

Aperçu géologique

des

environs du lac de Lugano

accompagné

d'une carte et de plusieurs coupes

par

C. BRUNNER, FILS.

Le pays situé entre les trois lacs est digne du nom de paradis des naturalistes, non seulement par la beauté ravissante de sa nature, mais bien plus encore par les phénomènes géologiques remarquables qu'il renferme. Il y a une vingtaine d'années que ces phénomènes inspirèrent à un des plus grands géologues de l'époque plusieurs mémoires distingués par l'importance des découvertes qui y sont déposées.

Les faits les plus frappants qui ont servi de base à la discussion des grandes questions de l'action des roches plutoniques et de la formation de la dolomie ont été puisés dans le pays situé entre le lac Majeur et celui de Come et la description de cette contrée par M. de Buch¹⁾, paraît avoir rendu superflu de retourner à ce champs d'observations. Ces questions cependant sont loin d'être résolues complètement, et la moindre observation faite avec précision peut y jeter une nouvelle lumière. L'espérance de fournir quelques nouveaux traits pour compléter le tableau géologique de ce pays m'engage à publier les résultats obtenus pendant des séjours réitérés que j'ai eu le plaisir de faire dans cette belle contrée.

Micaschiste.

Le micaschiste occupe la contrée de Lugano et s'attache du côté du Monte Cenere au gneiss. Il se distingue de loin par la forme arrondie de ces collines et contraste ainsi avec les escarpements perpendiculaires du calcaire et de la dolomie qui l'avoisinent. Lorsqu'on traverse les hauteurs situées entre la vallée de Cavargna et celle de Colla, on peut tracer de loin et très nettement la limite entre les deux terrains en n'ayant égard qu'à la forme extérieure des montagnes. A l'exception des environs de Christiania en Norvège, où le micaschiste avoisine les couches de calcaire silurien, je n'ai jamais observé une séparation aussi tranchée.

¹⁾ Sur quelques phénomènes que présente la position relative du porphyre et des calcaires dans les environs du lac de Lugano. *Annales des sciences naturelles*. T. X. 1827. p. 195. Carte géologique du terrain entre le lac d'Orta et celui de Lugano. *Ann. des sc. nat.* T. XVIII. 1829. p. 258.

Le micaschiste de Lugano est très riche en mica, qui est la cause de sa forte dégradation. La disposition des paillettes suit généralement une direction qui va de ONO en ESE, en s'inclinant vers le midi. Cette direction est très constante dans toute la contrée, et le micaschiste ne participe nullement aux dislocations des couches calcareuses que je signalerai plus tard.

Dans le haut de la vallée de Colla la roche renferme des grenats, et sur différents points dans les environs de Lugano en montant vers les villages de Gentilino et de Montagnola on rencontre des couches intercalées d'une roche amphibolique, dont la direction est la même que celle de paillettes de mica dans le schiste.

Grès rouge.

Le premier terrain de sédiment est le grès rouge à cailloux de porphyre rouge et de gneiss. Dans le territoire qu'embrasse notre carte ce grès n'a qu'une étendue peu considérable. Ses couches participent aux bouleversements de la dolomie qui lui est immédiatement superposée. Au pied du San Salvatore près de la chapelle de S. Martino le grès s'appuie sur le micaschiste en formant des couches recourbées (2^e coupe). Par sa dureté le grès se prête très bien à l'usage qu'on en fait comme pierre meulière¹⁾.

Sur la montagne qui sépare le val Gana de la vallée de Porto et de Bisuschio le grès repose sur le granit et se trouve recouvert par la dolomie. La même disposition a lieu sur le versant oriental du Monte S. Giorgio près de Capo lago, sauf que le granit y est remplacé par le porphyre rouge. Dans ces deux localités le grès ne possède ni la dureté ni la couleur rouge qui caractérise celui de S. Martino.

Ce grès fait évidemment partie de la grande formation de grès rouge qui s'étend entre Nobiello et S. Abondio sur le lac de Come, et qui occupe tout le fond de la vallée de Sassina. Les premières traces de ce terrain apparaissent d'après une communication particulière que je dois à M. Balsamo-Crivelli sur la rive du lac Majeur, de là le grès s'étend vers l'orient gagnant et d'étendue et d'épaisseur jusque dans les Alpes du Tirol, où les grès fossilifères des environs de Bolzano lui doivent être subordonnés. Quand même le grès de notre contrée ne renferme pas de pé-

¹⁾ Memoria terza sui minerali della Svizzera italiana di Luigi Lavizzari. Capolago. 1845. p. 18.

trifications, on peut le classer d'après les fossiles trouvés dans les Alpes autrichiennes avec assez de sûreté dans la formation du grès rouge supérieur (bunter Sandstein)¹).

Dolomie.

Le calcaire des environs de Lugano a une grande étendue et une épaisseur considérable, il occupe toutes les sommités de cette contrée. Sous le point de vue géologique il est nécessaire de distinguer plusieurs formations calcaireuses qui appartiennent à des âges très différents.

Les couches les plus inférieures qui reposent immédiatement sur le grès rouge, sont formées par une dolomie bien caractérisée, qui compose la plus grande masse du San Salvatore. Dans sa partie inférieure près de la chapelle de S. Martino, cette dolomie est disposée en couches distinctes qui reposent sur le grès avec stratification concordante. Les couches vont dans la direction ONO à ESE, et plongent vers le SOS. — Mais cette stratification se perd à une distance de vingt pieds, et la plus grande masse de la montagne est formée par une agglomération de cristaux de dolomie. Il est assez étonnant que cette roche saccharoïde ait la même composition chimique que la dolomie stratifiée, un fait qui a été constaté par des analyses très précises et sur lesquelles nous reviendrons plus bas.

