une limite parfaitement nette entre le porphyre quartzifère et le grès qui le recouvre, car la partie inférieure de ce grès est formée par un tuf porphyrique, en bancs horizontaux de peu d'épaisseur, mais très-compactes, qui alternent avec des lits de schistes à grain fin. Quelques géologues ont regardé ces couches compactes comme un porphyre régénéré. A cause de la netteté des cristaux qu'elles contiennent, M. de Richthofen les considère comme un véritable tuf. Il est certain que le feldspath y est très-brillant et lamelleux, et que les diploédres de quartz ont souvent conservé la netteté de leurs arêtes.

La base du grès de Gröden peut très-facilement s'observer sur la route de Neumarkt à Cavalese; cette chaussée, remarquable comme travail d'art, commence par franchir l'escarpement porphyrique qui borde la vallée de l'Adige, et, dans ses diverses sinuosités, elle traverse trois fois les

couches inférieures du grès ; voici un exemple de leur succession :

A. Tuf d'un jaune grisâtre avec parties rouges, composé d'une pâte terreuse, tachetée, contenant des cristaux de quartz, de feldspath et de mica ;

B. Grès schisteux rougeâtre ;

C. Schistes verts micacés ;

D. Grès dur alternant avec les schistes verts. Plus on s'éloigne du porphyre et plus la couleur devient rouge ; en même temps le grain est de plus en plus fin ; il en résulte un grès rouge qui représente tout à fait l'équivalent du grès bigarré : on n'y a pas trouvé de fossiles.

*Couches de Seiss.* — Ces couches, toujours en stratification concordante avec le grès, se composent de calcaires sableux ou marneux, très-finement stratifiés, dont la nuance grise contraste avec la teinte rouge du grès ; il y a des lits entièrement composés de mica, qui provient sans doute de la destruction de schistes micacés. Les couches marneuses forment des strates de 0<sup>m</sup>,30 à 0<sup>m</sup>,40 d'épaisseur, se débitant en blocs dont l'intérieur est d'un gris bleuâtre, par suite d'une concentration de l'élément argileux, tandis que le pourtour est jaunâtre sur 15 millimètres environ de profondeur.

Les espèces fossiles y sont peu nombreuses, mais représentées par beaucoup d'individus. La *Posidonomya Claræ* y est particulièrement abondante.

*Couches de Campile.* — L'étage de Campile est formé principalement par des roches argileuses, schisteuses et micacées, qui, vers le haut, sont recouvertes par des conglomérats rouges.

On trouve dans les couches de Seiss et de Campile les fossiles suivants :

Céphalopodes. *Ceratites cassianus*.

Gastéropodes. *Naticella costata*; *Turbo recte-costatus*.

- Pélizopodes. *Posidomomya Clarae*; *P. aurita*.  
 Pectinides. *Pecten discites*; *Spondylus reticulatus*; *Avicula  
 Zeuschneri*; *Gervillia socialis*; *Myacites Fas-  
 saensis*.  
 Brachiopodes. *Terebratula vulgaris* (rare).

On voit donc que ces couches correspondent à notre muschelkalk.

### *Trias supérieur.*

Avec les couches de Campile finit l'étage inférieur du trias ; à partir de ce moment, une nouvelle faune apparaît, dans laquelle on ne trouve plus une seule des espèces caractéristiques de la faune précédente. En outre, toutes les roches de l'étage supérieur contiennent de la magnésie, souvent en proportion très-notable.

*Calcaires de Virgloria ; couches de Mendola.* — Les couches de Virgloria consistent principalement en calcaires bruns et noirs bitumineux ; celles de Mendola sont des dolomies et des calcaires grisâtres. La dolomie est blanche, celluleuse, et analogue à celle du Schlern, quoique bien antérieure.

Dans le val di Duron, on voit les couches dolomitiques d'un blanc éclatant succéder aux calcaires gris ; la séparation est parfaitement horizontale et ne détermine aucune solution de continuité dans la pierre ; cette circonstance est importante à noter, parce qu'elle semble prouver que cette dolomie était originairement déposée et n'a pas dû sa formation à l'action ultérieure d'eaux magnésiennes.

On trouve, en fait de fossiles :

- C. de Virgloria. *Terebratula vulgaris* ; *Spirifer fragilis* ; *Naticella costata* ; *Retzia trigonella*.  
 C. de Mendola. *Ammonites globosus* ; *Natica* ; *Turbo Suëssii* ; *Turbo subcoronatus* ; *T. depressus*.

C'est à la fin de la période de Mendola qu'apparaissent les célèbres roches éruptives de la vallée de Fassa, dont

nous allons nous occuper; elles forment deux séries parallèles et contemporaines : l'une, basique et porphyrique, celle de Fassa; l'autre, acide et granitoïde, celle de Predazzo et du Monzoni; nous commencerons par cette dernière.

*Roches éruptives de Predazzo et du Monzoni.*

Les roches éruptives de Predazzo et du Monzoni se divisent en deux groupes bien distincts : l'un, par sa texture, appartient au type granitoïde; l'autre, bien qu'également acide, est nettement porphyrique et se compose de diverses variétés de mélaphyre, que nous décrirons avec les roches basiques de Fassa, et de porphyres feldspathiques; nous ne nous occuperons ici que du groupe granitoïde.

Avant tout, il convient de s'entendre sur les dénominations à adopter. Le plus grand désaccord règne à cet égard entre les géologues qui ont écrit sur le Tyrol méridional; les uns, ce sont les plus anciens, n'ont vu que du granite; d'autres, parmi lesquels M. de Richthofen, ont distingué deux types bien tranchés, et, d'après eux, nettement séparés, une syénite et une hypérite; d'autres enfin ont reconnu l'étroite parenté qui lie entre elles les diverses variétés observées, et les ont réunies tantôt sous le nom de diorite, tantôt sous celui de syénite, tantôt sous celui d'hypérite granitoïde. Cherchons à discuter la valeur de ces appellations.

La syénite, dit M. de Cotta dans sa Lithologie, est un mélange à grain cristallin d'orthose et d'amphibole, dont le type est la syénite de Plauen près Dresde; autour d'elle viennent se grouper, sous le nom de granites syénitiques, toutes les variétés plus complexes qui contiennent, associés à ces deux éléments principaux, du quartz, du mica et de l'oligoklase.

Or, d'après M. de Richthofen, la roche du Monzoni, à la-

quelle il a donné le nom de *Monzon-syénite*, contient de l'orthose, de l'oligoklase, de l'amphibole et du mica, souvent accompagnés de pyrite de fer ; à ce titre, ce serait au moins un granite syénitique, et c'est ainsi en effet que la considère M. de Cotta.

Mais, d'une part, l'oligoklase ou, pour parler plus exactement, le feldspath strié, domine dans la roche type du Monzoni. MM. Liebener et Vorhauser n'y signalent même que du labrador. D'autre part, on a généralement oublié jusqu'ici, dans l'énumération des substances qui la constituent, un élément essentiel, le fer oxydulé ; il existe dans toutes les variétés sans exception, même dans les plus acides et les plus granitoïdes, auxquelles il communique la propriété d'attirer le barreau aimanté, et il se trouve en proportion d'autant plus considérable que la roche est plus basique et de teinte plus foncée. J'insiste particulièrement sur ce fait de la présence du fer oxydulé, dont je tirerai plus tard des conséquences.

J'indiquerai donc, comme éléments constitutifs de la roche en question, un feldspath, généralement du sixième système, souvent labradorique, de l'amphibole, du mica, du fer oxydulé et de la pyrite, auxquels il faut quelquefois ajouter du pyroxène (d'après MM. Liebener et Vorhauser).

Quant à l'*hyperite*, que M. Richthofen a représentée comme traversant en filons la syénite sans avoir rien de commun avec elle, cette roche me semble au contraire intimement liée à la précédente, qu'elle accompagne toujours et à laquelle elle passe graduellement. M. G. Rose avait cru y reconnaître de l'hypersthène, et la texture beaucoup moins granitoïde de cette variété lui prête en effet un aspect assez voisin de celui des hyperites ; mais, quelque soin que j'aie pris de recueillir les échantillons types aux endroits indiqués par M. de Richthofen, je n'ai pu y voir autre chose que de l'amphibole avec mica, fer oxydulé et pyrite au milieu du labrador : Partout où la matière fibreuse verte

sur laquelle il pourrait y avoir doute se présente en cassures nettes, on y reconnaît le double clivage de l'amphibole, et sa facile fusibilité au chalumeau, quand elle n'est pas trop intimement pénétrée de fer oxydulé, l'éloigne nettement de l'hypersthène. Enfin j'ajouterai que MM. Descloizeaux et Friedel, qui ont bien voulu examiner la question, l'ont résolue dans le même sens.

Je réunirai donc en un seul type l'hypérite et la monzon-syénite de M. de Richthofen; mais alors quel nom faudrait-il lui donner? ceux de syénite, de diorite, de diabase sont tous trop particuliers, et chacun d'eux exclut un ou plusieurs des éléments constitutifs de la roche; en sorte que le meilleur parti à prendre serait de réserver la question jusqu'à plus ample informé, en adoptant la dénomination de *Roche granitoïde du Monzoni*: malheureusement elle est trop longue pour pouvoir être employée commodément dans le discours. Je proposerai donc de la condenser, en quelque sorte, en la remplaçant par le nom de *Monzonite*. J'insiste seulement sur ce qu'il ne s'agit pas d'introduire un nom nouveau dans la science: ce serait tout au moins prématuré dans le cas actuel, car il peut se faire qu'un examen minéralogique et géologique bien complet prouve que la roche du Monzoni se rattache directement à un type déjà connu: il s'agit seulement d'adopter, à titre provisoire, une *étiquette* qui a le double mérite d'être courte et de ne rien préjuger, et c'est pour cette raison que je la conserve, en attendant qu'on puisse se prononcer avec certitude.

Cela posé, j'arrive à la description des diverses variétés qui constituent le genre *Monzonite*, défini comme un mélange à grain cristallin, c'est-à-dire granitoïde, pouvant contenir du feldspath, de l'amphibole, du mica, du fer oxydulé et de la pyrite.

*Monzonite.*

On rencontre, tant à Predazzo qu'au Monzoni, un grand nombre de variétés qui diffèrent les unes des autres par l'acidité du feldspath et sa proportion relativement aux autres éléments; quelques-unes ont le caractère granitoïde tellement prononcé qu'on les a pendant longtemps classées parmi les granites, tandis que d'autres, par leur grain et leur aspect extérieur, se rapprochent beaucoup des roches trappéennes; mais ce ne sont là que des différences de structure, et il est facile de se convaincre que toutes ces variétés forment en réalité une série continue, depuis le type le plus acide jusqu'au plus basique. Dans cette série, nous distinguerons les variétés suivantes, en commençant par la plus acide.

1° *Monzonite granitoïde.* — Mélange d'orthose et d'un feldspath du sixième système, d'amphibole, de mica brun-noir ferro-magnésien, avec quelques grains cristallins brillants de fer oxydulé.

Cette roche forme la plus grande partie du massif éruptif de la margola; son grain est assez fin: mais on la retrouve, avec un grain beaucoup plus gros, dans le val Travignolo, près du pont de Boscampo; on y distingue deux feldspaths: l'un d'un blanc mat, l'autre légèrement rosé, tous deux à cassure résineuse, de sorte que, quand les échantillons ne sont pas tout à fait frais, on pourrait être tenté de croire à la présence du quartz; cependant ce minéral manque absolument. Le mica forme des prismes hexagonaux aplatis, le plus souvent associés à l'amphibole, dans laquelle le fer oxydulé est toujours implanté; très-souvent les lames de mica sont appliquées sur les clivages de l'amphibole. L'aspect général de cette roche est franchement granitoïde.

On trouve, dans l'ouvrage de M. Roth, une analyse de cette variété faite par M. Kjerulf, qui a donné les chiffres suivants:



Silice. . . . .	58,05
Alumine. . . . .	17,71
Protoxyde de fer . . . . .	8,29
Chaux. . . . .	5,81
Magnésie. . . . .	2,07
Potasse . . . . .	3,24
Soude. . . . .	2,98
Perte au feu. . . . .	1,54
	99,49

Ce mélange est donc un peu plus acide que la syénite de Plauen, qui contient 55 pour 100 de silice; mais il est encore très-éloigné des granites auxquels on l'avait primitivement rapporté. M. Kjerulf a constaté qu'on pouvait le considérer comme composé de 1000 parties du mélange normal trachytique et de 2352 parties du mélange pyroxénique de M. Bunsen: il appartient donc nettement à la série des roches basiques.

Une variété tout à fait analogue, bien que plus riche en amphibole, se rencontre au mont Mulatto. L'orthose y est rouge-chair, très-brillante, et l'oligoklase est d'un blanc jaunâtre.

2° *Monzonite normale*. — Le feldspath strié y domine; il est d'un blanc légèrement verdâtre, à éclat résineux; les acides l'attaquent en partie, et, dans la dissolution, débarassée du fer et de l'alumine, l'oxalate d'ammoniaque donne un précipité très-appreciable; c'est donc sinon du labrador, du moins une variété feldspathique très-rapprochée de cette espèce.

L'amphibole y est abondante; elle se présente en masses clivables d'un vert foncé, à éclat demi-métallique; souvent elle se sépare dans la roche en masses bacillaires d'un beau noir, à éclat vitreux. Quant au mica, il semble appartenir à la variété que M. Breithaupt a désignée du nom de rubellane, et qui s'altère à l'air en prenant une teinte rougâtre; il entoure généralement les cristaux d'amphibole

ou bien il s'applique sur leurs clivages; enfin la continuité des lamelles de mica est souvent interrompue par des noyaux feldspathiques. La pyrite de fer y est très-fréquente. Le fer oxydulé est concentré en grains cristallins sur l'amphibole.

Le grain de la roche est assez variable; on peut distinguer :

1° Une variété à grain assez fin, de nuance verdâtre, au val di Monzoni ;

2° Une variété plus granitoïde, au val San Pellegrino.

3° Enfin, dans le val di Monzoni, on rencontre une variété, faussement désignée comme hypérite, probablement à cause de son aspect, et où les éléments sont beaucoup mieux séparés : le feldspath est du labrador, comme l'établissent nettement ses réactions avec les acides et l'oxalate d'ammoniaque; il est d'un blanc verdâtre, ne présente pas de clivages nets, et forme, dans la roche, de grandes parties à structure amorphe.

L'amphibole et le mica sont toujours associés, et le fer oxydulé, en grains noirs abondants et cristallins, imprègne les cristaux d'amphibole de telle manière, qu'il est difficile d'obtenir une parcelle de ce silicate qui, réduite en poudre, n'abandonne pas encore quelque chose au barreau aimanté : les noyaux de fer oxydulé ont jusqu'à 2 ou 3 millimètres de diamètre.

Non loin de ce gisement on trouve une roche qui présente avec la précédente une grande analogie extérieure, mais où tout le mica est devenu d'un rouge pelure d'oignon; en même temps, la matière feldspathique est pénétrée de calcaire qui se sépare quelquefois en lamelles, et elle fond au chalumeau avec un boursoufflement intense, comme la paranthine; cependant elle n'est pas complètement soluble dans les acides; ces caractères font présumer que la variété en question doit être rapportée à la série des actions de contact de la monzonite et du calcaire triasique.

3° *Monzonite micacée*. — Cette variété, qui se rencontre aussi bien au Monzoni qu'à Predazzo, et qu'on peut très-facilement observer au pied de la Margola, est notablement plus basique que les précédentes; elle se distingue surtout par l'abondance du mica brun noir ferro-magnésien, dont les paillettes sont assez régulièrement distribuées suivant des surfaces planes miroitantes, ayant jusqu'à 1 demi-centimètre carré. Le feldspath, d'un blanc verdâtre et strié, paraît être du labrador; l'amphibole y est verte et filamenteuse. Le fer oxydulé s'y rencontre également.

