

II. Les impétrans tiendront leurs usines en activité constante, et ne les laisseront pas chômer sans causes légitimes reconnues par l'administration.

III. Ils ne pourront augmenter ni transporter ailleurs leurs usines, ou apporter aucun changement au niveau actuel du cours d'eau, aux canaux, vannes ou déversoirs, sans avoir obtenu à cet effet une autorisation spéciale du gouvernement, dans les formes voulues par la loi.

IV. Les impétrans n'auront droit à aucune indemnité, dans le cas où, pour un objet d'utilité publique, le gouvernement viendrait à opérer sur le cours d'eau des changemens qui occasionneraient des dommages à leurs usines.

V. Conformément à l'article 36 de l'acte du gouvernement, du 18 novembre 1810, les impétrans fourniront au préfet tous les ans, et au directeur-général des ponts et chaussées et des mines, chaque fois qu'il en fera la demande, des états certifiés des matériaux employés, des produits fabriqués et des ouvriers employés dans leurs usines.

VI. Ils se conformeront aux lois et réglemens existans, ou à intervenir, sur le fait des mines et usines, aux instructions qui leur seront données par l'administration des Mines, sur tout ce qui concerne l'exécution de ces lois et réglemens, et au cahier des charges.

VII. Ils paieront, conformément à l'article 75 de la loi du 31 avril 1810, à titre de taxe fixe, et pour une fois seulement, entre les mains du receveur de l'arrondissement, savoir :

Le sieur Antoine Grasset, cent cinquante francs;

Le sieur Roget, soixante-quinze francs;

Le sieur Milan, soixante francs;

Le sieur Blanchin, cinquante francs;

Le sieur Antoine Fournier, cinquante francs;

Le sieur Alczina, cinquante francs;

Et les sieurs Alczina et Claude Grasset, pour l'usine qu'ils possèdent en commun, cinquante francs.

La dame veuve Plançon, les sieurs François Fournier, Morel et Péroux, et le sieur Diday, vu le peu d'importance de leurs établissemens, et à ce titre, sont dispensés de la taxe fixe qu'en leur qualité de propriétaires d'usines, ils seraient, aux termes de l'article 75 précité, tenus de payer au gouvernement.

VIII. Nos ministres secrétaires d'état de l'intérieur et des finances sont chargés de l'exécution de la présente ordonnance, qui sera insérée au Bulletin des Lois.

OBSERVATIONS

SUR

LES TERRAINS DE GYPSE ANCIEN

Qui se rencontrent dans les Alpes, particulièrement sur ceux qui sont regardés comme primitifs; précédées de nouveaux faits relatifs aux terrains de transition de cette chaîne;

PAR M. BROCHANT DE VILLIERS, Ingénieur en chef
au Corps royal des Mines.

Lu à l'Académie royale des Sciences le 11 mars 1816.

DEPUIS que M. Werner a, le premier, fixé l'attention des minéralogistes sur les différentes espèces de terrains, ou sur ce qu'il appelle les *formations*, et a commencé à en assigner les principaux caractères, la géologie est devenue une science nouvelle, les observations ont pris une marche régulière qu'elles n'avaient jamais eue, et leurs résultats, même ceux qui sont encore incertains, ont été d'une grande utilité, soit pour la recherche et l'exploitation des mines, soit pour les grandes considérations géologiques.

On ne peut néanmoins se dissimuler qu'on ne rencontre encore de grandes difficultés dans la fixation des différentes espèces de terrains; on a souvent reconnu que l'on avait trop généralisé des observations particulières à une contrée: aussi les *formations* tracées dans l'origine par M. Werner ont-elles été depuis modifiées, soit

par lui-même, soit par ses nombreux élèves, parmi lesquels on compte les plus illustres géologues, soit enfin par d'autres observateurs.

Dans ces dernières années, l'attention que l'on a portée sur les coquillages, et en général sur les débris de corps organisés fossiles, et le soin que l'on a mis à en déterminer plus rigoureusement qu'on ne l'avait encore fait les genres et les espèces, ont ouvert une nouvelle source extrêmement féconde d'observations exactes sur les terrains secondaires, et on a lieu d'espérer que ces dépouilles d'animaux et de végétaux pourront, par la suite, fournir aux géologues des caractères certains, pour distinguer les différentes formations de cette classe de terrains.