Les fossiles sont extrêmement rares dans cette dolomie. Je n'en connais que le moule d'une bivalve qui a été trouvée au milieu de la dolomie saccharoïde et que je dois à l'obligeance de M. Lavizzari. Ce moule appartient à une Avicule du groupe de l'Avicula socialis Bronn, que l'on trouve dans le calcaire coquillier et dont plusieurs auteurs ont fait le genre Servillia. La coquille n'étant longue que de deux centimètres, est plus petite que l'Avicula socialis. La valve droite est aplatie et munie d'un crochet courbé, très analogue à ce qui a lieu chez l'Avicula socialis. Cette même valve est lisse, tandis que la valve gauche est bombée et munie de huit côtes rayonnantes. — J'appelle cette nouvelle espèce bien caractérisée Avicula salvata, parce que sa conservation au milieu de la roche cristalline est étonnante et en même temps ce nom nous rappelle la montagne, où elle a été trouvée.

¹) Au moment où ce mémoire doit être imprimé je trouve dans les Comptes rendus de la Soc. des sc. nat. à Vienne (vol. VI. 1850, p. 20) une notice de M. Boué, qui annonce la découverte de fossiles éminemment triasiques trouvés par M. Curioni dans le grès du pays de Bergamo. Ce fait vient confirmer la classification du grès rouge adoptée dans mon mémoire.

J'ai reçu une Avicule semblable de la vallée de Trompia dans la province de Brescia, et d'après l'assertion de M. Balsamo le même fossile se trouve aussi à Nobiallo sur le lac de Come dans la dolomie, qui dans cette contrée est associée au gypse et qui est immédiatement superposée au grès rouge de la même manière que la dolomie du S. Salvatore.

S'il est permis de porter quelque jugement sur l'âge de ce terrain d'après cet unique fossile, je serais tenté de considérer cette dolomie comme appartenant à la formation triasique et représentant ainsi dans notre contrée conjointement avec le grès rouge, la formation intéressante de Saint-Cassian et de la vallée de Fassa dans le Tirol italien.

Calcaire jurassique.

Le calcaire gris supérieur à la dolomie renferme des fossiles sur le sommet du Monte Generoso, ainsi qu'au versant occidental de la même montagne au-dessus de Rovio. Les fossiles que j'ai trouvés dans ces deux localités sont des Térébratules, des Spirifères et des Pentacrines, assez bien conservés et suffisamment caractérisés pour en déduire l'époque de la formation des couches dont ils proviennent.

Les articulations de Pentacrinites basaltiformis sont très fréquentes dans un calcaire marneux près des caves de Tremona à une demi-lieue de Mendrisio. La roche est détruite à sa surface par des actions météorologiques, tandis que la silice qui compose ce fossile a résisté à cette destruction, de sorte que ces articulations se trouvent disséminées en grande abondance dans la terre. Avec ces pentacrines on trouve quelques térébratules et des spirifères.

Le marbre d'Arzo repose sur le calcaire gris en stratification concordante¹⁾. Il renferme en grande abondance les mêmes fossiles que l'on trouve sur le Monte Generoso et à Tremona et bien que l'aspect extérieur de ces roches soit bien différent, ces fossiles nous prouvent que l'on doit les considérer comme appartenant toutes au même terrain.

J'ai ramassé dans toutes ces localités un nombre de fossiles suffisant pour en déduire l'identité des couches, et pour comparer cette faune aux formes connues. Or ces

¹⁾ La description de cette roche qui se trouve dans la »Memoria terza« etc. de M. Lavizzari p. 83 est si complète que je ne puis rien y ajouter de nouveau.

couches, une fois bien classées, elles nous offrent un point de départ pour la détermination de toute la série de couches sédimentaires qui dans la partie de l'Italie, dont nous parlons, occupent une grande étendue, et sur lesquelles il reste encore tant de controverse parmi les géologues. J'ai donc prié M. Merian de bien vouloir porter son attention sur ce sujet. Il y a répondu par l'examen très soigneux des espèces trouvées. En voici le résultat :

Liste des fossiles trouvés dans le calcaire de Tremona, Arzo et du Monte Generoso.

1) *Lima*. Une espèce trouvée à Arzo qui par ses côtes inégales a beaucoup de rapport avec des petits exemplaires de *L. Hermannii* Voltz.

2) *Pecten*, probablement *P. textorius* Schloth. — Arzo.

3) Une Térébratule lisse, extrêmement fréquente à Arzo, se trouvant aussi à Tremona et au pied du Generoso, est sans doute la *T. ornithocephala* Sow. — Il est difficile de tracer la limite entre la forme de la *T. ornithocephala* du Lias et de la *T. perovalis* Sow. de l'oolithe inférieure.

4) Une térébratule plissée, également très fréquente à Arzo, Tremona et au pied du Generoso doit être rapportée à la *T. tetraëdra* Sow.

5) *T. quinqueplicata* Zieten. — Arzo.

6) *Spirifer rostratus* de Buch. Pied du Generoso. — Arzo.

7) *Spirifer Walcottii* Sow. Sommet du Generoso, Tremona. Le sillon dorsal des exemplaires trouvés dans les localités indiquées est extraordinairement étroit, une abnormité qu'on rencontre aussi dans la formation liasique du Jura.

8) *Spirifer tumidus* de Buch. Pied du Generoso.

9) *Pentacrinites basaltiformis* Miller. Très fréquent à Tremona et au pied du Generoso.