M. Delesse a analysé cette variété (*Études sur le métamorphisme*) et a trouvé :

Silice. . . . .	50,80
Alumine. . . . .	16,20
Protoxyde de fer. . . . .	14,37
Chaux. . . . .	00,00
Magnésie. . . . .	3,53
Alcalis. . . . .	3,90
Perte au feu. . . . .	1,20
	<hr/>
	100,00

L'acide chlorhydrique laisse 87,5 pour 100 de résidu inattaqué.

Cette roche passe par degrés insensibles à la variété suivante :

4° *Monzonite magnétique*. — Nous désignerons ainsi la variété la plus basique et la plus magnétique de toute la série; sa couleur est d'un vert franchement noirâtre; elle contient peu de feldspath, toujours strié, une assez forte proportion de mica, de l'amphibole, et une quantité considérable de fer oxydulé en grains cristallins, qui lui communique des propriétés magnétiques très-énergiques. La roche porphyrisée abandonne jusqu'à  $\frac{1}{6}$  et  $\frac{1}{5}$  de sa masse au barreau aimanté.

En outre, dans certains endroits le feldspath se sépare en grandes parties blanchâtres, au milieu desquelles se

développent de nombreux octaèdres assez nets de fer oxydulé. Cette circonstance s'observe très-bien au mont Margola, sur le nouveau chemin de voitures qui gravit le versant ouest. Cette roche est une de celles que M. de Richthofen avait rapportées à l'hypérite.

Il est impossible de méconnaître l'étroite parenté qui unit les diverses variétés de monzonite, car on peut établir, par une série d'échantillons, le passage insensible d'un type à un autre; néanmoins, cela ne veut pas dire qu'entre deux variétés voisines il y ait tous les intermédiaires nécessaires pour ménager la transition; ce cas se présente quelquefois, ainsi au mont Margola, où l'on voit la monzonite granitoïde passer graduellement à la monzonite magnétique par l'intermédiaire de la monzonite micacée; d'autres fois, une variété pénètre en filons dans une autre, et alors il est à remarquer que c'est la variété acide qui paraît être venue la dernière; ainsi j'ai recueilli près de Canzacoli un fragment où l'on voit des morceaux bréchi-formes de monzonite magnétique, à la couleur noire bien tranchée, empâtés dans un filon de monzonite granitoïde de nuance très-claire.

Cet enchevêtrement constant des diverses variétés de monzonite est un fait très-remarquable; il est rare de voir une même espèce de roche se continuer sur une étendue un peu considérable: seulement les difficultés du terrain rendent fort difficile l'observation des passages; il serait intéressant de pouvoir en faire une étude approfondie, afin de décider si, partout comme à Canzacoli, les variétés basiques sont les plus anciennes; mais il est à présumer que la distance entre les périodes d'éruption a dû être très-peu considérable.

En somme, les massifs de Predazzo et du Monzoni paraissent avoir été formés par un mélange pâteux assez homogène, qui a cristallisé dans des conditions propres au développement de la structure granitoïde; c'est cette texture qui

a tout d'abord frappé les anciens observateurs, de sorte qu'ils ont cru avoir affaire à un granite; aussi se sont-ils donné beaucoup de mal pour expliquer comment une roche granitique avait pu se faire jour à travers une formation aussi moderne que le trias supérieur. Entre autres hypothèses, on a admis que le *granite syénitique* du Tyrol méridional avait été mécaniquement englobé par une éruption de mélaphyre, et en même temps si fortement réchauffé, que sa chaleur s'était communiquée au calcaire encaissant, où elle avait déterminé les puissantes actions de contact que l'on observe à Predazzo.

Cette hypothèse a été très-bien combattue par M. de Cotta, qui a fait valoir contre elle les raisons suivantes :

1° La grande irrégularité des massifs granitoïdes et la forme de leurs contours au contact des roches triasiques ne s'accordent pas avec l'idée d'une intercalation mécanique au milieu du mélaphyre.

2° La masse des filons de mélaphyre est si insignifiante relativement au volume des massifs granitoïdes, qu'on ne saurait attribuer aux premiers une action calorifique énergique.

3° La forme du contact de la roche éruptive avec le calcaire, et les blocs de ce calcaire qu'elle contient, prouvent qu'elle a dû posséder une assez grande plasticité; et ce serait dépasser toutes les bornes permises à une hypothèse que d'imaginer que la roche granitique, déjà existante à l'intérieur de la terre, aurait subi une refonte complète lors de l'éruption.

Le savant professeur de Freiberg ajoute que les roches se distinguent entre elles beaucoup moins par leur composition chimique que par le mode de groupement de leurs éléments, et qu'il y a bien des roches modernes qui ne diffèrent des roches anciennes que sous ce dernier point de vue; or le groupement des éléments paraît devoir être attribué aux circonstances qui accompagnent l'éruption; il

n'est donc pas étonnant de voir une formation granitoïde se développer, comme fait exceptionnel, à une époque quelconque, et parce que, jusqu'ici, on n'a observé que des granites anciens, on n'est nullement fondé à en conclure que le granite n'a pas pu se former dans toutes les périodes géologiques.

Ces observations, d'une justesse incontestable, prouvent qu'il n'y aurait lieu de recourir à aucune hypothèse spéciale pour expliquer la présence, à Predazzo, d'une roche granitique. Mais, après tout ce que nous avons dit de la composition minéralogique de la monzonite, il est facile de comprendre que, si cette roche se rapproche du type granitique par sa texture (encore cela n'est-il absolument vrai qu'à Predazzo), elle s'en éloigne notablement par sa faible acidité et par la nature de ses éléments minéralogiques. J'ai insisté précédemment sur la présence du fer oxydulé dans toutes les variétés de monzonite : je reviens encore sur ce fait, parce qu'il est très-constant et très-caractéristique, qu'il imprime aux roches granitoïdes en question un *caractère essentiellement moderne*, et qu'enfin il complète *la grande analogie que je crois devoir signaler entre la monzonite et le mélaphyre*. En effet, dans cette dernière roche on trouve un feldspath du sixième système, de l'augite, de l'amphibole, et toujours des grains magnétiques : de plus, la teneur en silice oscille entre 50 et 55 pour 100 ; de sorte que, sauf la présence du mica, la composition minéralogique et chimique du mélaphyre serait semblable à celle de la monzonite basique, dont il ne différerait que par sa structure qui est orphyroïde.

Comme d'ailleurs ces deux roches sont contemporaines et ont fait éruption l'une au nord, l'autre au sud, après le dépôt de la dolomie de Mendola, on peut être conduit à se demander s'il n'y aurait pas lieu de considérer la monzonite comme un *équivalent granitoïde* du mélaphyre, c'est-à-dire comme un état cristallin différent de la même pâte, déterminé

par les circonstances qui ont accompagné l'éruption. Déjà M. de Richthofen avait eu une pensée analogue à l'égard de l'hypérite (c'est-à-dire de notre monzonite magnétique) qu'il regardait comme un mélaphyre augitique réchauffé par la syénite et obligé alors, de prendre en cristallisant une structure granitoïde. Sans admettre cette influence calorifique de la monzonite, ne pourrait-on pas garder l'idée fondamentale de cette hypothèse, en la généralisant et en l'appliquant à toutes les variétés de monzonite? malheureusement il faut convenir que cette idée, très-séduisante en elle-même, vient se heurter contre une double objection : l'absence complète de passages de l'une des roches à l'autre, et la présence au milieu de la monzonite, de masses de mélaphyre très-voisin, par sa texture, des mélaphyres augitiques du val de Fassa. Ajoutons que la présence de l'orthose rendrait l'hypothèse en question inadmissible, au moins pour les variétés acides : laissons-la donc de côté et contentons-nous d'appeler seulement l'attention sur la remarquable similitude de composition qui existe entre les mélaphyres et la monzonite; il suffit de constater cette similitude pour faire évanouir l'anomalie apparente que présente la position géologique des massifs granitoïdes du Tyrol méridional, sans qu'il soit nécessaire de recourir à des considérations d'un ordre plus élevé.

A l'égard du fer oxydulé, il importe de faire une remarque qui s'applique aussi bien au mélaphyre qu'à la monzonite; c'est que ce minéral y est toujours titanifère : la proportion de titane n'est pas assez forte pour être mise en évidence par le chalumeau, ni pour altérer le magnétisme de la substance; mais sa présence n'a pas été mise en doute par M. de Richthofen, et l'on trouve une démonstration *à posteriori* de son existence dans ce fait qu'au voisinage du calcaire encaissant, la roche éruptive se pénètre de sphène.

Enfin la question a été tranchée par une analyse exécutée

au bureau d'essais de l'École des mines, où l'on a trouvé 2,67 pour 100 d'acide titanique dans des grains magnétiques cristallisés provenant de la monzonite du mont Margola.

La monzonite se débite en plaques, comme on peut l'observer dans les environs de Predazzo, auprès du val de Rif; mais ce caractère n'est pas partout constant.

La monzonite a exercé sur les calcaires et les dolomies triasiques au milieu desquels elle a fait éruption des actions de contact énergiques, qui ont donné lieu à la production de minéraux intéressants; l'étude de ces actions de contact formera un chapitre spécial, que nous reléguerons à la fin de ce travail.

#### *Granite à tourmaline.*

Au centre du massif granitoïde de Predazzo se trouve une roche extrêmement curieuse, dont l'origine reste encore un mystère, car elle n'a rien de commun avec les formations dont il vient d'être question; je veux parler du granite à tourmaline qui forme, au milieu de la monzonite, un noyau de peu de hauteur, traversé par les vallées de l'Avisio et du Travignolo, dans lesquelles on peut l'observer avec la plus grande netteté.

Ce granite se distingue de loin par sa couleur d'un rouge clair; il se compose d'un mélange d'orthose rouge et de quartz blanc grisâtre avec tourmaline remplaçant le mica. On peut distinguer deux variétés: l'une, franchement rouge, à cassure fraîche, dans le val Travignolo; l'autre, qu'on observe dans la vallée de l'Avisio, plus pâle et toujours altérée, mais d'une manière uniforme dans toutes ses parties, de sorte qu'il est extrêmement probable que cette altération a dû être contemporaine de l'éruption; la tourmaline n'y a pas échappé et a été transformée en une matière verte filamenteuse.

Dans la première variété, la tourmaline et le quartz se



concentrent souvent en géodes, dont les parois sont alors tapissées de prismes pyramidés de quartz hyalin, sur lesquels sont appliquées des baguettes noires et brillantes de tourmaline, souvent associées à de l'ilvaïte, d'après MM. Liebener et Vorhauser.

Dans la seconde, la tourmaline est également susceptible de se concentrer, non plus en géodes, mais en boules ou en noyaux ayant quelquefois la grosseur du poing, à structure très-finement fibreuse et rayonnée; en outre, elle est toujours accompagnée de noyaux de quartz hyalin amorphe, et, ce qui est plus étrange, de chaux carbonatée spathique; en général, ces éléments se succèdent dans l'ordre suivant, en allant des bords vers le centre : 1° granite à tourmaline altéré normal; 2° zone mince de granite moins altéré; 3° zone de quartz et de tourmaline; 4° noyau central de tourmaline, chaux carbonatée et quartz.

Les mouches de pyrite de cuivre sont très-fréquentes dans ces deux variétés de granites, et il arrive que, quand la tourmaline se réunit en boules, l'élément cuivreux s'y concentre aussi en nodules, toujours accompagnés de carbonate bleu ou vert. Cette circonstance est remarquable, surtout si on la rapproche de la présence de la chaux carbonatée, car l'existence de l'acide carbonique dans un granite est un fait anormal, et qu'on ne peut guère expliquer sans admettre l'intervention de puissants dégagements gazeux; maintenant d'où peut venir la chaux? ne serait-ce point de la roche elle-même, et cette concentration de la chaux au moment de l'éruption ne doit-elle pas être considérée comme la cause de cette altération uniforme qu'on y remarque? Cela paraît fort probable, car il serait impossible d'indiquer par quel chemin l'élément calcaire, venant du dehors, aurait pu se faire jour pour pénétrer dans toutes les parties de la masse; d'ailleurs la structure concentrique des séparations de tourmaline indique bien qu'il a dû se faire un véritable *départ chimique*, en vertu

duquel la tourmaline, le quartz et la chaux carbonatée se sont groupés ensemble; et il est fort remarquable que, tandis que la tourmaline répartie dans toute la masse de la seconde variété de granite est devenue verte et filamenteuse, celle qui s'est concentrée en boules est parfaitement noire, ce qui semble exclure l'idée d'une altération après coup par les eaux de la surface. Peut-être une étude chimique attentive donnerait-elle la clef de ces curieux phénomènes, et alors elle jetterait une vive lumière sur l'origine et le mode d'éruption du granite à tourmaline; mais, pour le moment, nous devons nous contenter de signaler ces circonstances sans hasarder d'explication; ajoutons que, d'après les auteurs de la *Description des minéraux du Tyrol*, la chaux fluatée et le scheelin calcaire se rencontrent quelquefois dans les noyaux de tourmaline.

Le granite de Predazzo a été analysé par M. Kjerulf, qui a trouvé :

Silice. . . . .	70,725
Alumine. . . . .	14,161
Protoxyde de fer. . . . .	3,225
Chaux. . . . .	1,026
Magnésie. . . . .	0,659
Potasse. . . . .	5,366
Soude. . . . .	2,544
Perte au feu . . . . .	1,100
	<hr/>
	98,806

Le même observateur a calculé que la roche peut être considérée comme formée de 1.000 parties de pâte normale trachytique et de 199 parties de pâte normale pyroxénique; c'est donc une roche essentiellement acide.

Le granite à tourmaline présente des séparations très-nettes, notamment dans le val Travignolo, où il est traversé par plusieurs séries de fissures parallèles qui le divisent en plaques ayant quelquefois moins de 0<sup>m</sup>,15 d'épaisseur. Parmi ces fissures, on distingue une direction dominante,

dont le plan, orienté N.-E.-N.—S.-O.-S., fait un angle assez considérable avec l'horizon.

Le granite à tourmaline forme, avons-nous dit, le noyau central du massif granitoïde de Predazzo; sa puissance ne dépasse pas quelques centaines de mètres; sa hauteur au-dessus du niveau de la vallée est peu considérable, et il est de tous côtés entouré de monzonite, qui s'est élevée beaucoup plus haut.

Ces circonstances ont conduit M. de Richthofen à conclure que la période d'éruption de ce granite se place entre l'apparition de la monzonite et celle des derniers mélaphyres, et à former le diagramme (Pl. IV, *fig.* 6). La série des éruptions granitoïdes de Predazzo se trouverait ainsi fermée par une roche notablement plus acide que les autres; cependant il est juste de dire qu'aucun fait, jusqu'à présent, ne s'oppose d'une manière absolue à ce que l'on considère le noyau granitique comme antérieur à la monzonite, qui alors aurait fait éruption tout autour; la question nous paraît donc devoir être réservée jusqu'à ce qu'on ait fait des observations précises sur le contact, d'ailleurs assez difficile à étudier, de la monzonite et du granite.

#### *Mélaphyres.*

Nous avons à nous occuper maintenant de la série des éruptions porphyriques du trias supérieur; ces éruptions embrassent un territoire beaucoup plus étendu que celui qui est occupé par les roches granitoïdes dont nous venons d'achever la description; c'est surtout dans la vallée de Fassa et sur l'alpe de Seiss qu'elles se montrent avec toute leur puissance et que leur caractère plutonique s'accuse avec le plus de netteté; elles donnent naissance à de nombreuses variétés de roches, qui toutes viennent se ranger dans la grande classe des mélaphyres.