Tous ces fossiles appartiennent au terrain liasique et caractérisent dans les autres pays les couches inférieures de ce terrain. C'est surtout les trois espèces du genre Spirifère qui ne laissent aucun doute sur la justesse de cette classification. Ce genre n'a jamais été rencontré dans des couches supérieures au lias. — Il est étonnant que dans les couches fossilifères d'Arzo, de Tremona et du Generoso on ne trouve pas d'Ammonites qui dans le Jura suisse accompagnent ordinairement les fossiles mentionnés. J'ajouterai cependant que M. Balsamo-Crivelli a déterminé plusieurs

ammonites qui proviennent de Castello à une lieue de Mendrisio dans une direction sud-est. Ces ammonites présentent toutes des formes liasiques, et bien que cette localité me soit inconnue, je n'ai aucun doute sur l'identité géologique de ses couches avec celles dont nous venons de parler.

Il est donc établi que toutes ces couches appartiennent au lias inférieur, et ce fait présente un nouvel appui à notre manière d'envisager la dolomie du San Salvatore qui est inférieure à toutes ces couches, comme représentant les terrains triasiques.

Le lias a été reconnu sur le lac de Come dans les couches de Perledo et de Moltrasio par MM. de la Bèche ¹⁾, de Collegno ²⁾ et Pilla ³⁾. On doit probablement aussi y classer les couches fossilifères d'Esino, qui renferment de très belles natices, des troques, une grande mélanie etc., dont MM. Villa à Milan possèdent une collection magnifique et dont j'ai ramassé moi-même une grande quantité.

Quant au calcaire rouge d'Erba dans la Brianza, que les géologues italiens appellent „*calcareo ammonitico rosso*“, il n'y a plus de doute après les recherches de MM. de Buch ⁴⁾, de Collegno ⁵⁾ et Pilla ⁶⁾, qu'il ne représente le Jura supérieur (oxfordien et corallien) ⁷⁾. Il est vrai que M. Coquand a considéré récemment la *calcareo ammonitico rosso* comme faisant partie du lias ⁸⁾. Néanmoins les fossiles d'Erba soigneusement déterminés me portent à considérer la classification faite par les géologues cités comme juste. Du reste il est loin d'être prouvé que tous les calcaires

¹⁾ Coupes et vues géologiques, p. 61.

²⁾ Bulletin de la soc. géol. de France. 2. série, I, 1844. p. 187 et 192.

³⁾ Bulletin de la soc. géol. de France. 2. série, IV, 1847. p. 1065.

⁴⁾ *Atti della sesta riunione degli scienziati italiani. Milano 1844.* p. 579.

⁵⁾ Bulletin de la soc. géol. de France 2. série, II. 1844. p. 60 et 365.

⁶⁾ Notice sur le calcaire rouge ammonitifère de l'Italie. — Bulletin de la soc. géol. 2. serie. N 1847. p. 1062.

⁷⁾ Pour éviter toute confusion je dois rappeler ici que les terrains jurassiques supérieurs de l'Allemagne représentent les étages oxfordiens et coralliens, tandis que dans le Jura suisse c'est le portlandien qui forme l'étage supérieur. Il paraît manquer complètement dans les terrains jurassiques de l'Allemagne. Dans les Alpes du canton de Berne et jusqu'en Savoie on a retrouvé l'étage portlandien dans un grand développement, mais les terrains d'Italie désignés par M. de Buch comme représentant le jura supérieur de l'Allemagne doivent être considérés comme appartenant aux étages oxfordiens et coralliens, conjointement avec le calcaire alpin de Meyringen et de Châtel St. Denis dans le canton de Fribourg. — »Sur les caractères distinctifs des couches jurassiques supérieures dans le midi de l'Europe par M. de Buch.« Bull. de la soc. géol. de France. 2. série. II. 1844. p. 359.

⁸⁾ Bulletin de la soc. géol. de France. 2. série. III. 1846. p. 307.

rouges à ammonites n'appartiennent en Italie qu'à un seul terrain, et il est très possible que le calcaire rouge de la Toscane diffère d'âge de celui de la Lombardie.

Ces couches jurassiques paraissent manquer dans les environs de Mendrisio, où la majolica se trouve immédiatement superposé au marbre d'Arzo.

Terrain crétacé.

Tout près du village d'Arzo on observe la superposition de la majolica au marbre, et celle-là est exploitée dans une petite carrière entre Arzo et Saltrio. C'est une marne blanche à cassure conchoïdale, qui mérite son nom sous tous les points de vue. Des concrétions de silex rouges et grisâtres sont disséminées irrégulièrement dans la masse, et lorsqu'on compare la roche à la faïence, on se rappelle à la vue de ces nodules de silex d'un phénomène qui est bien connu à tous les fabricants de porcelaine. Lorsqu'on laisse séjourner pendant quelque temps le mélange pâteux d'argile et de silice qui sert à la fabrication de la porcelaine, on remarque que l'uniformité du mélange se détruit, et que les parties siliceuses s'agglomèrent pour former des concrétions qui se distinguent de la masse par leur composition chimique.

Cette majolica ne renferme aucune trace de fossiles. Mais des recherches soigneuses faites dans le Vicentin, où ce terrain contient des restes organiques, le rendent extrêmement probable qu'elle représente le néocomien, c'est-à-dire la partie inférieure de la formation crétacée.

Terrains tertiaires.

Les parties supérieures de la formation crétacée sont cachées dans notre contrée par des terrains plus récents. La même chose a lieu en partie pour le terrain nummulitique et le macigno qui représentent dans les Alpes le terrain tertiaire du bassin de Paris. Dans les environs d'Induno près de Varese on trouve le macigno avec les empreintes de plusieurs espèces de Fucus, et dans la Brianza ce terrain est très développé¹⁾, ainsi que le calcaire à nummulites. Dans les environs de Mendrisio elle est couverte d'un grès qui renferme des fossiles tertiaires de la formation subapennine, qui lui-même est recouvert par des conglomérats diluviens qui occupent la plaine lombarde et sur lesquels se trouvent disséminés les grands blocs erratiques.

¹⁾ Memoria geologica sulla Brianza di A. e. S. B. Villa. Milano 1844. p. 30.

Tableau des terrains de sédiment qui occupent le versant méridional des Alpes.

Terrains qui s'observent dans le cadre de notre carte.	Terrains qu'on trouve dans les environs du lac de Come.	Classification.
1) Poudingue et grès rouge du S. Salvatore etc.	Menagio. Val Sassina. }	Trias (bunter Sandstein et Muschelkalk).
2) Dolomie du S. Salvatore etc.	Nobiallo, etc.	
3) Calcaire d'Arzo, Tremona, monte Generoso etc.	Marnes de Moltrasio, Perledo, Esino etc.	Lias.
4)	Calcarea ammonitica rossa d'Erba, Corni di Canzo.	Terrains jurassiques supérieurs.
5) Majolica.		Terrain crétacé inférieur (Néocomien).
6)	Poudingue de Sirone (dans la Brianza) ¹⁾ .	T. crétacé supérieur.
7) Calcaire à nummulites et Macigno.		T. tertiaire inférieur (éocène).
8) Grès à fossiles des collines subapennines.		T. tertiaire supérieur (pliocène).
9) Conglomérat de la plaine.		Diluvium.
10) Blocs erratiques.		Alluvium.

Roches cristallines.

(Granit, porphyre rouge et noir).

Après avoir classé les roches sédimentaires, nous allons jeter un coup-d'œil sur les roches cristallines qui apparaissent au milieu des couches de calcaire et de grès.

Cette formation abnorme a excité l'intérêt des géologues depuis une longue série d'années, et a provoqué des théories ingénieuses combattues et défendues par les géologues les plus habiles. Les roches qui font partie de ces masses cristallines peuvent être classées en trois groupes principaux.

¹⁾ Memoria geologica sulla Brianza di A. e. S. B. Villa. Milano 1844. p. 19

D'abord c'est un beau *granit* à feldspath de couleur de chair. Le quartz s'y trouve très souvent en cristaux isolés, surtout dans les petites cavités qui traversent la roche en une multitude incroyable. Dans ces mêmes cavités le feldspath également forme des petits cristaux très nets. Chaque cristal de feldspath rose est entouré par des cristaux d'albite en forme de paillettes minces et transparentes. Cette disposition des deux espèces de feldspath est assez bizarre et présente l'aspect d'une couche de vernis recouvrant le feldspath à couleur de chair.

Ce granit occupe principalement la partie occidentale de notre formation, c'est-à-dire le grand district depuis le val Sana jusqu'au lac, où il forme encore le pied méridional du San Salvatore entre Carona et Morcote.

Le *porphyre rouge* est composé d'une base feldspathique d'un rouge foncé, dans laquelle sont disséminés des cristaux de quartz et plus rarement des parties cristallisées de feldspath. Ce porphyre n'a pas une étendue considérable. La plus grande partie est située entre Melano et Capolago, une petite partie se trouve au pied méridional du San Salvatore près de Melide. — Je ne connais aucune localité qui pourrait nous éclaircir sur les rapports qui existent entre cette roche et le granit, mais le porphyre rouge paraît être intimement lié au *porphyre noir* ou *mélaphyre* de M. de Buch¹⁾.

Cette dernière roche se distingue par la couleur foncée de la base qui tantôt est d'un vert noirâtre tantôt d'un brun rougeâtre. Le quartz ne s'y trouve pas à l'état cristallisé, mais on peut y distinguer de petits cristaux feldspathiques que M. de Buch a déterminés comme albite. On y trouve près de Rovio des veinules de spath brunissant et dans les environs de Carona ainsi qu'entre Porto et Brusinarsizio des veines de sulfate de baryte.

Plusieurs localités témoignent pour l'intime liaison qui existe entre le porphyre rouge et noir. En suivant depuis la grande route de Lugano à Capolago, le petit ruisseau de Sovaja qui prend sa source au pied occidental du monte Generoso près de Rovio, et qui se jette dans le lac entre Maroggio et Melano, on reste pen-

¹⁾ M. de Buch désigne le porphyre foncé comme porphyre pyroxénique, en présumant la base de cette roche comme étant composée principalement par ce minéral. Cette définition est fondée sur de petites écailles d'un vert foncé qu'il a trouvées dans le porphyre de Bissone, et qu'il a reconnues comme pyroxène. (Annales des sciences naturelles. X. 1827. p. 200.) Or il faut avouer que ces cristaux que d'ailleurs on n'a pas retrouvés à d'autres localités, sont trop problématiques pour attribuer sans réserve à une formation le nom d'une roche qu'on est habituée à voir caractérisée par la multitude des plus beaux cristaux de pyroxène. Il me paraît préférable de désigner notre roche par le nom général de „porphyre noir“, pour la distinguer du porphyre rouge à cristaux de quartz.

dant une demi-lieue dans les roches porphyriques. Ici les deux espèces de porphyre sont mélangées de sorte qu'à certains endroits le porphyre noir forme des filons très nets dans le rouge, à d'autres endroits les deux porphyres se pénètrent réciproquement sans qu'on puisse décider laquelle de ces deux roches soit antérieure à l'autre. — En voyant ces phénomènes, on ne peut se défaire de l'idée de la simultanéité de la formation des deux porphyres. — En suivant la grande route entre Maroggia et Bissone, on se trouve au milieu du porphyre noir; mais près de la chapelle de San Carlo on est frappé de voir tout d'un coup une grande masse de porphyre rouge intercalée dans le porphyre noir. Il est impossible de distinguer si le porphyre rouge forme un grand filon dans le porphyre noir, ou bien si ce n'est qu'un bloc énorme empâté dans la roche noire. — Ce même phénomène s'observe entre le porphyre noir et le granit sur la route de Cassina rasa à Brinzio à l'est de Sta. Maria del monte, et se répète dans le Val Sana vis-à-vis du petit lac de Ghirla.