Les mélaphyres ont été jusqu'ici l'objet de tant de discussions et de théories qu'il est indispensable de définir,

avant tout, le sens que nous voulons attacher à cette dénomination. Nous comprendrons dans cette classe celle des roches du Tyrol méridional qui, au milieu d'une pâte d'un noir verdâtre, contiennent des cristaux de feldspath du sixième système, de pyroxène, d'amphibole et de fer oxydulé; c'est-à-dire que nous réunirons en un seul groupe ce que M. de Richthofen avait divisé en deux classes, celle du *mélaphyre* et celle du *porphyre augitique*.

M. de Richthofen a développé, dans une brochure datée de 1859, les considérations qui l'ont conduit à faire cette distinction; les voici en quelques mots :

Depuis Brongniart, le nom de mélaphyre a été appliqué à un si grand nombre de roches sans autre caractère commun que la teinte foncée de la pâte et l'absence du quartz, qu'il n'a plus aujourd'hui de sens précis si l'on n'y joint pas, en même temps, le nom de l'observateur qui l'emploie. Frappé de cette confusion, l'historien de la géologie du Tyrol a cru devoir remonter à l'origine même du nom. Brongniart, en 1815, ayant défini le mélaphyre « une pâte noire d'amphibole pétrosiliceux enveloppant des cristaux de feldspath, » M. de Richthofen en conclut que le nom de mélaphyre doit être réservé aux roches qui contiennent de l'amphibole, et que celles où l'augite et l'élément essentiel doivent être réunies au porphyre augitique de M. de Buch. Il forme ainsi deux groupes : l'un acide, caractérisé par l'amphibole et l'oligoklase; l'autre basique, caractérisé par l'augite et le labrador.

Considérée en elle-même, cette distinction est assurément fort légitime; mais le choix des termes laisse à désirer. M. de Cotta, dans la deuxième édition de sa Lithologie, fait remarquer avec beaucoup de raison que lorsqu'une expression a été employée d'une manière aussi générale que celle de mélaphyre, c'est hasarder quelque chose de bien peu pratique que de venir en restreindre à ce point la portée. Il demande donc que l'on conserve le nom de mélaphyre,

comme une qualification en quelque sorte provisoire, que l'on appliquera aux roches éruptives compactes et à teinte foncée dont la composition n'est pas nettement définie, de même qu'on se sert encore aujourd'hui du mot de *grünstein* pour désigner des roches incomplètement déterminées, se rattachant, par tous leurs caractères, à la famille des diorites, des diabases et des gabbros.

Nous irons plus loin et nous demanderons que ce nom de mélaphyre soit conservé, non pas seulement à titre provisoire, mais comme une expression générique s'appliquant à toutes les roches basiques de la série porphyrique.

En effet, de même que la série granitique qui forme un ensemble bien défini, tant par ses caractères pétrographiques que par sa position géologique, a ses représentants acides dans les granites proprement dits, et ses représentants basiques dans les grünssteins; de même la grande famille porphyrique peut se partager en deux groupes caractérisés: le premier par les porphyres quartzifères et les porphyrites, le second par les mélaphyres; et comme les grünssteins se divisent en diorite et diabase, ainsi les mélaphyres peuvent se diviser en groupe amphibolique et groupe pyroxénique, à quoi il faut ajouter, comme dans la série granitique, les variétés compactes et les amygdaloïdes.

En définitive, les mélaphyres seraient l'équivalent porphyrique des grünssteins, auxquels ils ont succédé dans l'ordre des temps, et, au lieu de ne voir qu'une confusion fâcheuse dans l'incertitude qui a régné jusqu'ici sur la définition exacte du mot, il faudrait y reconnaître l'effet d'une sorte d'instinct secret, avertissant les géologues du lien étroit qui unit toutes ces roches de couleur noirâtre, échelonnées entre la période permienne et celle du Jura.

M. G. Rose avait bien saisi cette analogie, lorsqu'il faisait du porphyre augitique sa cinquième division des grünssteins (diorite, porphyre dioritique, hypérite, gabbro, porphyre augitique); néanmoins cette classification avait

l'inconvénient de réunir en un seul groupe des roches appartenant à des séries géologiques très-distinctes ; or c'est une idée qui paraît devoir, à juste titre, prévaloir dans la classification des roches, qu'il faut avoir égard aux caractères géologiques au moins autant qu'à la composition minéralogique.

On peut alléguer encore contre le choix des termes employés par M. de Richthofen d'autres raisons qui, pour être d'un ordre moins élevé, n'en sont pas moins concluantes. L'auteur, pour justifier sa définition, invoque le cas des mélaphyres de l'Allemagne centrale, notamment du Thüringer-Wald, qu'il dit être composés d'amphibole et d'oligoklase, et, à propos des mélaphyres d'Ilfeld dans le Hartz, il croit pouvoir tirer la même conclusion d'un premier travail de M. Streng, où cependant la question de la constitution minéralogique était réservée.

Or, depuis cette époque, M. Söchting et M. Girard ont cherché à établir que la plupart des mélaphyres, et ceux du Thüringer-Wald en particulier, se composaient d'augite et de labrador ; et, dans une publication récente, M. Streng a montré que les éléments essentiels de la roche d'Ilfeld sont le labrador et un schillerspath alumineux, c'est-à-dire, d'après le même auteur, une modification pseudomorphique du pyroxène.

Il résulte de ces faits que, si l'on persistait dans la définition que nous combattons, on serait conduit à exclure de la classe des mélaphyres presque toutes les roches auxquelles cette dénomination a été primitivement appliquée, et conservée par M. de Richthofen lui-même, pour y faire entrer des roches qui, comme le porphyre amphibolique de Potschappel, n'ont que très-peu de rapports avec les porphyres noirs de l'Allemagne centrale.

Ces considérations nous paraissent suffisantes pour justifier le maintien du nom de mélaphyres à toutes les roches porphyriques telles qu'elles ont été définies en tête de ce

chapitre; néanmoins la question des noms une fois vidée, il faut reconnaître que la division des mélaphyres du Tyrol méridional en deux classes est parfaitement fondée. Dans le Nord, les cristaux de pyroxène abondent dans la pâte, les variétés amygdaloïdes et les tufs dominent; l'éruption est à la fois basique et plutonique; dans le Sud, au contraire, les cristaux de feldspath dominant, les variétés amygdaloïdes manquent presque complètement, et la texture est ou compacte ou porphyrique à la manière des mélaphyres de l'Allemagne centrale; enfin la teneur en silice est plus grande. Nous sommes donc conduits à distinguer deux types, le *mélaphyre basique* ou *augitique*, et le *mélaphyre acide* ou *feldspathique*, entre lesquels viennent s'échelonner de nombreux intermédiaires établissant la transition d'une classe à l'autre; examinons successivement chacun de ces deux groupes.

### 1. *Mélaphyres basiques.*

1° *Mélaphyre normal de l'Alpe de Seiss.* — Le type normal des mélaphyres basiques ou augitiques est le porphyre à cristaux d'augite de l'Alpe de Seiss et du val di Duron; la pâte est d'un noir de basalte et assez compacte; on y distingue des cristaux de pyroxène augite et de labrador et des grains de fer oxydulé titanifère.

L'*augite* se présente en cristaux noirs, translucides et d'un jaune verdâtre en lames minces, à cassure conchoïdale, et clivables suivant  $g^1$ ; mais les surfaces extérieures sont indéterminées, et l'altération atmosphérique elle-même ne met pas en évidence d'autres faces planes que celles des clivages. La dimension des cristaux varie entre 2 et 6 millimètres.

Le *labrador* est très-abondant, mais toujours en petits individus brillants, sur les faces desquels on reconnaît, à la loupe, les stries ou plutôt les cannelures caractéristiques

de cette espèce feldspathique; ils sont trop petits pour qu'on puisse les séparer de la pâte et les soumettre à l'analyse.

Le fer oxydulé titanifère forme des grains d'un noir légèrement brun, qu'on trouve aussi bien dans l'intérieur des cristaux d'augite que dans le reste de la pâte : il existe en proportion assez considérable dans la variété en question; car un morceau de cette roche fait faire le tour entier de la circonférence à un barreau aimanté librement suspendu.

On n'a pas étudié le mélaphyre augitique au point de vue chimique; j'ai cherché seulement à déterminer sa teneur en silice; la moyenne de deux analyses a donné 50 p. 100; d'après M. de Richthofen, la densité varie entre 2,9 et 3,1.

Le mélaphyre augitique normal paraît s'être épanché sous forme de nappes; il affecte assez souvent la séparation sphéroïdale en grand, ainsi dans le val di Duron; il en résulte que la surface extérieure de ses escarpements est remarquablement arrondie et lisse.

2° *Mélaphyre du mont Bufaure.* — On trouve au mont Bufaure, au milieu d'une grande formation de tufs éruptifs et d'amygdaloïdes, un mélaphyre qui présente, en gros, les mêmes caractères que le précédent; seulement les individus d'augite atteignent des dimensions plus considérables, et l'on voit de temps en temps apparaître les faces extérieures des cristaux; l'altération met surtout l'augite en évidence, car elle n'atteint que la pâte, qui prend alors une nuance terreuse sur laquelle tranche la couleur noire du pyroxène non altéré.

Cette variété établit la transition entre le type normal et le mélaphyre à gros cristaux d'augite; dans cette espèce, déjà voisine des tufs éruptifs, les individus d'augite ont jusqu'à 15 millimètres de hauteur et 1 centimètre de grosseur; ils présentent la combinaison  $Mg^1h^1b^{1/2}$  avec une base courbe  $p$ ; ils sont, en outre, presque toujours



mâclés; leur cassure est tout à fait indéterminée. M. de Richthofen, à ce propos, signale avec beaucoup de raison l'espèce d'antagonisme qui paraît exister entre la netteté des faces extérieures des cristaux et celle de leurs clivages; cette observation est pleinement confirmée dans les mélaphyres du Tyrol: plus les individus cristallins sont formés, et moins leurs clivages sont faciles.

3° *Mélaphyre amygdaloïde*. — Le mélaphyre augitique est susceptible de prendre une structure amygdaloïde, ainsi qu'on l'observe sur l'alpe de Seiss, notamment au Frombach et à Cipit, où la roche est mise à nu dans le lit d'un torrent; cette variété se distingue des autres par sa couleur verte beaucoup plus claire et par les zéolithes qui remplissent ses nombreuses cavités. Les cristaux d'analcime du Frombach sont depuis longtemps célèbres; ce sont de gros leucitoédres, d'un blanc laiteux légèrement rosé, accompagnés de lamcs transparentes d'apophyllite et de mésotype fibreuse. La couleur verte ne paraît pas devoir être attribuée à une altération superficielle, car elle existe dans toute la masse; il est beaucoup plus probable que la transformation que cette couleur accuse est en rapport direct avec le phénomène qui a donné naissance aux zéolithes; car ces minéraux se sont évidemment formés aux dépens de la roche.

4° *Tufs éruptifs*. — Un développement encore plus prononcé de la structure amygdaloïde nous amène aux tufs éruptifs de Bufaure (ainsi nommés par M. de Richthofen); la pâte de ces tufs éruptifs est un peu terreuse et contient de gros cristaux d'augite et une quantité considérable de nodules irréguliers de quartz hydraté (calcédoine bleuâtre, opale commune) et de chaux carbonatée; cette dernière forme généralement des boules à surface rugueuse; mais on la trouve aussi à l'état lamellaire. Cette roche n'est plus que faiblement magnétique, la plus grande partie du fer oxydulé ayant été transformée en fer hydraté sous l'action

des vapeurs humides et oxydantes qui ont présidé à la formation des tufs.

Les tufs éruptifs forment, soit des massifs irréguliers qu'on pourrait tout aussi bien ranger dans la classe des mélaphyres amygdaloïdes, soit de véritables conglomérats avec des fragments de mélaphyre et de calcaire dolomitique ; ces conglomérats affectent souvent une véritable stratification, comme on l'observe nettement sur l'Alpe de Duron, où l'on côtoie un escarpement d'une grande puissance, et qui est formé d'un grand nombre d'assises horizontales de tufs ; il est impossible de méconnaître le rôle que l'eau a dû jouer dans le dépôt de ces assises ; ces tufs contiennent beaucoup de zéolithes ; on y trouve surtout la stilbite et la heulandite rouges et l'analcime (cube tripointé d'Haüy) ; quelquefois aussi on rencontre des géodes tapissées d'améthyste.

*Altérations.* — Le mélaphyre augitique est susceptible de plusieurs modes d'altération, entre lesquels il faut distinguer ceux où la transformation doit être attribuée aux agents atmosphériques, et ceux où elle est plus profonde, plus uniforme et paraît contemporaine de l'éruption.

Dans le premier cas, la pâte devient terreuse, et les cristaux d'augite se détachent en noir ; ce caractère est commun à tous les mélaphyres augitiques et les distingue des mélaphyres feldspathiques, où ce sont les cristaux de feldspath que l'altération met en évidence.

Dans le second cas, le pyroxène est le plus souvent transformé en céladonite (terre verte), toujours accompagnée de chaux carbonatée lamellaire, ce qui n'a rien d'étonnant, puisque le pyroxène augite, pour passer à l'état de céladonite, devrait abandonner 20 p. 100 de chaux ; on distingue en outre, dans la roche, des noyaux feldspathiques rougeâtres, et la pâte a pris une nuance violette foncée ; d'autres fois, le pyroxène est transformé en asbeste fibreuse, et, au milieu des cristaux ainsi altérés, on trouve, soit de

l'ocre terreux, soit de l'épidote, mélangés à la chaux carbonatée.

En résumé, le caractère général des mélaphyres basiques est la prédominance du pyroxène augite sous la forme de cristaux ou de masses clivables noires, à cassure conchoïdale ; la pâte n'est jamais compacte et homogène à cause du nombre considérable des individus de feldspath, d'ailleurs très-petits, et dont les facettes cristallines forment comme un tissu miroitant, de sorte qu'on ne peut pas obtenir de cassures à surfaces nettes.

Au contraire, dans les mélaphyres acides, les cristaux de feldspath dominant, quant à la grosseur, et le pyroxène, lorsqu'il s'en trouve, se présente en masses vertes, à éclat soyeux, clivables, mais sans formes extérieures déterminées. Ces deux types extrêmes sont reliés par des variétés intermédiaires qu'on serait fort embarrassé d'attribuer à l'un ou à l'autre.

## II. *Mélaphyres intermédiaires.*

La plus remarquable de ces variétés est celle que l'on trouve au sommet du mont Margola ; la pâte est d'un blanc légèrement verdâtre, et fond sur les bords, au chalumeau, en un verre translucide, ce qui permet de croire qu'elle est presque exclusivement feldspathique. Elle contient des cristaux verts de pyroxène ayant la forme de l'augite, à faces cristallines souvent nettes, et, dans ce cas, difficilement clivables ; en outre, on distingue de nombreuses masses bacillaires d'amphibole à demi transformée en asbeste.

Le sommet de la Margola étant couvert d'une abondante végétation, il est très-difficile de définir les contours du mélaphyre en question, qui ne s'observe qu'en blocs. M. de Richthofen le regarde comme formant un petit massif spécial ; mais il ne paraît pas impossible que ce ne soit que le prolongement du mélaphyre du mont Mulatto, qui est séparé de la Margola par le val Travignolo.