Enfin je dois mentionner ici le rapport singulier qui existe entre le micaschiste et le porphyre et que l'on observe sur la route qui longe le lac entre Morcote et Melide, ainsi que sur la rive opposée entre Porto et Brusinarsizio au pied NO du Monte S. Giorgio. — C'est un véritable chaos de porphyre et de micaschiste. Les couches de cette roche sont presque verticales, mais accidentées de toute manière. Le porphyre tantôt est intercalé en forme de filons de 20 à 400 pieds d'épaisseur, tantôt il affecte une espèce de stratification dans une direction conforme à celle du micaschiste. Il y a des endroits où le porphyre renferme de grands cristaux de feldspath et de quartz, à d'autres places ce n'est qu'une masse d'un vert foncé sans qu'on puisse y distinguer un cristal quelconque. Enfin, pour combler la confusion, il y a des parties que l'on n'est pas à même de distinguer du granit rouge. En un mot, c'est une de ces localités où la nature paraît se moquer des systèmes soigneusement couvés par les géologues, mais en renversant toute classification, cette localité n'est pas moins importante en ce qu'elle pose une barrière aux subdivisions trop artificielles. Une course dans cette partie du lac nous laisse l'impression la plus profonde de l'impossibilité de séparer les diverses roches cristallines citées dans ce mémoire sous le point de vue de la part qu'elles ont prises aux grands phénomènes géologiques.

Rôle des roches cristallines dans la géologie de notre contrée.

Disons maintenant quelques mots sur le côté que ces roches cristallines ont joué dans les catastrophes géologiques qui ont eu lieu dans notre pays.

M. de Buch en parlant de nos porphyres s'exprime dans ces termes : „c'est l'effet de soulèvement de toute la chaîne des Alpes sur une fente immense à travers les couches secondaires“. — Cette idée s'empare de notre esprit quand nous contemplons la contrée du haut d'une des montagnes dominantes. Depuis la cime du San Salvatore, et mieux encore depuis celle du monte Generoso on voit à ses pieds une grande masse de roches cristallines formant une série de collines entre le San Salvatore et le San Giorgio et s'étendant vers l'ouest depuis le Generoso jusqu'au Sacro monte di Varese. Les collines composées par ces roches cristallines se distinguent nettement des montagnes calcareuses par leurs formes arrondies et la couleur brune et rougeâtre de leurs pentes, dont le pied est presque toujours couvert, de détrit. Autour de cette masse cristalline s'élèvent les hautes montagnes de calcaire et de dolomie qui encadrent comme une couronne tout le relief. Les couches du calcaire s'inclinent partout dans une direction opposée à ce centre de roches cristallines, et leur présentent des escarpements presque verticaux¹⁾. C'est une grande voûte soulevée d'abord par une force centrale, et percée ensuite par les diverses roches cristallines que nous avons signalées sous les noms de granit et de porphyre.

Liaison de la dolomie avec les roches cristallines.

Il est vrai que le San Salvatore ainsi que le monte Giorgio et la montagne de Sta. Maria del monte, qui se trouvent tous dans le voisinage immédiat du porphyre noir, sont composés d'une dolomie parfaite. Il est vrai qu'un lambeau de calcaire étant enclavé dans le porphyre au milieu de la montagne qui est située entre Fabbiasco et Marchirolo, est la dolomie la plus prononcée. Mais si ces faits paraissent favorables à la théorie qui explique la formation de la dolomie par l'influence des roches pyroxéniques sur le calcaire, on rencontre aussi des calcaires exempts de magnésie en contact immédiat avec le porphyre.

Dans le ravin de Sovaja, qui a déjà été cité p. 11 pour les rapports intéressants qui y existent entre les deux espèces de porphyre, le porphyre noir s'adosse immédiatement au calcaire du pied oriental du Generoso. Le contact de ces deux formations s'observe près de la cascade du petit ruisseau de Sovaja, et l'on peut se persuader que ni les couches qui touchent immédiatement au porphyre noir, ni aucune autre partie de cette grande montagne calcareuse sont dolomitiques. La même chose

¹⁾ Voir la carte et les coupes jointes à ce mémoire.

se répète au nord de Bissonne près de Campione, où le calcaire, bien qu'il soit en contact avec le porphyre noir, ne renferme pas de magnésie.

D'autre part nous connaissons des montagnes dolomitiques étrangères à toute influence qu'y aurait pu exercer le porphyre noir. L'indépendance de ces deux roches est déjà prouvée par le fait général de l'apparition isolée du porphyre noir, lequel ne dépasse pas les environs du lac de Lugano, tandis que les formations dolomitiques occupent des étendues considérables dans toute la chaîne des Alpes. Je me bornerai à citer ici quelques exemples qui s'observent dans les limites de notre pays. Lorsqu'on traverse la chaîne des montagnes qui séparent le val Gana de la vallée de Porto, on observe sur le granit une couche de grès à gros cailloux de quartz; ce grès est recouvert par la plus belle dolomie identique avec celle du San Salvatore. Cependant sur la montagne du val Gana c'est le granit qui forme la base de la dolomie et non pas le porphyre noir. Les géologues partisans de l'idée de l'intime liaison des roches cristallines et de la dolomie, expliqueront ce fait en disant que le granit joue le même rôle envers la dolomie que le porphyre noir. Soit, mais passons un peu plus loin à un endroit où nous sommes hors de l'action des porphyres et des granits. Les montagnes qui s'élèvent sur la rive droite du lac de Come au-dessus de la Cadenabbia, sont formées à leur base par une dolomie cristalline et l'on observe près de Nobiallo la dolomie la plus parfaite reposant sur le grès rouge absolument comme au S. Salvatore. Il n'y a pas de doute qu'il faut regarder cette dolomie du lac de Come comme formant la continuation de celle du lac de Lugano. Tout se présente de la même manière, sauf le porphyre qui manque complètement, au lac de Come. On retrouve cette dolomie superposée immédiatement au grès, à la rive opposée du lac dans les environs de Varenna. Je l'ai reconnue dans la vallée de Brembana dans une position analogue, et il n'y a pas de doute que la dolomie de la vallée de Trompia qui renferme les fossiles cités plus haut (p. 3) appartienne à la même zone géologique. Les dolomies enfin de la vallée de l'Adige près de Bolzano se représentent encore dans cette même position relativement au grès.

Loin donc d'être réduite à une localité restreinte, la dolomie du San Salvatore paraît appartenir à une grande formation dolomitique qui longe le versant méridional de la chaîne des Alpes et qui, à juger d'après le peu de fossiles cités, représente peut-être le calcaire coquillier dans cette contrée ¹⁾. L'indépendance de la formation

¹⁾ Il n'y a pas de doute que des couches dolomitiques se rencontrent aussi en d'autres terrains, car c'est un phénomène général qui est indépendant de l'âge. Ainsi, il est prouvé que beaucoup de montagnes dolomitiques des Alpes appartiennent aux terrains jurassiques, etc.

de la dolomie et de l'apparition du poryphyre noir une fois reconnue, il n'est pas étonnant que le pied occidental du M. Generoso ne soit pas dolomitique, car le calcaire de cette montagne fait partie d'une formation supérieure, comme il a été démontré plus haut (p. 7) par les fossiles qu'il renferme.

Structure de la dolomie.

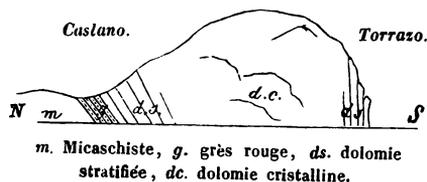
Les géologues qui présumaient une liaison entre la dolomie et l'apparition des roches cristallines, telles que le porphyre, etc., étaient évidemment conduits à cette idée par l'absence de la stratification et par le caractère cristallin que l'on observe en plusieurs endroits dans notre roche et que l'on est habitué à trouver dans les couches métamorphosées par quelque action secondaire. Aux endroits où la dolomie est complètement cristalline, elle paraît avoir subi une augmentation de volume. Les parties cristallines forment des élévations étonnantes et lorsqu'elles sont couvertes par d'autres formations de sédiment, la position des couches de celles-ci indique un soulèvement tout comme s'il était résulté de l'action d'un granit ou d'un porphyre.

Ainsi les couches du calcaire jurassique qui composent le monte Crocione au-dessus de Tremezzo sur la rive droite du lac de Come, paraissent être soulevées par quelque roche cristalline qui apparaît au pied de cette montagne. Mais en examinant de près cette roche, on y reconnaît notre dolomie cristalline qui s'étend de Tremezzo jusqu'à Nobiallo.

Je citerai encore un exemple fort curieux d'une augmentation de volume observée à l'endroit où la dolomie devient cristalline. En suivant depuis Roveredo dans la vallée de l'Adige la route de Val Arsa, la montagne qui reste à gauche est d'abord composée par la „calcareo ammonitica“ ; dont les couches s'inclinent vers l'ouest. Ces couches reposent sur des couches dolomitiques qui à l'entrée de la vallée sont stratifiées comme les autres couches de sédiment. Mais lorsqu'on s'enfonce davantage dans la vallée, on voit la dolomie perdre sa stratification, et des rhomboèdres distincts de dolomie apparaissent dans une multitude de petites fentes, en même temps que *la montagne s'élève de plusieurs milliers de pieds* et se présente ainsi comme centre de soulèvement pour les couches du calcaire ammonitifère de Roveredo.

Un autre fait, peut-être encore plus frappant, qui nous prouve cette augmentation de volume de la dolomie quand elle perd sa stratification, s'observe dans le cadre de notre carte à la colline de Caslano vis-à-vis de Ponte-Tresa. Cette colline forme

un promontoire d'un quart de lieue dans le lac de Lugano et, vue depuis l'ouest du côté de Ponte-Tresa, elle présente un éventail complet de dolomie. Au nord les



couches de la dolomie superposées au grès sont stratifiées et s'inclinent vers le midi. Au centre de la colline la dolomie est cristalline et n'indique aucune trace de stratification, mais à l'extrémité méridionale elle reprend sa stratification qui à cet endroit est à-peu-près verticale. Près de Torrazo vis-à-vis du village milanais de Lavena la

stratification est si prononcée que les couches sont séparées par des vides, qui donnent lieu à des courants d'air et présentent ainsi un emplacement fort avantageux pour la construction de caves, où les habitants de Ponte-Tresa conservent leur vin à la fraîche. Je défie tous les géologues d'expliquer cette disposition remarquable de la dolomie d'une autre manière qu'en admettant un changement de volume subi par la masse de la dolomie qui occupe le centre de la colline et qui est devenue cristalline.

Il faut appuyer sur le fait que la composition chimique de la dolomie stratifiée ne diffère pas de celle de la dolomie cristalline. Il y a plus de vingt ans que déjà mon père analysa la dolomie stratifiée qui au pied du San Salvatore, près de la chapelle de San Martino, repose sur le grès rouge, ainsi que la dolomie cristalline qui est sans stratification et qui se trouve à quelques pas de distance de la première¹⁾. Leur composition est ainsi qu'il suit :

	Dolomie stratifiée.	Dolomie cristalline.
Carbonate de chaux	57,4	56,4
Carbonate de magnésie	40,4	41,3
Silice et oxyde de fer	0,6	0,6
	98,4	98,3

J'ai répété cette analyse sur des échantillons choisis avec soin dans la même localité, et je suis parvenu à ce même résultat de *l'identité complète de deux espèces de dolomie*.