C'est dans la même classe qu'il faut ranger certains mélaphyres qui se présentent, en filons de 1 ou 2 mètres, dans le calcaire triasique sur la Margola, et qui affectent, sur les bords, un mode d'altération particulier; les cristaux de pyroxène se clivent avec une extrême facilité suivant  $g^1$ ; mais les lames minces qu'on obtient ainsi ont un éclat intermédiaire entre l'éclat soyeux et l'éclat métallique, et se laissent aisément rayer au canif en donnant une poussière blanche; évidemment il y a là une pseudomorphose; en outre, les cristaux paraissent formés d'individus emboîtés les uns dans les autres.

D'autres variétés intermédiaires se rencontrent dans le val di Viesena et dans le val de l'Avisio, un peu au-dessus de Predazzo; les cristaux de pyroxène y sont de plus en plus rares, et prennent de plus en plus la teinte verte et l'éclat soyeux; on arrive ainsi, par degrés insensibles, au groupe des mélaphyres acides.

### III. *Mélaphyres acides.*

1° *Mélaphyre acide normal.* — Le type du mélaphyre acide ou feldspathique normal se rencontre au mont Mulletto; il est caractérisé par la présence de cristaux de feldspath de 2 à 6 millimètres de longueur, régulièrement disséminés dans une pâte compacte semblable à celle des basaltes; l'amphibole y est très-rare; le pyroxène en masses soyeuses vertes est un peu plus fréquent; le fer oxydulé titanifère ne manque jamais, et forme des grains d'un noir brun dans la pâte ou dans les cristaux; enfin on trouve aussi de la pyrite.

La densité de la roche varie entre 2,60 et 2,78; sa teneur en silice est d'environ 55 p. 100. M. Trinker en avait fait un porphyre dioritique, et M. Kjerulf un porphyre doléritique.

M. de Richthofen considère le feldspath de ce mélaphyre comme de l'oligoklase, et la pâte comme formée d'oligoklase

et d'amphibole. Mais cette opinion n'est basée sur aucune donnée analytique, et, comme le feldspath des mélaphyres acides est, par ses caractères extérieurs et ses cannelures, identique à celui du porphyre augitique, il sera permis, jusqu'à nouvel ordre, de mettre en doute une détermination que les idées préconçues de l'auteur sur la composition des mélaphyres en général rendent très-suspecte. C'est donc là une question qui doit être réservée, d'autant mieux qu'il règne encore aujourd'hui une très-grande incertitude sur la définition exacte des espèces feldspathiques, et que l'amphibole à l'état compacte ne peut pas être distinguée du pyroxène.

Un des caractères distinctifs du mélaphyre acide est la manière dont il se comporte sous l'influence des agents atmosphériques; la pâte résiste très-bien, sans doute à cause de sa compacité; mais le feldspath est attaqué, devient blanc, ce qui donne à la roche une certaine ressemblance avec le *porfido verde antico*, puis complètement terne, et finit quelquefois par disparaître entièrement, de sorte qu'il en résulte une roche cariée, comme on peut l'observer au mont Mulatto.

Le mélaphyre acide affecte la séparation prismatique, par suite de l'existence de trois directions de fissures qui le divisent en plaques; on croirait souvent voir une roche stratifiée redressée; les parois des plaques sont toujours un peu altérées.

2° *Mélaphyre compacte*. — Le mélaphyre acide normal alterne, au mont Mulatto, avec une variété compacte, dans laquelle on ne distingue plus qu'avec le secours de la loupe les cristaux de feldspath, et qui ressemble d'une manière frappante à un basalte sans péridot; elle en a la cassure nette et à arêtes vives, et de plus elle se clive suivant certaines directions, faisant entre elles des angles de 60 degrés, de manière à donner parfois des prismes à six pans; ce mélaphyre compacte est enchevêtré d'une manière

très-irrégulière dans la variété normale, et l'on peut obtenir, sur le même échantillon, un fragment bréchiforme de l'une de ces deux espèces empâté dans l'autre.

Les nombreuses fissures, souvent imperceptibles, qui traversent la roche en tous sens, ont servi de passage aux eaux de la surface, de sorte qu'il est très-difficile d'obtenir une cassure fraîche.

Le mélaphyre compacte est magnétique.

*Mélaphyre amygdaloïde.* — La variété qui vient d'être décrite passe, vers le sommet du mont Mulatto, à une roche curieuse, qui n'a encore été rencontrée qu'en blocs dans un ravin, la montagne étant très-élevée et difficile à gravir : c'est une sorte d'amygdaloïde à cristaux d'amphibole, qui présente les caractères suivants : la pâte est d'un noir verdâtre, compacte, et contient d'assez gros cristaux, noirs et très-brillants, d'hornblende basaltique, dont les individus atteignent 5 ou 6 millimètres de longueur ; en outre, il s'y trouve des cavités nodulaires ayant jusqu'à 12 millimètres de diamètre, et qui sont entièrement remplies par de l'oligoklase à éclat un peu gras, à la cassure, tantôt lamelleuse et striée, tantôt inégale ou écailleuse. La roche est magnétique, bien que le fer oxydulé ne se distingue pas. Enfin, en examinant la pâte à la loupe, on y reconnaît un grand nombre de petites bulles, ayant la forme d'ellipsoïdes de révolution allongés, à surface nette et lisse, qui sont remplies de chaux carbonatée hyaline ; ces bulles, que leurs faibles dimensions avaient dérobées jusqu'ici à l'attention des géologues, ont rarement plus de 2 millimètres de longueur, et leurs grands axes paraissent alignés à peu près suivant une même direction ; c'est en vertu de cette observation que nous rangeons cette variété parmi les amygdaloïdes, car les nodules d'oligoklase sont de simples séparations, qu'il conviendrait mieux de comparer à des cristaux aux formes extérieures irrégulières.

Il est possible que la roche doive ce commencement de

structure amygdaloïde à sa position au sommet de la masse de mélaphyre du Mulatto, dont les parties inférieures sont compactes ; mais, avant de se prononcer sur ce sujet, il faut attendre qu'on l'ait observée en place, en admettant qu'il soit possible d'atteindre son gisement.

#### IV. *Porphyre à ouralite.*

Nous terminerons l'examen des mélaphyres par la description d'une roche qu'il eût été naturel, peut-être, de ranger parmi les mélaphyres intermédiaires, si son individualité n'était pas assez tranchée pour mériter une mention à part ; il s'agit du *porphyre à ouralite*, cette variété mixte dont les cristaux ont la forme et les mâcles de l'augite, mais les clivages de l'amphibole. La pâte est celle des mélaphyres ordinaires ; elle est magnétique et ne porte pas la moindre trace d'altération. On sait que M. des Cloizeaux a démontré, par l'examen des caractères optiques, que les cristaux d'ouralite résultent de l'association d'une foule d'individus microscopiques d'amphibole, assemblés suivant une loi déterminée ; ce groupement doit avoir eu lieu au moment de l'éruption, car le porphyre à ouralite du Tyrol n'a gardé l'empreinte d'aucune action modifiante.

Le porphyre à ouralite se rencontre vers le sommet du mont Mulatto, et paraît faire suite au mélaphyre amygdaloïde, mais sur le versant opposé. Il serait superflu d'entrer ici dans des considérations théoriques sur le rôle de ce porphyre, qui montre quelle étroite parenté relie le groupe des amphiboles à celui des pyroxènes.

*Actions de contact.* — Les mélaphyres se sont trouvés très-souvent en contact avec les calcaires plus ou moins dolomitiques du trias ; généralement ils n'ont exercé sur eux qu'une action tout à fait insignifiante ; en allant de Predazzo vers Forno, on côtoie un escarpement sur lequel on voit plusieurs filons de mélaphyre dans la dolomie ; au Bufaure

et à l'alpe de Duron, on trouve de nombreux fragments de dolomie et de calcaire grisâtre empâtés dans les tufs éruptifs; sur la Margola, on voit le calcaire: or, dans tous ces endroits, c'est à peine si l'on reconnaît que la roche encaissante est devenue un peu plus cristalline sur quelques millimètres à partir du contact. Cette absence d'actions métamorphiques de la part des mélaphyres du Tyrol est remarquable, quand on la rapproche des puissants phénomènes de ce genre qui ont été produits par les roches granitoïdes de la contrée, et nous en tirerons plus tard des conséquences.

#### *Porphyres feldspathiques.*

Nous terminerons la description des roches éruptives du Tyrol méridional par l'étude des porphyres feldspathiques qui traversent en filons les formations précédentes, et qui sont comme les derniers témoins de l'activité éruptive dans la contrée. Il y a lieu d'y distinguer deux types: la porphyrite proprement dite et le porphyre syénitique de M. de Richthofen.

La *porphyrite* elle-même comprend plusieurs variétés, qui se rencontrent dans les environs de Predazzo, et dont la plus intéressante est, sans contredit, le *porphyre à Liebernerite*. On en trouve un filon presque vertical, et très-régulier, à Mezzavalle, sur la rive droite de l'Avisio; il traverse le mélaphyre, sur lequel il tranche nettement par sa couleur rouge, et on peut le suivre des yeux jusqu'à une grande hauteur. Un second gisement de ce porphyre se trouve au Viesena, presque au sommet du val di Viesena: peut-être y a-t-il communication entre ces deux filons à travers toute la masse du Mulatto.

Le caractère essentiel de la roche est la présence, au milieu d'une pâte compacte d'un rouge brique, de cristaux d'un blanc verdâtre, formant des prismes à six pans basés



très-réguliers, et dont on a fait une espèce spéciale, la *Liebenerite*, ainsi nommée en l'honneur de M. L. Liebener, auquel on doit sa découverte. L'analyse a donné :

Silice . . . . .	45,13
Alumine . . . . .	36,50
Potasse . . . . .	8,07
Soude et lithine . . . . .	0,42
Oxyde de fer . . . . .	2,63
Magnésie . . . . .	0,75
Chaux . . . . .	0,81
Eau . . . . .	4,70
	<hr/>
	99,01

Cette composition ne diffère de celle de la néphéline que par la présence d'une moindre quantité d'alcalis et d'une plus grande proportion d'alumine et de fer : aussi M. Haidinger avait-il considéré ce minéral comme une pseudomorphose de la néphéline.

Au Viesena, la *Liebenerite* est en gros cristaux, atteignant jusqu'à 6 ou 7 millimètres de diamètre et 5 à 6 de hauteur ; ils sont toujours associés à des cristaux tabulaires d'orthose, à surface très-brillante et d'un rouge vif, mais sans clivage ; et la cassure de la pâte, pour peu qu'elle ait été exposée à l'air, a tout à fait l'aspect de celle d'une brique. A Mezzavalle, la roche est moins dure, d'une teinte plus violacée ; la *Liebenerite* y est beaucoup plus abondante et plus régulièrement distribuée ; mais ses cristaux sont bien plus petits, et leur couleur est le vert céladon.

Le *porphyre syénitique* est l'une des plus belles roches du Tyrol ; il forme un puissant filon dans la monzonite et pénètre jusque dans le porphyre à ouralite. Il est facile à observer dans le val di Viesena, qu'il traverse sous la forme d'un mur épais, entaillé seulement par le passage du ruisseau ; bien plus dur que les roches encaissantes, il a résisté à l'action atmosphérique et s'est trouvé ainsi isolé en travers du vallon. Il est caractérisé par ses beaux cristaux

d'orthose, de 2 centimètres de longueur, à éclat vitreux prononcé et se clivant très-facilement ; la nuance de la pâte varie entre le gris et le rose ; elle contient de l'amphibole fibreuse, et, ce qui est fort remarquable, du fer oxydulé, car la roche exerce une action sensible sur le barreau aimanté.

Il y a des variétés presque compactes, d'autres à grain intermédiaire, toutes caractérisées par des nuances différentes, et se pénétrant mutuellement de la manière la plus intime dans le grand filon dont nous avons parlé.

*Trias supérieur (suite).*

**Roches sédimentaires.** — Les éruptions de mélaphyre basique dans la vallée de Fassa embrassent une période assez étendue. Commencées avec la dolomie de Mendola, elles ne se terminent qu'avec celle du Schlern ; mais, dans l'intervalle, il y a eu, dans la même contrée, un dépôt de roches stratifiées que M. de Richthofen partage en deux classes.

Les unes portent l'empreinte des actions plutoniques et sont formées aux dépens immédiats des roches éruptives, dont on y reconnaît encore les éléments ; il les appelle *tufs sédimentaires*. De ce nombre est le grès doléritique de MM. Trinker et Fuchs.

Les autres contiennent des fossiles et se laissent diviser en quatre étages.

Il y a d'abord les *couches de Buchenstein*, caractérisées par des calcaires à concrétions siliceuses et contenant les fossiles suivantes : *Ammonites globosus*, *Halobia Lommeli*.

Puis les *couches de Wengen*, qui sont des tufs silicifiés, très-finement terreux, se divisant en plaques minces, avec *Halobia Lommeli*, *Ammonites Aon*, *Avicula globulus*, *Posidomya minuta*.

Ensuite vient le *calcaire de Cipit*, qui est brun, bitumineux, compacte, taché en noir sur les cassures, et traversé

de fissures dont les parois sont tapissées par des scalénoèdres de chaux carbonatée : on y trouve de nombreuses tiges d'encrines.

Sur l'alpe de Seiss, et notamment dans le Frombach, ce calcaire est remarquable par sa grande densité, qui tient à la présence de la strontiane sulfatée, séparée dans la masse en belles lamelles cristallines blanches et très-fragiles. Là où se rencontre la strontiane, il n'y a pas de fossiles, ce qui se comprend fort bien, puisque ce minéral est essentiellement un produit d'émanations ignées.

Enfin on arrive aux célèbres *couches de Saint-Cassien*, caractérisées par une riche faune, où des espèces paléozoïques apparaissent côte à côte avec des ammonites ; on a émis sur la position géologique de ces couches les opinions les plus diverses : à cause des orthocères, quelques observateurs les avaient rangées dans la grauwacke ; au contraire, Klipstein, s'attachant surtout aux ammonites, les rapportait à la période jurassique. Comme les fossiles se rencontrent surtout sur de grandes prairies, dans le lit des ruisseaux, on a également émis l'opinion que cette association d'espèces si différentes était tout artificielle et résultait d'un simple mélange opéré par les eaux ; mais aujourd'hui la question paraît éclaircie, et l'on se range à l'idée avancée depuis longtemps par M. Élie de Beaumont, qui considère cette formation comme un aspect pélagien particulier du trias supérieur et comme un équivalent local des marnes irisées. Les principaux fossiles sont : *Ammonites Aon* ; *Chemnitzia* ; *Pleurotomaria radians* ; *Gervillia Johannis Austriae* ; *Avicula gryphzata* ; *Nucula lineata* ; *Productus Leonhardi* ; *Orthocères*.

*Dolomie du Schlern.* — Nous arrivons à l'une des questions les plus intéressantes et les plus controversées de la géologie du Tyrol, celle des dolomies ; mais avant d'entrer dans le fond de la discussion et d'exposer les diverses

théories qui se sont produites, il importe de bien définir les caractères extérieurs de cette curieuse formation.

Le territoire embrassé par la dolomie du Schlern est assez restreint; il se borne aux environs immédiats de la vallée de l'Avisio. Les dolomies, qui ne se rencontrent qu'à une assez grande hauteur au-dessus du niveau de la vallée, forment, non pas un plateau continu, mais une série de massifs ou de pics abruptes, qui attirent de loin les regards autant par leur couleur éclatante, variant du blanc jaunâtre au blanc de neige, que par leurs formes déchiquetées et la verticalité de leurs escarpements. Rien n'est plus pittoresque que l'aspect du Langkofl, du Schlern, des Rosszähne, du Blattkogl. Les *fig. 7 et 8*, Pl. IV, donnent une idée de l'étrangeté des contours de ces rochers, aux cimes complètement inaccessibles, absolument impropres à la végétation et sans aucune trace de stratification.