Dans la question de la dolomie il y a deux choses à observer, d'abord la première formation de la dolomie stratifiée, c'est-à-dire le dépôt de la matière chimique de carbonate de chaux et de magnésie, ensuite la transformation de la dolomie stratifiée dans l'état cristallin. Quant à la première partie de la question, il y a des géo-

¹⁾ v. Leonhard. Zeitschrift für Mineralogie I. 1827, p. 149.

logues qui admettent une transformation du calcaire ordinaire en dolomie, en ce que le premier aurait été imprégné par du carbonate de magnésie soit à la suite d'actions volcaniques (théorie de M. de Buch), soit par des échanges chimiques qui auraient eu lieu entre le carbonate de chaux et des solutions aqueuses de sels magnésiens. Des expériences exécutées par M. de Morlot¹⁾ prouvent en effet qu'à une température de 200 degrés une solution de sulfate de magnésie mise en contact avec le carbonate de chaux dans un tube de verre scellé aux deux bouts, réagit de telle manière qu'il en provient une double décomposition et la formation de carbonate de chaux et de magnésie et du sulfate de chaux. Or il ne reste plus qu'à éliminer par une expérience quelconque la température élevée pour pouvoir appliquer ce résultat intéressant à la production de la dolomie dans la nature. C'est dans le fait ce qui a été exécuté par M. Vicat déjà en 1843, qui fit l'observation que la chaux hydraulique immergée dans l'eau de mer se transformât en dolomie au bout de quelques jours. La comparaison de l'analyse chimique de la substance fraîche et de celle qui avait été exposée à l'action de l'eau de mer, prouve que cette formation de dolomie avait lieu à la suite du remplacement d'une partie de la chaux par la magnésie contenue en forme de sels dans l'eau²⁾.

D'autres géologues regardent la dolomie comme étant déposée dans le fond d'une mer de la même manière que le calcaire s'est formé. Il se pourrait que dans certaines circonstances dans une mer qui renferme des sels de magnésie, un précipité se formât qui au lieu d'être composé de carbonate de chaux pur, renfermât une combinaison de celle-ci avec du carbonate de magnésie. Les géologues qui partagent cette idée fondent leur manière de voir sur la présence de fossiles dans les couches dolomitiques, dont l'état de parfaite conservation ne serait guère explicable si des actions chimiques avaient transformé la roche après son dépôt.

Depuis que la question de la dolomie s'est présentée aux géologues, ceux-ci se sont presque exclusivement occupés des théories de la production de la dolomie, et on a négligé la seconde partie de la question signalée plus haut, qui demande la raison du fait qu'à certains endroits la dolomie stratifiée passe subitement à l'état cristallin. Pour l'explication de ce fait nous aurons recours à la physique.

Tout le monde sait qu'on n'a qu'à exposer le verre ordinaire pendant quelque

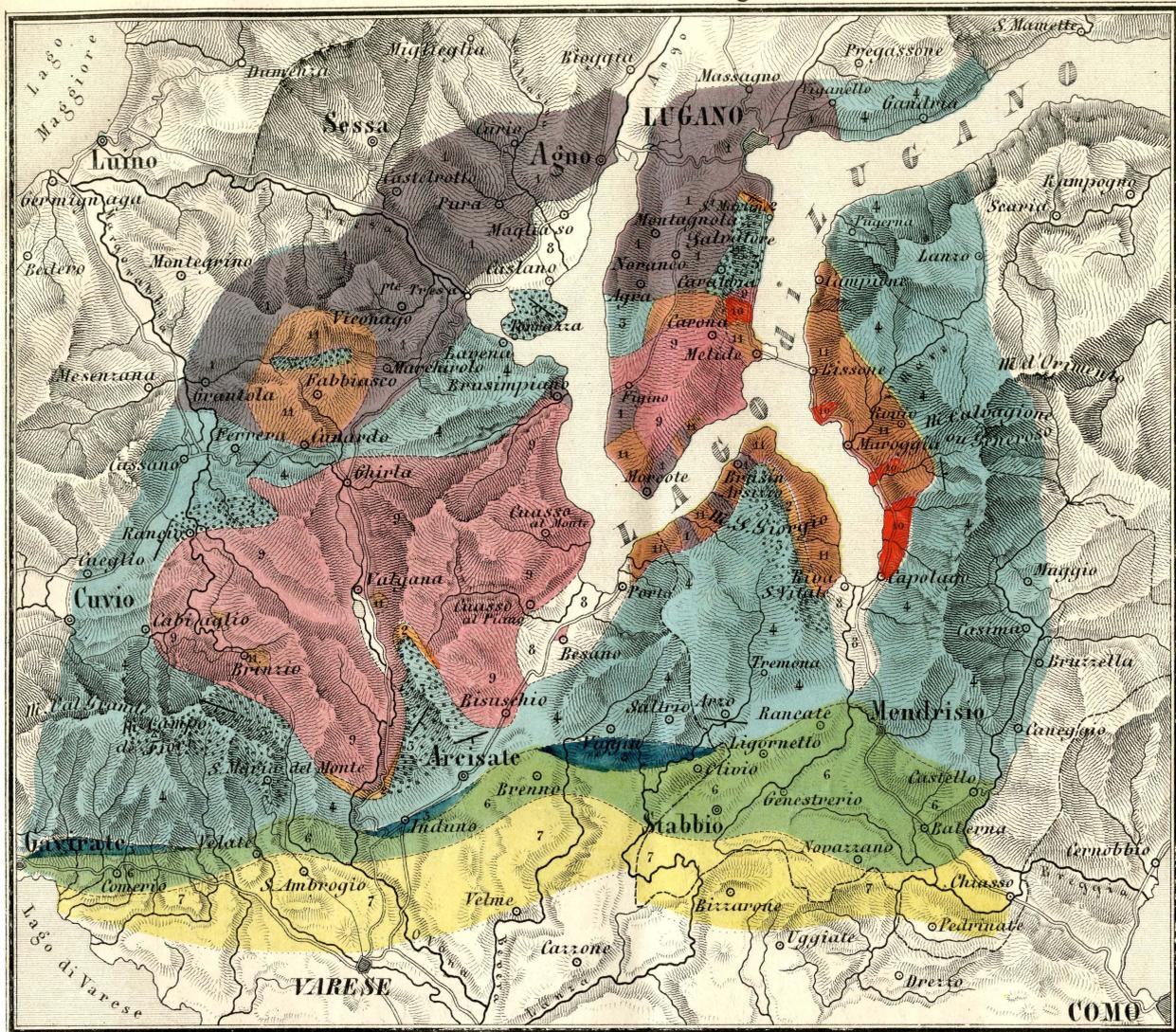
¹⁾ Compte rendu de l'Académie des sciences. Mars 1848. Archives des sciences physiques et naturelles. Genève. VII. 1848. p. 324.

²⁾ Institut. Vol. XI. 1843. p. 128 et 309.

temps à une température un peu élevée pour qu'il devienne complètement opaque, c'est-à-dire pour que de l'état amorphe qu'il présente lorsqu'il est transparent, il passe à l'état cristallin, cette opacité provenant de petits cristaux qui se forment dans l'intérieur de la masse. — Le sucre amorphe qu'on appelle vulgairement „sucre d'orge“ et qui est complètement transparent lorsqu'il est frais, devient opaque quelques fois déjà au bout de peu de jours par une transition analogue de l'état amorphe à l'état cristallin, sans que pour ce corps une élévation sensible de la température soit exigée. Le même phénomène s'observe dans l'acide arsénieux, ainsi que dans d'autres substances qui peuvent être obtenus dans les deux états. Eh bien, pourquoi dans la nature la même chose ne se produirait pas d'une manière analogue? pourquoi dans les ères géologiques un sédiment amorphe de carbonate de chaux et de magnésie ne pourrait-il pas peu à peu changer son groupement des atômes pour se transformer en roche cristalline, sans avoir recours à des révolutions extraordinaires?



CARTE GEOLOGIQUE des environs du lac de Lugano.

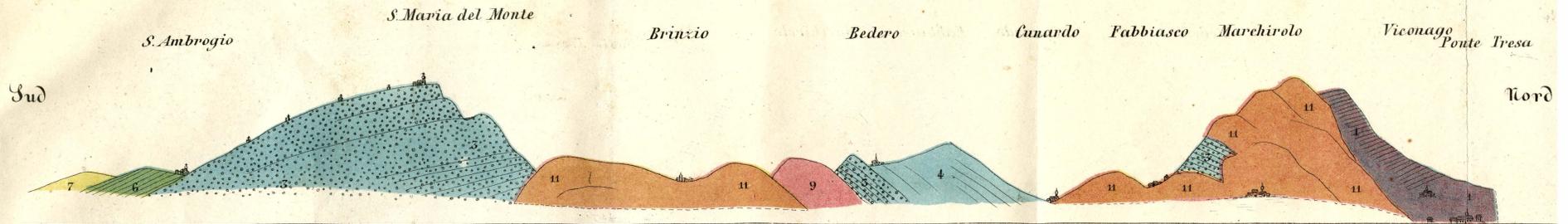


topogr. Anstalt v. J. Wurster u. Comp. in Winterthur.

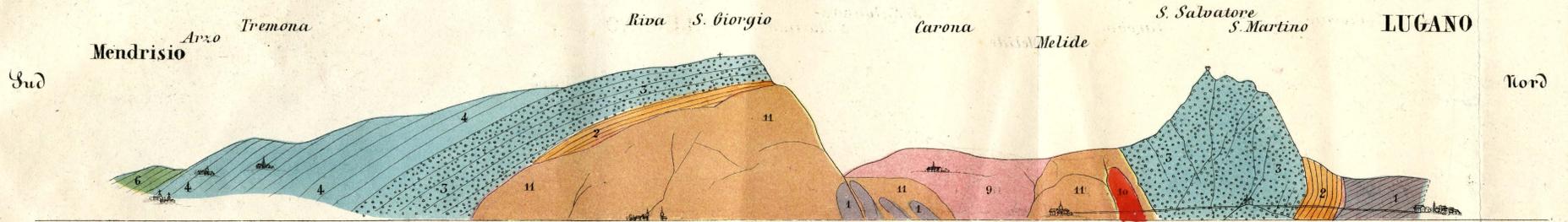
Explication des couleurs.

<p>1 Micaschiste</p> <p>2 Grès rouge</p> <p>3 Dolomie</p> <p>4 Calcaire liasique et jurassique</p>	<p>5 Majolica (Néocomien)</p> <p>6 Terrains tertiaires anciens (Macigno et formation nummulitique)</p> <p>7 Terrains tertiaires modernes (formation subapennine)</p> <p>8 Alluvions</p>	<p>9 Granite</p> <p>10 Porphyre rouge</p> <p>11 Porphyre noir</p> <p>— Direction des couches</p> <p>— Inclinaison des couches</p>
--	---	---

Coupe géologique de Varese à Ponte Tresa



de Mendrisio à Lugano



de Ponte Tresa au Monte Generoso.