Plusieurs de ces massifs atteignent des hauteurs considérables. Le Langkofl s'élève à 2.900 mètres au-dessus du niveau de la mer, et est formé par plusieurs cônes verticaux accolés, dépassant de 1.500 mètres le niveau du plateau de l'Alpe de Seiss. C'est sur ce plateau qu'on peut le mieux se faire une idée de la manière d'être des massifs dolomitiques. L'Alpe de Seiss est une haute plaine ondulée, présentant la forme d'une cuvette inclinée vers le nord, où elle se déverse dans la vallée de Gröden, tandis que, à l'est, au sud et à l'ouest, ses bords sont relevés en anneau. Sur ce bourrelet, constitué par des tufs éruptifs ou sédimentaires, sont venus s'implanter les massifs du Schlern, du Rosszähne, du Blattkogl et du Langkofl, et cette superposition est d'autant plus nette que la couleur blanche des dolomies tranche sur la teinte foncée des tufs. La hauteur des massifs est très-variable; tandis que le Langkofl s'élève à 2.900 mètres, le Blattkogl, qui fait corps avec lui, ne dépasse pas 2.500 mètres, et le Schlern n'atteint que 2.400 mètres. La plus haute des montagnes dolomi-

tiques est la Marmolata, située sur la rive gauche de l'Avissio, et dont le sommet, élevé de 3.150 mètres au-dessus du niveau de la mer, est couronné par un glacier.

La dolomie présente, dans ses caractères, une constance remarquable; elle est d'un blanc de neige, saccharoïde, rugueuse au toucher, traversée par une foule de cavités ramifiées, dont les parois sont tapissées par des cristaux de carbonate double de chaux et de magnésie, en rhomboèdres à faces courbes et arêtes tranchantes; les fossiles y sont extrêmement rares; encore la forme seule a-t-elle persisté, et toute la substance de la coquille a été remplacée par de la dolomie. La texture cristalline est plus ou moins développée; souvent les rhomboèdres atteignent 5 ou 6 millimètres.

Ajoutons enfin que la dolomie est quelquefois traversée par des filons insignifiants de mélaphyre, et qu'elle repose, sans aucun dérangement, sur les tufs.

Quel phénomène a pu donner naissance à ces immenses accumulations de carbonate double magnésien? Tel est le problème qui se pose d'abord à l'esprit. Les géologues qui, les premiers, essayèrent de le résoudre, connaissant le rôle considérable que jouent les calcaires dans la structure générale des Alpes, cherchèrent l'origine de la dolomie dans une transformation subie par des calcaires primitivement stratifiés; et les dolomies se trouvant toujours au voisinage du mélaphyre, ils se crurent avec raison autorisés à le considérer comme l'agent de cette métamorphose: quelques-uns même allèrent jusqu'à soutenir que les dolomies avaient été amenées du sein de la terre avec la roche éruptive; mais l'observation les ayant forcés de reconnaître qu'elles reposent sur des couches non bouleversées et qu'elles ne sont jamais en contact direct avec la masse du mélaphyre, il fallut se contenter de lui attribuer une action à distance, et M. de Buch imagina sa célèbre théorie de la dolomitisation par les vapeurs magnésiennes. A ceux qui

objectaient que la magnésie ne saurait exister à l'état gazeux, il répondait que bien des substances réputées fixes sont susceptibles d'être entraînées par la vapeur d'eau, et ses adversaires ayant observé qu'en plusieurs endroits le mélaphyre se trouvait en contact avec des calcaires qui n'avaient pas subi de modification, M. de Buch essayait de l'expliquer en invoquant l'exemple des volcans actuels, où la principale action des vapeurs ne se fait sentir qu'à une certaine distance du cratère; enfin, là où il n'existait pas de mélaphyre au voisinage de la dolomie, il fallait admettre qu'il existait invisible dans la profondeur.

Le vice capital de cette théorie était de recourir à une foule d'hypothèses qui mettaient en jeu des forces d'exception; il fallait invoquer la pression, la vapeur d'eau, une température énorme, sans pouvoir, avec tout cela, donner la moindre idée des réactions chimiques en vertu desquelles la magnésie serait enlevée au mélaphyre et viendrait se combiner à l'acide carbonique du calcaire. On ne tarda donc pas à abandonner les idées de M. de Buch pour chercher à expliquer la dolomitisation par toute réaction susceptible de donner naissance à du carbonate double de chaux et de magnésie. MM. Haidinger et de Morlot, entre autres, montrèrent qu'une dissolution de sulfate de magnésie peut transformer le calcaire en dolomie en précipitant du gypse; encore cette réaction exige-t-elle une température et une pression considérables. Plus tard, on fit voir que l'action lente des eaux d'infiltration peut suffire, à elle seule, pour produire le phénomène; enfin d'autres observateurs établirent que la dolomie peut se former directement, sans passer par l'intermédiaire du calcaire, par précipitation chimique.

La conclusion qu'il est légitime de tirer de tous les travaux auxquels cette question a donné lieu, c'est qu'il n'existe pas, pour la dolomie, un mode de formation unique, mais que, suivant les cas, les causes les plus diverses peuvent

présider à sa naissance. C'est pourquoi une dolomie en particulier étant donnée, c'est plutôt dans les circonstances de son gisement que dans des réactions de laboratoire, conçues *à priori*, qu'il convient d'aller chercher le secret de son origine. C'est ce que M. de Richthofen a essayé de faire pour les dolomies du Tyrol, et l'observation l'a conduit à une théorie originale, que nous allons exposer et discuter brièvement.

La dolomie du Schlern se trouve intercalée au milieu de couches sédimentaires qui n'ont subi aucun dérangement ; elle appartient donc à la série de ces couches, et, abstraction faite des filons insignifiants de mélaphyre qui la traversent, on peut dire qu'aucune action mécanique violente n'est venue affecter son gisement postérieurement à son dépôt. Mais sa structure atteste une transformation chimique profonde. La substance des fossiles a entièrement disparu, et l'intérieur des coquilles est tapissé de cristaux rhomboédriques, absolument comme le sont les innombrables cavités ramifiées dont la roche est traversée. M. de Richthofen en conclut que ces cavités existaient dès l'origine du dépôt, et il ne voit pas d'autre moyen d'expliquer cette structure caverneuse que d'admettre que les massifs dolomitiques ont été créés par des coraux constructeurs vivant en société.

Il arrive à la même conséquence par l'examen des circonstances géologiques. Le Langkofl, par exemple, forme un massif de 1.500 mètres de hauteur, tombant à pic de tous côtés, et nettement séparé des massifs analogues du voisinage ; cet isolement peut-il être attribué à l'action des eaux ? Il faudrait imaginer un ravinement d'une violence inouïe, et d'autant plus que la roche ne présente aucune de ces fissures naturelles résultant de la stratification et qui aident si puissamment l'action des eaux. Il y a plus, dit l'auteur : si les dolomies, isolées aujourd'hui sous forme de massifs, n'étaient que les débris d'une puissante formation,

cette formation aurait dû recouvrir toute la région des Alpes, à l'exception des cimes les plus élevées, et, même en admettant des actions destructives d'une énergie extrême, on devrait en retrouver des traces ailleurs que dans le Tyrol méridional, ce qui n'a pas lieu. D'ailleurs, les couches de Raibl, qui, géologiquement, suivent la dolomie du Schlern, sont venues se déposer au pied même du Schlern, à 1.000 mètres au-dessous du sommet. Le dépôt de la dolomie était donc, conclut M. de Richthofen, un phénomène essentiellement local et irrégulier, ce qui ramène encore à l'hypothèse des polypiers, de sorte que les massifs dolomitiques de la vallée de Fassa ne seraient autre chose que les *atolls* ou récifs coralliens de la mer triasique supérieure.

Il reste maintenant à expliquer pourquoi l'on trouve de la dolomie et non du calcaire. On sait d'abord que les sécrétions de tous les coraux contiennent de la magnésie; il est vrai que les travaux de Forchhammer et de Dana n'en ont jamais montré qu'une très-faible quantité relativement à la chaux; mais, d'après les lois connues sur la manière dont les animaux s'accommodent à leurs conditions d'existence, il est à présumer, dit M. de Richthofen, que la teneur en magnésie devait être un maximum dans une mer où les tufs pyroxéniques se décomposaient sur une grande échelle. Mais tout cela ne suffit pas pour expliquer la présence du carbonate double, et la structure des fossiles prouve qu'il a dû y avoir, après coup, introduction d'une quantité notable de magnésie. Il faut donc avoir recours à des actions chimiques qui, d'ailleurs, ne sont pas difficiles à imaginer; ainsi de l'eau chargée d'acide carbonique, suintant à travers un calcaire déjà magnésien, enlève la chaux carbonatée et laisse la dolomie; de plus, des eaux magnésiennes, agissant sur une roche calcaire, peuvent former un carbonate double de chaux et de magnésie, qui est beaucoup moins soluble. Si l'on songe à l'énorme quan-



tité de magnésie qui devait exister en dissolution dans les eaux de la mer tyrolienne, et aux dégagements d'acide carbonique qui ne pouvaient manquer d'accompagner les éruptions de mélaphyre, des réactions de ce genre paraîtront tout à fait admissibles.

En résumé, les dolomies de la vallée de Fassa seraient des récifs coralliens, ultérieurement transformés et rendus cristallins par des eaux magnésiennes; cette hypothèse a reçu le suffrage de M. de Cotta, qui la déclare très-vraisemblable, non-seulement pour le Tyrol, mais pour beaucoup d'autres formations dolomitiques. Néanmoins il y a des objections graves à élever contre elle, et il importe de les faire connaître.

La dolomie qui constitue le sommet des montagnes voisines de Predazzo ne présente pas les formes déchiquetées de celle de la vallée de Fassa, et cependant M. de Richthofen lui-même la rapporte à la formation du Schlern; par ses caractères extérieurs, elle ne se distingue pas de la dolomie de Mendola sur laquelle elle repose. De plus, quand on fait l'ascension du pic granitique de la Cima d'Asta, on est frappé, dit M. Vom Rath, de la liaison qui existe entre les divers massifs dolomitiques de la contrée, et l'esprit est invinciblement porté à combler les lacunes qui les séparent, et à attribuer leur isolement actuel à l'action ultérieure des eaux. Enfin, si la dolomie a été construite par des coraux, comment se fait-il qu'il ne soit resté, dans sa structure, *absolument aucune trace* de l'existence de ces animaux, lorsque cependant on y rencontre quelques ammonites dont la forme, au moins, a été conservée?

Remarquons, d'ailleurs, que l'hypothèse des polypiers n'explique pas plus qu'une autre la présence du carbonate double de chaux et de magnésie, et n'aborde que le problème de l'origine du calcaire qui a donné naissance à la dolomie; cette question, qui peut revenir à l'occasion de tous les calcaires, ne présente dans le cas actuel qu'un

intérêt secondaire. Le fait capital, c'est que la dolomie du Tyrol ne paraît pas avoir été formée de toutes pièces, et qu'elle doit son origine à la transformation d'un calcaire ; or, si l'on songe que la dolomie ne se rencontre que dans le voisinage immédiat des mélaphyres, il tombe sous le sens que ce sont eux qui ont dû être les agents de cette transformation ; les deux idées fondamentales de M. de Buch se trouvent donc ainsi confirmées ; seulement ce qu'il attribuait à l'action des vapeurs semble devoir être rangé aujourd'hui parmi les phénomènes chimiques de la voie humide. Ajoutons que plus on s'éloigne des mélaphyres basiques de Fassa, et moins la dolomie présente les caractères si tranchés qui distinguent les massifs du Schlern et du Langkofl ; elle se rapproche de plus en plus des formations sédimentaires ordinaires, elle est bien moins caverneuse et elle porte même des traces de stratification, ce qui fournit un nouvel et puissant argument contre la théorie des récifs coralliens, en démontrant que les circonstances particulières dont cette théorie cherche à rendre compte ne s'observent que sur le territoire des mélaphyres augitiques, en dehors desquels il n'est peut-être pas nécessaire d'aller chercher l'explication du phénomène.

La dolomie ne contient pas d'autres fossiles que des ammonites indéterminables ; cependant, comme les filons de mélaphyre qui la traversent ne pénètrent pas dans le lias, M. de Richthofen la rapporte encore à l'étage triasique, ainsi que les *couches de Raibl*, qui la recouvrent immédiatement ; ces couches sont de deux sortes ; on y distingue :

1° Une dolomie sableuse, d'un rouge brique, à cellules tapissées de cristaux de carbonate double ;

2° Une roche argileuse, sableuse et calcaire avec calcaire oolithique et minéral oolithique caractéristique.

Les fossiles sont : *Cardinia problematica* ; *Ammonites Johannis Austriæ* ; *Myophora elongata*.

Ici se termine la formation triasique du Tyrol méridional ;

nous n'irons pas plus loin dans l'examen des formations sédimentaires ; disons seulement que le lias contient encore des dolomies grises, fétides, celluleuses, à cavités revêtues de cristaux blancs de dolomie et qui se trouvent également comprises dans le territoire des mélaphyres.

*Contact du calcaire et de la roche granitoïde du Monzoni.*

Nous allons maintenant nous occuper, avec quelques détails, des actions qui se sont passées au contact du calcaire et de la monzonite. Nulle part elles ne sont aussi faciles à étudier que dans le ravin de Canzacoli, sur la montagne qui domine, à l'ouest, le village de Predazzo, et dont le sommet est formé par le Weisshorn. Dès l'année 1819, elles attirèrent l'attention du comte Marzari Pencati, observateur excellent, qui décrivait les faits avec simplicité, sans chercher à les rattacher à des considérations théoriques. Il se contenta d'énoncer le fait, en apparence anormal, de la superposition de la roche granitoïde au calcaire ; déclaration qui, mal interprétée, fit pousser un cri de triomphe à l'école neptunienne, alors en grande faveur en Allemagne.

Après Pencati, le phénomène de Canzacoli fut étudié par M. de Humboldt et par M. Petzholdt. M. de Richthofen, en 1857, le décrivit sommairement dans le *Journal de l'Institut géologique d'Autriche*. En 1859, M. Delesse examina des échantillons rapportés par M. Élie de Beaumont, et les résultats intéressants de cette étude, où l'analyse chimique venait au secours de la géologie, trouvèrent place dans le beau travail de l'auteur sur le métamorphisme de contact ; mais ils sont loin d'embrasser toutes les circonstances du phénomène. L'année suivante, M. de Richthofen, occupé de son grand travail, arriva trop tard dans les environs de Predazzo, où la rigueur de la saison le contraignit d'abrégé ses observations. Enfin, en 1862, M. de Cotta et plusieurs professeurs de

Freiberg passèrent à Canzacoli et y recueillirent de nombreux échantillons pour les soumettre à l'analyse; mais leur travail n'est pas encore publié; M. de Cotta a seulement insisté, dans une petite notice insérée au *Neues Jahrbuch* de 1863, sur l'existence des filons de monzonite dans le calcaire, qui avait été mise en doute par M. de Richthofen; et, à l'appui de ses affirmations, il a donné un croquis faisant connaître leur emplacement, et que nous reproduirons plus loin.

Grâce à ces indications, il m'a été facile de trouver les filons en question, aussi bien à Canzacoli que sur la Margola, et le temps que j'ai consacré aux environs de Predazzo m'a permis d'observer les phénomènes de contact avec quelques détails, et de recueillir une suite d'échantillons à l'aide desquels on peut reconstituer toute la série des actions métamorphiques. On verra, par la description qui va suivre, que cette série est fort complexe, et que son histoire, si elle pouvait être traitée à fond au double point de vue de la géologie et de la chimie, constituerait certainement l'un des chapitres les plus importants et les plus complets de la théorie du métamorphisme de contact.

Le massif du Monzoni présente des phénomènes de contact analogues à ceux de Canzacoli; mais l'observation y est très-difficile, et il faut, la plupart du temps, conclure d'après les blocs amoncelés dans les ravins. Aussi n'en sera-t-il question qu'incidemment et pour mémoire.

*Description du contact de Canzacoli.*—Le croquis (*fig. 9*), emprunté à la note de M. de Cotta, représente assez fidèlement l'allure de la ligne de contact: elle commence par faire avec l'horizon un angle d'environ  $60^\circ$ , et se prolonge ainsi jusqu'en *e* sur toute cette longueur; la roche éruptive repose sur le calcaire devenu cristallin, et ce dernier, par suite de sa moindre altérabilité, forme jusqu'à la carrière *a* une côte saillante, dépassant de 1 à 2 mètres la surface du massif de monzonite. A partir de *e*, la ligne prend

brusquement une direction inverse ; c'est le calcaire qui repose sur la monzonite, et le contact se perd bientôt sous les sapins, où il cesse d'être visible. Mais, jusqu'en *a*, grâce à la roideur et à l'aridité des escarpements, le phénomène se dessine avec une netteté admirable, à laquelle contribue encore la couleur blanche éclatante du calcaire, qui tranche sur le gris noirâtre de la monzonite.

Mais ce n'est pas tout : en plusieurs points, la roche éruptive pénètre en filons dans le calcaire. L'existence de ces filons, signalée par M. de Cotta, a été niée à tort par M. de Richthofen ; il en existe deux en *b*, sur la première colline située au pied de l'escarpement de Canzacoli, et quelques autres, moins nets, à la hauteur de la carrière.

Sur la Margola, la ligne de contact ne se dessine pas avec la même netteté, parce que, la pente étant beaucoup moins roide, le sol est couvert de broussailles et d'arbustes ; néanmoins on peut assez bien suivre ses contours, et, là aussi, on remarque des filons de monzonite traversant le calcaire blanc grenu dans les deux carrières ouvertes sur le flanc occidental de la montagne. Il est hors de doute que le massif de Canzacoli et celui de la Margola n'en faisaient qu'un seul avant l'érosion qui a donné naissance à la vallée de l'Avisio, et à laquelle la géologie doit la mise en évidence des curieuses actions de contact que nous allons décrire.

Ajoutons enfin, pour achever de donner une idée générale du phénomène, que les couches sédimentaires ont conservé une *horizontalité parfaite*, même au voisinage immédiat de la roche éruptive, et qu'on n'observe, au contact, ni brèches ni conglomérats d'aucune sorte : cette circonstance est fort importante à noter.

Cela posé, nous avons à étudier, pour suivre un ordre méthodique : 1° la roche encaissante normale, 2° la roche encaissante métamorphique, 3° la roche éruptive normale, 4° la roche éruptive métamorphique. Mais ici se présente tout d'abord une difficulté : où finit la roche encaissante ?

Nous verrons en effet que la zone de contact proprement dite est composée d'éléments empruntés à la fois à la monzonite et au calcaire : pour sortir de là, nous conviendrons d'arrêter la roche encaissante à la zone commune, et de comprendre l'étude de cette dernière dans l'examen de la roche éruptive métamorphique.

*Roche encaissante normale.* — Par suite de sa hauteur considérable, la ligne de contact traverse plusieurs formations géologiques appartenant toutes à l'époque du trias ; à la base les couches de Seiss, puis les couches de Campile, enfin les calcaires et les dolomies de Virgloria et de Mendola ; les caractères de ces divers étages ont été précédemment décrits ; nous n'avons pas à y revenir ici ; rappelons seulement que les calcaires de Virgloria sont généralement noirâtres et bitumineux, ceux de Mendola blancs grisâtres et dolomitiques.

*Roche encaissante métamorphique.* — A 50 mètres environ de la ligne de contact commence la bande métamorphique, qui se compose, à la base, de cipolin, et, au-dessus, d'une roche caractéristique à laquelle on a donné le nom de *prédazzite*.

Le *cipolin*, ainsi nommé par les gens du pays, paraît correspondre aux couches argilo-calcaires de Campile ; il a des nuances très-diverses : son caractère consiste dans la présence de nombreuses taches lenticulaires noirâtres, tranchant sur une pâte plus claire, et alignées de manière à bien dessiner la stratification ; la cassure de ces taches est miroitante et à très-petites facettes ; mais il est impossible de distinguer, même à la loupe, de quoi elles sont composées, et si vraiment elles contiennent du mica ; leur matière est infusible au chalumeau.

L'odeur des cipolins est argileuse, leur cassure esquilleuse et à arêtes vives ; avec les acides, ils font effervescence, en abandonnant un résidu dont la nature est fort difficile à déterminer ; mais, comme les arêtes rayent le verre, il est à

croire que le calcaire doit y être mélangé d'une assez forte proportion de silice, ou tout au moins de matière feldspathique. La compacité absolue de la pâte, sa teinte foncée et l'absence du mica distinguent nettement ces cipolins du marbre de ce nom, avec lequel ils n'ont d'analogie que par leur structure rubanée, et parce qu'ils se prêtent assez bien à l'ornementation; mais leur fragilité empêche qu'on obtienne des pierres de grandes dimensions.

La *prédazzite*, qui répond aux couches de Virgloria et de Mendola, est un marbre blanc, compacte et saccharoïde, dont la densité est, d'après M. Delesse, égale à 2,352. M. Petzholdt, ayant reconnu en 1845 que la composition de ce marbre était assez constante et pouvait être exprimée par la formule  $2(\text{CaO} \cdot \text{Co}^2) + \text{MgO} \cdot \text{HO}$ , crut pouvoir considérer la prédazzite comme une espèce minérale définie; mais, en l'examinant à la loupe, on constate qu'elle est parcourue par une foule de fines lamelles, à éclat nacré; dans quelques endroits, notamment dans une petite carrière située à 300 mètres au-dessus de celle de Canzacoli, ces lamelles ont jusqu'à 3 centimètres de longueur, et leur éclat, ainsi que leur toucher, les font reconnaître de suite pour de la *brucite* ou hydrate de magnésie. La prédazzite est donc en réalité une roche formée d'un mélange de chaux carbonatée et de brucite. Notons en passant, sauf à y revenir plus tard, que le métamorphisme a fait cristalliser de l'*hydrate* et non du *carbonate* de magnésie.

Le gouvernement autrichien avait fait des frais assez considérables pour organiser à Canzacoli une exploitation régulière de ce marbre, qu'on supposait pouvoir remplacer celui de Carrare: malheureusement il a fallu y renoncer, parce que la roche éclate suivant la direction, d'ailleurs parfaitement indéterminée, des lamelles de brucite, ce qui rend son travail impossible.

La prédazzite est souvent salie par des veines rouges ou grisâtres, comme on peut le voir dans les deux carrières du

mont Margola ; elle passe, quand on s'éloigne du contact, à un marbre gris auquel M. Roth a donné le nom de penca-tite, et assigné la composition  $\text{CaO} \cdot \text{Co}^2 + \text{MgO} \cdot \text{HO}$  ; ainsi le métamorphisme, loin d'introduire de la magnésie dans la prédazzite, en aurait plutôt enlevé ; on retrouve ensuite le calcaire dolomitique de Virgloria et de Mendola.

Quand la prédazzite s'altère sous l'influence des agents atmosphériques, sa surface devient cristalline, et, si l'altération est très-avancée, on y distingue des rhomboédres de chaux carbonatée, à faces ternes, mais atteignant souvent d'assez grandes dimensions ; il semble que, bien que la roche ait pris la texture finement saccharoïde, elle n'en ait pas moins une sorte de cristallinité latente, si l'on peut s'exprimer ainsi, en vertu de laquelle certaines faces résistent mieux que d'autres, et se trouvent ainsi mises en évidence par l'altération.

Quand le calcaire en contact avec la monzonite n'est pas dolomitique, il devient complètement cristallin et lamel-leux, et en même temps très-friable ; c'est ce qu'on observe facilement dans le val di Monzoni, où les lamelles de chaux carbonatée sont brillantes et striées diagonalement.

*Roche éruptive normale.* — En décrivant la composition des massifs grani-toïdes de Predazzo et du Monzoni, nous avons suffisamment insisté sur l'association intime des di-verses variétés de monzonite, et sur les raisons qui nous portent à croire qu'elles sont arrivées au jour à très-peu près en même temps ; nous n'avons donc pas à revenir ici sur ce sujet, et, considérant la roche éruptive normale comme pouvant être l'une quelconque des variétés grani-toïdes, normales, micacées ou magnétiques de monzonite, nous passerons immédiatement à la description de son mé-tamorphisme.

*Roche éruptive métamorphique.* — Ce qui caractérise le métamorphisme de contact, à Predazzo, c'est la production des silicates magnésiens et calcaires, parmi lesquels il faut



citer en première ligne le mica et l'idocrase. Le gisement d'idocrase de Canzacoli est depuis longtemps renommé; sur toute la hauteur de la ligne de contact, à partir de la grande carrière de prédazzite, s'étagent de petites excavations que les fréquentes visites des collectionneurs ont rendues classiques, et où l'on trouve de l'idocrase brune, verte ou jaune miel, en beaux cristaux complètement engagés dans de la chaux carbonatée bleuâtre spathique. Le mica hexagonal l'accompagne souvent, et, dans quelques endroits, la gehlénite, en prismes quarrés, est associée à l'idocrase.

C'est là tout ce qu'on a coutume de dire du gîte de contact de Canzacoli. M. de Richthofen lui-même n'en a pas vu davantage, et, sans en faire une étude plus approfondie, il a tenté d'expliquer sa formation à l'aide des considérations suivantes :

La syénite (monzonite), arrivant au jour en fusion ignée, a fondu le calcaire, qui est alors devenu un dissolvant pour les silicates de la roche éruptive; ces silicates sont entrés dans de nouvelles combinaisons, et la syénite, se refroidissant la première, a formé comme le vase sur les parois duquel les nouveaux minéraux sont venus cristalliser. Les silicates calcaires, continue M. de Richthofen, ont généralement leur point de fusion plus bas que celui des silicates de la syénite et plus élevé que celui de la chaux carbonatée, de sorte qu'ils se sont déposés, dans une liqueur claire, sur une paroi déjà solide; en effet, dans chaque géode, tous les intervalles sont remplis par la chaux carbonatée, et l'on remarque que les cristaux sont d'autant plus nets et portent un nombre de faces d'autant plus grand qu'ils sont mieux noyés dans le calcaire. Or l'expérience des laboratoires nous apprend que la netteté des cristaux est toujours en rapport avec la limpidité des dissolutions dans lesquelles ils se forment.

Telle est cette théorie, qu'il nous sera permis de qua-

lifier d'*ultraplutonienne*, où l'auteur ne fait nulle difficulté d'imaginer une liqueur limpide de chaux carbonatée à une température à laquelle l'idocrase ne peut déjà plus rester liquide; mais ce remaniement des fusibilités n'est pas la seule objection grave qu'il y ait à faire. Le point de départ même, la fusion ignée de la monzonite, ne saurait plus être accepté sans contestation depuis les travaux des géologues qui ont montré quelle idée exagérée on s'est faite pendant longtemps du rôle joué par la chaleur dans la formation des roches éruptives. Tout porte à croire que l'eau a dû avoir une large part au phénomène de Canzacoli; mais, pour mettre ce résultat en évidence, il faut pénétrer plus avant dans l'étude de la zone de contact, et c'est ce que nous allons faire en résumant dans un ordre méthodique les observations que nous avons pu recueillir à Canzacoli sur la Margola et au Monzoni.

Je distinguerai, entre la roche éruptive normale et la pré-dazzite, quatre zones parallèles, dont chacune est caractérisée par des espèces minérales déterminées; non pas que ces zones soient nettement séparées dans la nature, ni qu'une observation plus attentive ne puisse y introduire un plus grand nombre de subdivisions; dans certains cas, l'une quelconque d'entre elles pourra manquer, et rarement la nature du terrain permettra de suivre la série complète à un même niveau de la ligne de contact. Mais cette division, à laquelle nous conduit la comparaison des échantillons recueillis en divers points, exprime bien les principaux moments du métamorphisme de la roche éruptive, et nous verrons plus tard qu'elle est confirmée par l'étude des filons de monzonite dans le calcaire.

*Première zone. Orthose, pyroxène, sphène.* — Le premier effet marqué du métamorphisme consiste dans la production d'une roche caractéristique, qu'on observe aussi bien à Canzacoli qu'au Monzoni, et qui est constituée par un agrégat de lamelles brillantes d'orthose, d'un blanc gri-

sâtre, et de cristaux noirs colonnaires de pyroxène, présentant les combinaisons  $Mg^1h^1b^{1/2}$ . Le sphène brun, en grains ou en cristaux adamantins ayant la forme d'un toit, est un élément essentiel de cette roche, où l'on trouve aussi de la pyrite.

Il est certainement curieux de ne rencontrer ici que de l'orthose, lorsque le feldspath strié domine dans la roche éruptive; cependant il n'y a pas à en douter; les deux clivages nets qu'on observe font entre eux l'angle de  $90^\circ$ , caractéristique du feldspath symétrique.

Les cristaux de pyroxène seraient assez faciles à confondre avec l'amphibole, à cause de leur forme allongée; mais indépendamment des mesures d'angles qui fournissent un caractère décisif, la section octogonale de ces prismes, leur dureté égale à celle du feldspath et leur fusibilité sans bouillonnement suffisent pour les distinguer; ils sont noirs, absolument opaques, à cassure résineuse et très-difficilement clivables; en revanche, les faces extérieures des cristaux sont souvent très-nettes.

La roche n'est jamais magnétique.

Au Monzoni, les cristaux de pyroxène sont très-petits, et le sphène est très-abondant. A Canzacoli, les prismes de pyroxène ont jusqu'à un centimètre de longueur, sont très-bien formés, et le sphène devient plus rare; enfin, sur la Margola, le minéral titané disparaît et l'on trouve une roche essentiellement feldspathique, remplie de noyaux de pyroxène noirs, résineux et conchoïdes, dont la cassure, légèrement irisée, ressemble beaucoup à celle de la houille. Ces noyaux ne sont jamais allongés sous forme de cristaux; néanmoins on reconnaît souvent la section octogonale résultant de la combinaison des faces M,  $h^1$  et  $g^1$ : la pyrite leur est toujours associée.

*Deuxième zone. Pyroxène, idocrase compacte, wollastonite.* — A mesure qu'on s'éloigne de la monzonite, le feldspath disparaît, remplacé par de l'idocrase grenue à

laquelle la chaux carbonatée commence à s'associer, et l'on passe à une deuxième zone caractérisée par une pâte d'un blanc opaque légèrement verdâtre, pétrosiliceuse, à cassure esquilleuse, rayant facilement le verre, et fondant au chalumeau en globules vitreux d'un brun prononcé; c'est de l'idocrase compacte, résultat auquel on s'attendrait peu si l'on s'en tenait aux apparences. En outre, la pâte contient des nodules noirs de pyroxène et des lamelles très-facilement clivables, d'un gris argentin, à structure fibreuse, que je rapporterai à la wollastonite ou silicate de chaux  $\text{CaO. SiO}^3$ . En effet, ces lamelles présentent trois clivages faisant entre eux des angles de  $96^\circ$  et de  $129^\circ$ ; leur substance est attaquée par les acides, et, dans la dissolution, où l'ammoniaque donne un précipité insensible, l'oxalate d'ammoniaque produit un dépôt abondant de chaux; c'est donc, tout au moins, un silicate très-calcaire. Il serait d'ailleurs tout naturel de rencontrer, à côté du pyroxène, une substance dont la composition rentre, comme celle de l'augite, dans la formule générale  $\text{RO, SiO}^3$ .

Le pyroxène et la wollastonite disparaissent entièrement à la Margola; et il en résulte une zone d'une assez forte épaisseur, composée d'idocrase en roche. La pâte est d'un blanc jaunâtre veiné de brun foncé; elle se comporte, au chalumeau, exactement comme la variété précédente; d'ailleurs, un caractère qui ne laisse aucun doute est la présence, sur les fissures de cette roche, de nombreuses faces de glissement striées, à éclat vitreux prononcé, de nuance verte claire, identiques à l'idocrase cristallisée de la troisième zone, et qui sont le résultat du frottement mutuel des deux parois des fentes.

*Troisième zone. Mica, idocrase, chaux carbonatée, fer oxydulé.* — La troisième zone ne constitue plus, à proprement parler, une roche; c'est un agrégat de trois substances minérales: le mica, la chaux carbonatée et l'idocrase, auxquelles il convient d'ajouter le fer oxydulé.

Le *mica* se présente en lamelles d'un vert poireau, à éclat gras, souvent empilées de manière à former des prismes hexagonaux très-réguliers. Ce mica se distingue de celui de la monzonite par sa nuance d'abord, et par un autre caractère plus essentiel : il est à un seul axe optique ; aussi n'est-ce point du tout une concentration du mica de la roche éruptive, mais bien le résultat d'une cristallisation spéciale. Tantôt le mica est noyé dans la masse du calcaire, et alors sa forme cristalline est très-accusée ; il a l'éclat nacré et la nuance vert poireau sur la base, l'éclat vitreux et la nuance vert bouteille sur les faces verticales ; tantôt les lamelles sont indistinctes et réunies en masses comme celles des micaschites. Chauffé dans le matras, ce mica dégage beaucoup d'eau et devient argentin en exhalant une odeur empyreumatique. Sa dureté est intermédiaire entre celle du gypse et celle de la chaux carbonatée ; il est attaqué par les acides et laisse le silice sous la forme de petites écailles blanches nacrées ; en un mot, il présente tous les caractères des micas magnésiens.

L'association du mica et de l'idocrase, à Canzacoli, avait déjà frappé les observateurs, et M. Blum signalait le premier de ces minéraux comme une pseudomorphose de l'autre ; mais il nous semble impossible de justifier une telle conjecture, et la coexistence, même sur un seul cristal, de ces deux espèces minérales n'aurait nullement besoin d'être expliquée par une hypothèse de ce genre.

L'*idocrase* est, par excellence, le minéral de contact à Canzacoli ; on en trouve plusieurs variétés : une verte, une brune, une jaune.

L'idocrase verte forme des prismes quarrés pyramidés, striés, à éclat vitreux et adamantin, d'une nuance intermédiaire entre le jaune et le vert émeraude, engagés dans la chaux carbonatée ; très-rarement les cristaux sont complets, et souvent l'idocrase forme un simple enduit strié, ayant la forme d'un cristal, sur un noyau calcaire. La

chaux carbonatée est blanche et grenue comme de l'albâtre et se moule exactement sur les cristaux, dont elle remplit les intervalles.

L'idocrase jaune miel est souvent associée à la variété verte, dont elle ne paraît pas différer essentiellement, car on les trouve quelquefois ensemble sur le même cristal.

L'idocrase brune se présente en prismes pyramidés complets, avec les troncatures produites par la base et les faces verticales parallèles aux diagonales du losange; la pyramide domine toujours de beaucoup. Ces cristaux sont souvent très-nets et atteignent jusqu'à 2 ou 3 centimètres de longueur; ils sont engagés dans de la chaux carbonatée spathique bleuâtre, qui décrépète et perd sa coloration quand on la chauffe, ce qui prouve qu'elle contient de l'eau et probablement une matière organique. Les faces des cristaux calcaires sont striées diagonalement, et leur forme est le rhomboèdre primitif avec clivages faciles.

Il est à remarquer que l'idocrase brune forme souvent de gros noyaux irréguliers, mais jamais des surfaces minces comme la variété verte.

Il serait intéressant de décider, par des analyses, en quoi diffèrent les trois variétés d'idocrase; le principe de leur coloration se trouve certainement dans leur composition chimique, car la chaleur est sans action sur la nuance de leurs cristaux.

Outre les cristaux définis, l'idocrase existe encore à l'état de grains verts ou bruns, en mélange intime avec le calcaire; on trouve, dans le val di Monzoni, de gros blocs à texture grenue, entièrement composés d'un pareil agrégat.

Le *fer oxydulé* se rencontre avec la chaux carbonatée et le mica, au milieu desquels il forme des grains noirs de très-petites dimensions. On y reconnaît souvent, à la loupe, des octaèdres très-réguliers; ils imprègnent parfois les prismes de mica de la manière la plus intime.

La roche des deux premières zones étant absolument

sans action sur le barreau aimanté, on voit que tout l'élément magnétique s'est concentré vers le contact.

*Gehlénite, fassaïte.* — L'idocrase n'est pas le seul silicate calcaire qui caractérise la troisième zone; elle domine à Canzacoli, mais à certains niveaux dans cette localité, et presque partout, au Monzoni, on rencontre une autre substance, la *gehlénite*, dont la composition diffère de celle de l'idocrase par la présence d'une moindre quantité de silice et de magnésie et d'une plus forte proportion d'alumine, la quantité de chaux restant la même.

La *gehlénite* forme des prismes carrés aplatis, dont la couleur varie du gris au jaune isabelle, et qui sont presque toujours altérés à la surface; ces prismes sont noyés dans la chaux carbonatée en compagnie de l'idocrase grenue. A Canzacoli, on remarque, au milieu des lamelles de calcaire, de petits grains noirs à éclat vitreux et à poussière blanchâtre qui ne sont pas magnétiques, et qui forment quelquefois des octaèdres d'une régularité admirable, mais qu'il serait tout à fait impossible d'apercevoir sans le secours de la loupe; il n'est pas douteux que ce ne soient des cristaux de *spinelle noir* (pleonast), car au Monzoni, où la *gehlénite* abonde, on trouve le *spinelle noir* en beaux octaèdres dans la chaux carbonatée. Il semble ainsi que la magnésie, qui manque à la *gehlénite* pour être identique à l'idocrase, se soit portée sur un excès d'alumine pour s'y combiner sous forme de *spinelle*.

La *fassaïte*, qui se rencontre en abondance au sommet du val di Monzoni, est une espèce de pyroxène diopside dont les cristaux ont un *facies* particulier à cause de la prédominance des faces M,  $b^{1/2}$  et  $b^{1/4}$ , qui lui donnent l'aspect de doubles pyramides quadrangulaires pointues, assemblées obliquement par leurs bases; ils ont jusqu'à 2 centimètres de longueur et sont plus ou moins transparents sur les arêtes. Leur couleur varie entre le vert bouteille et le vert noirâtre; leur éclat est souvent très-vif, mais ils se ter-

nissent à l'air ; ils forment des agrégations d'individus cristallins au milieu de la chaux carbonatée spathique blanche ou bleuâtre.

J'ai retrouvé la fassaïte en beaux cristaux et en masses cristallines en un point de la ligne de contact sur la Margola ; cette circonstance mérite d'être signalée, parce qu'elle prouve que les trois espèces minérales : idocrase, gehlénite et fassaïte, coexistent à Predazzo ; leur présence en un point donné ne peut cependant pas être indifférente, et doit être en rapport direct avec la nature de la roche éruptive. Autant que nous en pouvons juger d'après les faits observés, il est permis de dire que l'*idocrase* caractérise le contact de la *monzonite granitoïde*, que la *gehlénite* et le *spinelle* correspondent à la *monzonite normale*, et qu'enfin la *fassaïte* répond à la *monzonite magnétique*, qui est la plus basique de toutes, et comme on sait que les trois variétés de monzonite se rencontrent à Canzacoli, il n'est pas étonnant qu'on y trouve aussi les trois espèces minérales.

*Quatrième zone. Serpentine.* — La quatrième et dernière zone, qui est la plus mince, est caractérisée par une matière serpentineuse, le plus souvent associée à la chaux carbonatée lamelleuse ; quelquefois cette dernière disparaît, et l'on obtient une saiebande d'hydrosilicate magnésien à partir de laquelle on passe au calcaire encaissant, de moins en moins imprégné de serpentine. La nuance de l'hydrosilicate varie entre le vert et le violet ; calciné dans le matras, il abandonne de l'eau et perd sa couleur verte. Il est infusible au chalumeau, et l'acide sulfurique l'attaque à peu près complètement, avec dépôt de silice blanche grenue.

On trouve dans les diverses carrières de Prédazzite de Canzacoli et de la Margola, des filons assez curieux de 0<sup>m</sup>, 10 à 0<sup>m</sup>, 50 de puissance, composés uniquement d'hydrosilicate magnésien au centre et de serpentine pure sur les bords. Au contact avec la prédazzite se trouve une zone très-mince contenant beaucoup de fer oxydulé en grains impercep-



tibles, tandis que la masse de l'hydrosilicate n'est pas magnétique.

Ces filons ont d'abord été donnés pour du granite serpentinisé : à cette occasion, M. Bischof a discuté la possibilité d'une pareille transformation chimique, et a conclu pour la négative ; mais il nous semble que la question a été mal posée ; il ne s'agit pas, en effet, de savoir si les éléments du granite peuvent, par une série de transformations, devenir de la serpentine, mais bien si la pâte qui, en cristallisant dans des conditions normales, donnerait naissance à un granite, peut, au moment de l'éruption et lorsqu'elle est encore plastique, concentrer, au contact de la roche encaissante, une forte proportion de silice et de magnésie, ce qui n'a rien que d'admissible.

M. de Richthofen a décrit les filons dont il s'agit comme étant du mélaphyre serpentinisé, et M. de Cotta paraît avoir adopté cette manière de voir. Néanmoins, nous croyons, avec M. Élie de Beaumont et M. Delesse, que ce sont en réalité des filons minces de monzonite qui se sont trouvés dans des conditions exceptionnellement favorables à la concentration de l'élément magnésien. En effet, il semblerait étrange qu'il y eût, dans toutes les carrières de prédazite, un filon de mélaphyre à côté d'un filon de monzonite. Des filons de mélaphyre traversent, d'ailleurs, en plusieurs points, le massif calcaire de la Margola sans qu'aucune transformation de ce genre ait été observée ; et si, dans la grande carrière de Canzacoli, la question reste difficile à résoudre, parce qu'on ne voit pas à quelle masse viennent se réunir les filons de serpentine, en revanche, dans la carrière supérieure, on en trouve un plus puissant qui, après une salbande de serpentine pure, présente une roche à grain fin qui paraît se rattacher au type monzonite sans avoir rien de commun avec les mélaphyres.

Nous conserverons donc cette opinion jusqu'à plus ample informé, et nous signalerons, après M. Delesse, la concen-

tration de l'hydrosilicate magnésien vers la roche encaissante comme un des traits caractéristiques du gisement de contact de Canzacoli. Remarquons, en outre, que cette concentration a déjà été préparée dans la deuxième zone par le développement du mica magnésien, qui forme la transition entre la roche éruptive et la serpentine, et que ce mica magnésien se retrouve dans la plupart des gîtes de contact analogues décrits par M. Delesse dans ses *Études sur le métamorphisme*.

*Filons de Canzacoli.* — Si l'on veut voir la plupart des circonstances du contact rassemblées dans un très-petit espace, il suffit de se transporter au pied de l'escarpement de Canzacoli, sur la colline où se trouvent les filons de monzonite signalés par M. de Cotta; ils sont au nombre de deux, séparés par un intervalle de 2 mètres de calcaire; leur puissance est de 1 à 2 mètres, et ils se sont intercalés parallèlement à la stratification, qui fait, dans cet endroit, un angle d'environ 15° avec l'horizon.

Le calcaire, auprès du contact, prend un aspect rubané et devient de plus en plus vert et serpentineux: on arrive ainsi à une salbande de 6 à 8 millimètres, composée de serpentine avec chaux carbonatée; puis on trouve: une couche de 4 millimètres, formée de mica magnésien à un axe et d'idocrase; une couche de 5 millimètres, composée de chaux carbonatée spathique et de fer oxydulé; enfin une zone de 1 centimètre contenant: chaux carbonatée, mica hexagonal, idocrase et fer oxydulé; après cela, on passe peu à peu, par l'intermédiaire d'une forte zone de mica magnésien, à la roche éruptive qui, dans cet endroit, tient le milieu entre la monzonite micacée et la monzonite grani-toïde.

*Résumé.*—En somme, si nous cherchons à résumer dans un tableau la suite des actions de contact, nous dresserons la série qu'on va lire:

- |                                       |  |
|---------------------------------------|--|
| 1° Roche encaissante normale. . . . . | 1. Calcaire dolomitique grisâtre de Mendola.                                 |
| 2° Roche encaissante métamorphique. . | 2. Prédazzite (chaux carbonatée et brucite).                                 |
|                                       | 3. Serpentine.   |
|                                       | 4. Serpentine avec chaux carbonatée.   |
|                                       | 5. Chaux carbonatée, fer oxydulé, mica magnésien.                            |
| 3° Roche éruptive métamorphique . . . | 6. Chaux carbonatée, idocrase, fassaïte, gehlénite, spinelle, mica à un axe. |
|                                       | 7. Idocrase compacte.  |
|                                       | 8. Idocrase compacte, pyroxène, wollastonite.                                |
|                                       | 9. Pyroxène, orthose, sphène.  |
| 4° Roche éruptive normale. . . . .    | 10. Monzonite.   |

*Jaspe rubané.* — C'est probablement aux phénomènes de contact qu'il faut rapporter la présence d'un jaspe rubané au sommet de la Margola, où il forme des rochers remarquables par le parallélisme parfait des zones qui les constituent : ces zones ont de 1 à 2 centimètres de puissance, et prennent toutes les nuances possibles. Il paraît difficile d'expliquer leur formation sans admettre un métamorphisme avec introduction de silice. Le même fait se reproduit au col d'Alle Selle, dans le massif du Monzoni : il a besoin encore d'être étudié.

*Considérations générales.* — Après avoir exposé, dans l'ordre suivant lequel ils se révèlent à l'observation, les phénomènes auxquels a donné lieu le contact du calcaire et de la monzonite, il convient de rechercher quels enseignements généraux peuvent sortir de cette étude, et si elle n'est pas de nature à fournir de précieuses indications sur l'origine de la roche éruptive.

Le fait capital, qui doit tout d'abord attirer l'attention, c'est le mélange des éléments de la roche encaissante et de la monzonite, attesté par la présence simultanée de l'idocrase, de la gehlénite, de la fassaïte et de la chaux carbo-

natée. De quelle manière ce mélange a-t-il pu se produire? Telle est évidemment la grande question qu'il faut résoudre. M. de Richthofen a admis une fusion commune des deux roches; contre cette hypothèse, nous ferons valoir les raisons suivantes: d'une part, la netteté avec laquelle s'accuse la ligne de contact de la prédazzite et de la bande métamorphique s'accorde mal avec l'idée d'une fusion, qui ferait nécessairement naître des contours plus ou moins irréguliers; d'autre part, la nature des minéraux de contact empêche d'admettre l'intervention d'une très-haute température; ainsi nous avons vu que la chaux carbonatée bleuâtre perd sa couleur quand on la chauffe, et que le mica vert devient argentin et opaque par la calcination. Enfin, nous trouvons l'eau partout, aussi bien dans la brucite que l'idocrase, le mica et la serpentine, et cette eau ne résiste pas à la chaleur de la lampe à alcool.

Nous arrivons donc nécessairement à la conclusion que les actions de contact de la monzonite rentrent essentiellement dans le domaine des phénomènes chimiques de la voie humide. Des dissolutions pouvaient seules opérer le mélange des éléments du calcaire et de ceux de la roche éruptive sans altérer la forme de la ligne de contact; elles seules pouvaient posséder assez de mobilité pour permettre aux substances de se grouper par zones suivant leurs affinités; elles seules pouvaient déterminer la cristallisation, à l'état d'hydrate, de la magnésie contenue dans la prédazzite; elles seules enfin pouvaient injecter dans les calcaires triasiques le massif granitoïde de Predazzo sans produire le moindre dérangement dans l'horizontalité des couches, et sans donner naissance à des brèches ni à des conglomérats.

Cela ne veut pas dire que la chaleur n'ait pas joué de rôle dans l'éruption de la monzonite; cette idée n'a rien d'incompatible avec celle des dissolutions chimiques: seulement nous croyons qu'il n'y a pas eu de fusion ignée, et que le calcaire n'a été ni fondu ni même rendu plastique;

et si nous rapprochons ces circonstances de l'absence presque complète d'actions métamorphiques au contact du calcaire et des mélaphyres du val de Fassa, il nous sera peut-être permis de diviser les roches éruptives du Tyrol méridional en deux groupes, l'un granitoïde, produisant des effets de contact énergiques, et caractérisé par les dissolutions chimiques; l'autre porphyrique, sans actions métamorphiques sensibles et où la chaleur paraît être le principal agent en jeu.

On objectera peut-être l'analogie des blocs d'idocrase de la Somma avec ceux de Canzacoli; mais cela ne saurait être une raison décisive; car rien ne prouve que les minéraux de la Somma aient une origine ignée, et l'on est parfaitement en droit d'admettre que, formés dans l'intérieur de la terre, par voie chimique, au contact d'un calcaire et d'une matière éruptive magnésienne, ils ont été simplement rejetés par le volcan.

Ce n'est là du reste qu'une question théorique, et il serait téméraire de prétendre la résoudre d'une manière définitive avant que les circonstances géologiques du phénomène soient connues avec une entière certitude; il importait seulement de bien établir l'ordre des actions métamorphiques, jusqu'ici trop rapidement étudiées, et de montrer que ce n'est ni dans des fentes du calcaire ni dans les géodes de la roche éruptive, comme l'ont dit beaucoup d'observateurs, mais bien dans une zone de contact fort régulièrement constituée, que sont venues cristalliser des espèces minérales définies, caractérisées toutes par l'association des éléments du calcaire et de ceux de la monzonite. Quant à l'ordre dans lequel les minéraux se sont groupés, il serait d'un haut intérêt d'en avoir la clef; mais ce résultat ne peut être atteint que par de patientes observations et une longue étude chimique. Contentons-nous, pour le moment, d'ajouter aux considérations que nous avons déjà présentées une remarque sur le rôle de l'élément magnétique; nous avons dit que,

tandis que la monzonite attire toujours le barreau aimanté, les trois premières zones métamorphiques sont sans action sur lui, et que tout le fer oxydulé se trouve reporté dans la quatrième, où il forme quelquefois des octaèdres parfaits, ce qui n'a pas lieu dans la monzonite ; en revanche, le titane reste du côté de la roche éruptive, dans la première zone, où il cristallise sous forme de sphène ; ainsi, il paraît y avoir séparation et transport aux deux extrémités opposées des éléments du fer oxydulé titanifère de la monzonite.

En terminant, nous signalerons l'utilité qu'il y aurait, pour la science, à entreprendre une comparaison approfondie du gîte de contact de Canzacoli et de celui de Czikkova, dans le Banat autrichien ; là aussi une roche syénitique traverse le calcaire crétacé et y détermine la formation d'une bande métamorphique encore plus large que celle de Prédazzo, et caractérisée par l'idocrase, la chaux carbonatée bleuâtre, la wollastonite et les zéolithes : l'observation y est facile à cause de la nature peu accidentée du terrain, et il n'est pas douteux qu'une étude de ce genre ne soit de nature à amener des résultats importants.

*Savoir à mine*

Fig. 2. Coupe transversale par la ligne AB.

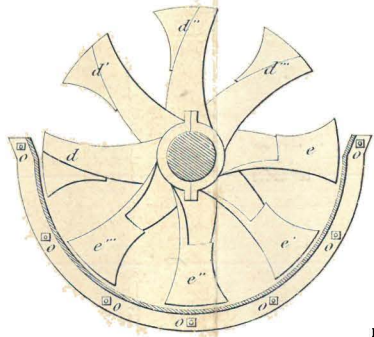


Fig. 4. Coupe transversale par la ligne FO.

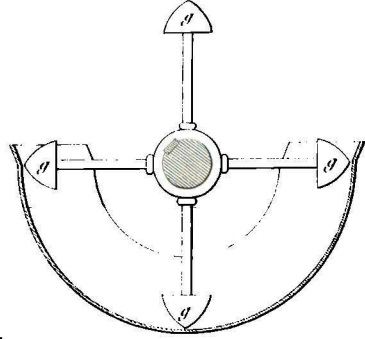


Fig. 3.

*Coupe transversale par la ligne EG*

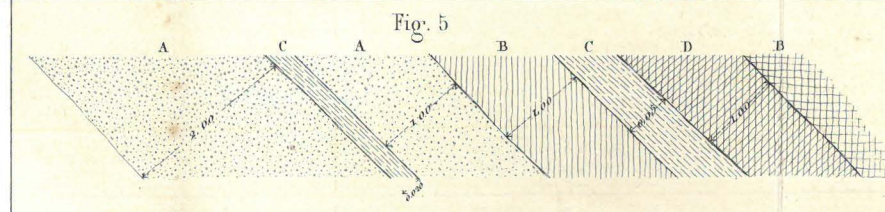
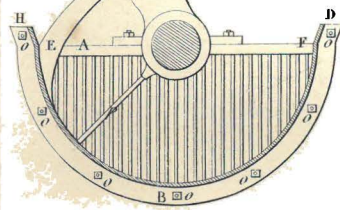


Fig. 6.

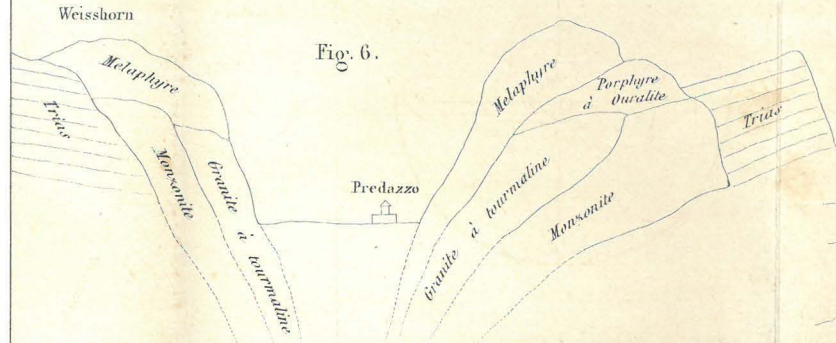


Fig. 7. Vue prise de Moena

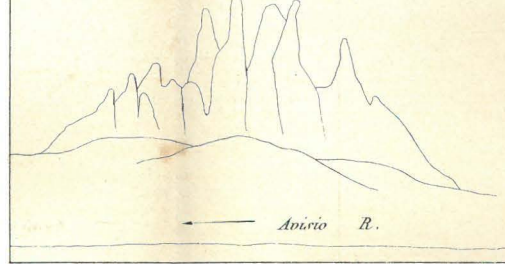


Fig. 8. Vue des Rosozahne (dents de cheval)

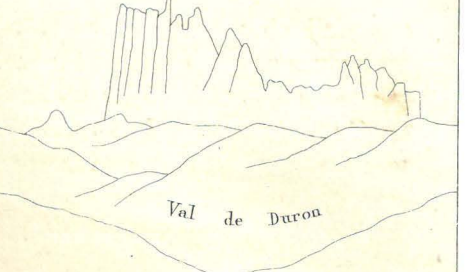
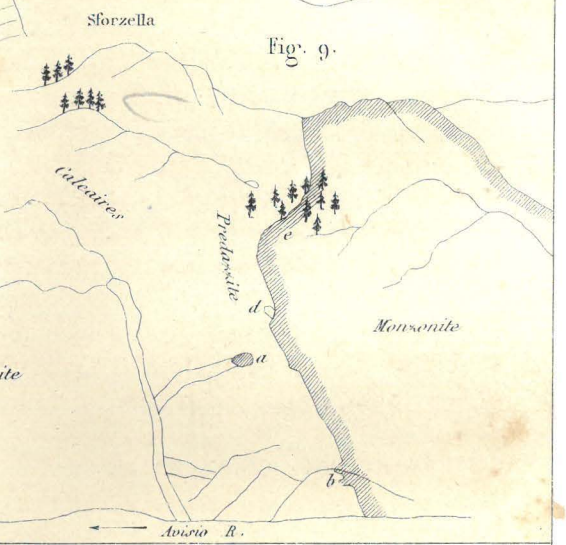


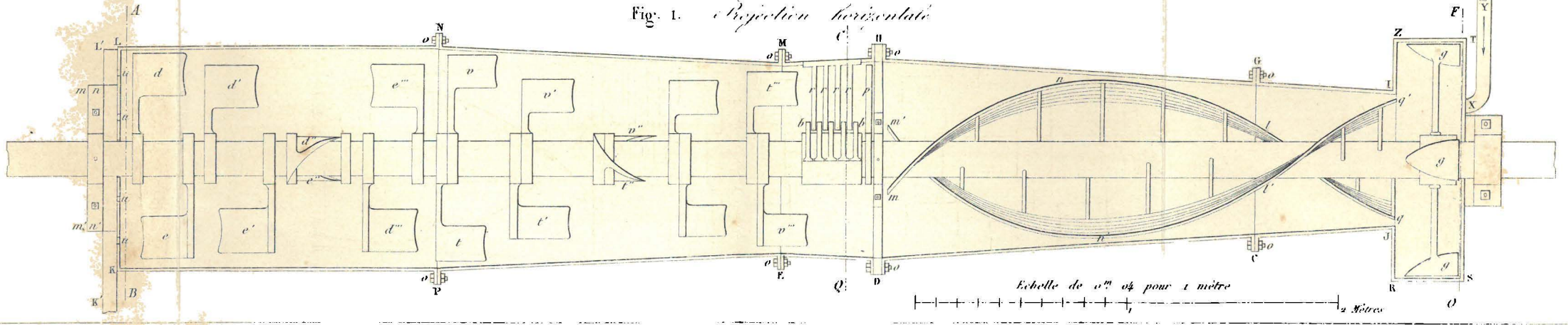
Fig. 9.



Légende de la Fig. 9.

- a Grande Carrière de Predassite
- b Filon de Monsonite
- d id. id.
- e Idocrase

Fig. 1. Projection horizontale





*Savoir à mine*

Fig. 2. Coupe transversale par la ligne AB.

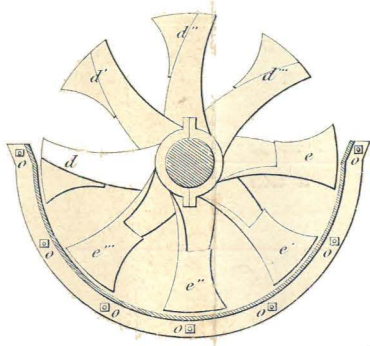


Fig. 4. Coupe transversale par la ligne FO.

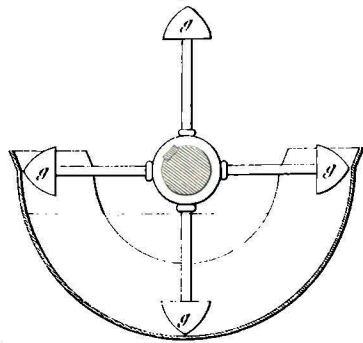


Fig. 3.

*Coupe transversale par la ligne CR*

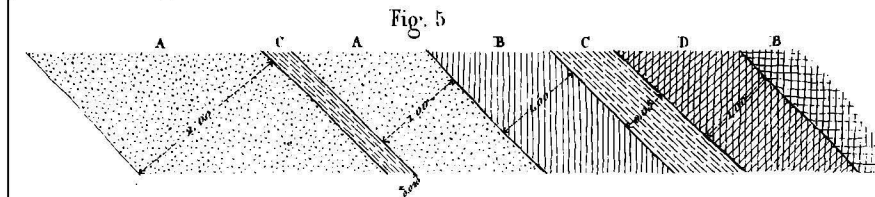
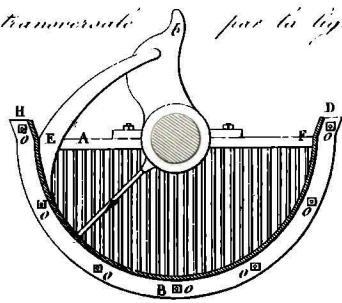


Fig. 6.

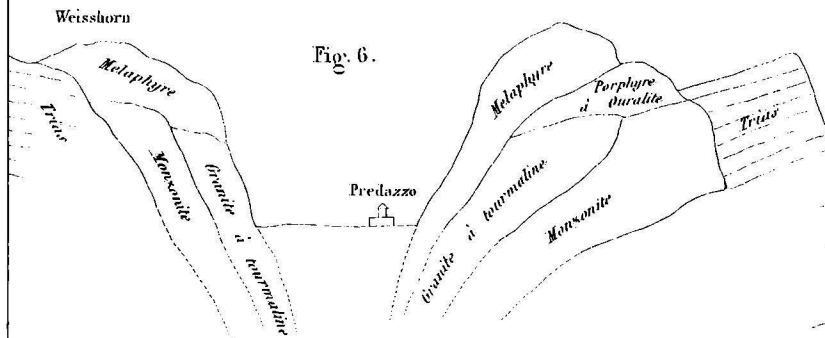


Fig. 7. Vue prise de Avorio

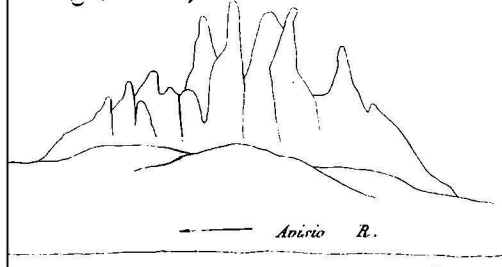
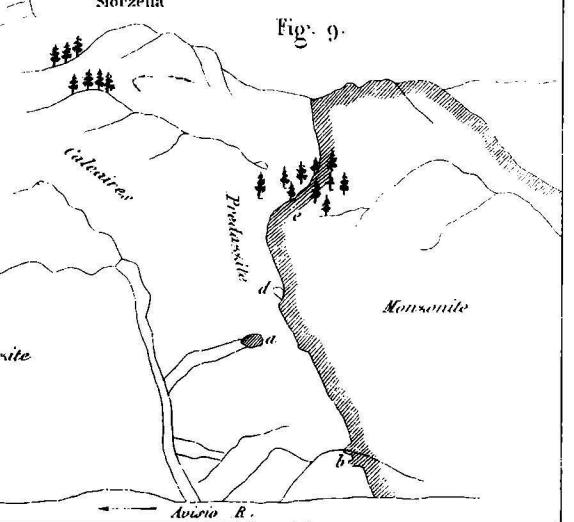


Fig. 8. Vue des Roszahnne (dents de cheval)



Fig. 9.



Légende de la Fig. 9.

- a Grande Carrière de Predassite
- b Filon de Monsonite
- d id. id.
- e Idocrase

Fig. 1. Projection horizontale