On s'est moins occupé, depuis quelque temps, des terrains primitifs, ou plutôt les observations nouvelles que l'on a faites sur cette classe de terrains si importante, par les minéraux utiles qu'elle contient, ont présenté, moins des résultats nouveaux positifs, que des doutes sur quelques-unes des formations dans lesquelles on avait cru d'abord pouvoir la partager.

Enfin, cette autre classe intermédiaire, si heureusement imaginée par M. Werner, pour réunir et isoler des autres ces terrains qui, portant déjà le caractère essentiel des secondaires (la présence des corps organisés), conservent néanmoins, dans les minéraux et les roches qui les composent, et aussi par leur position géologique, tant de rapports avec les primitifs, *les terrains de transition* en un mot, ont été l'objet d'un grand nombre de recherches.

Sans modifier d'une manière notable les principaux caractères qu'on leur avait d'abord at-

tribués, on a fait voir qu'ils renfermaient un plus grand nombre d'éléments qu'on ne l'avait cru; on y a reconnu des roches que leur structure, éminemment cristalline, avait jusque-là fait regarder comme exclusivement primitives; et généralement on a beaucoup étendu leur domaine.

MM. De Buch, Haussmann, Brongniart, Omalius, Raumer, Bonnard, sont les principaux naturalistes dont les observations ont éclairé cette partie importante de la géologie.

Dans le même temps, et avant que leurs premières observations fussent connues, j'ai eu aussi l'avantage de pouvoir me livrer à ce genre de recherche, et dans un mémoire que j'ai eu l'honneur de lire à la classe des sciences de l'Institut en 1807 (1), j'ai fait voir que dans la chaîne des Alpes, et principalement dans cette partie de la Savoie, qui porte le nom de comté de *Tarentaise*, il existe beaucoup de terrains de transition, qui présentent des caractères assez différens de ceux que l'on avait observés jusque-là en Allemagne et ailleurs, et notamment en ce qu'ils renferment un plus grand nombre de roches, rangées jusqu'ici exclusivement dans les terrains primitifs.

Tous les voyages que j'ai faits depuis dans le même pays, où mes fonctions m'appelaient alors chaque année, n'ont fait que me confirmer dans mes premières idées, et j'ai eu la satisfaction de les voir approuver par M. De Buch qui a visité cette contrée, et aussi par M. Omalius de

(1) Ce mémoire est inséré dans le *Journal des Mines*, tome XXIII, n°. 137, page 321.

Halloy, qui m'a paru même porté à étendre les limites du terrain de transition bien plus que je n'avais cru pouvoir le faire.

C'est encore dans ces terrains de transition que j'ai observé les gypses anciens, qui sont l'objet principal de ce mémoire.

Mais avant de commencer leur description, et d'exposer les idées que j'ai prises de leur gisement, il est nécessaire que je rappelle ici brièvement les principaux caractères que j'avais assignés à ces terrains de transition. Ce résumé servira à faire mieux concevoir la position géologique des gypses, et en outre il me fournira l'occasion de faire connaître une dernière preuve caractéristique et décisive, qui range définitivement tous ces terrains parmi ceux de transition, preuve qui m'avait manqué jusqu'à présent.

1. *Preuve nouvelle, relative au terrain de transition des Alpes.*

Malgré les témoignages d'approbation que mes idées avaient reçus de la part de plusieurs géologues célèbres, j'avais rencontré également des minéralogistes très-instruits, qui, sans attaquer ouvertement mes conclusions, les regardaient comme encore douteuses. Ils se fondaient principalement sur l'absence totale des débris des corps organisés dans les couches calcaires, saccharoïdes et compactes, qui composent une partie considérable de ce terrain de transition.

Pour bien apprécier la valeur de cette objection, je rappellerai ici, en peu de mots, le

raisonnement qui m'avait conduit à mes conclusions.

Je faisais voir que toutes les roches de la tarentaise étaient subordonnées à deux principales, les calcaires, et les poudingues renfermant de l'anthracite; que, par conséquent, il n'y avait dans cette contrée que deux terrains, le terrain calcaire et le terrain à anthracite.

Ce dernier, renfermant des poudingues, dont la structure arénacée était évidente, et en même temps (dans le voisinage de l'anthracite) des empreintes végétales déterminées, était incontestablement de la classe des terrains de transition.

Le terrain calcaire ne présentait pas des preuves aussi directes. J'y avais bien observé des poudingues calcaires, mais leur structure arénacée n'était pas facile à constater; dans un petit nombre, il est vrai, elle m'avait paru évidente, et ils avaient été reconnus, comme poudingues, par beaucoup de minéralogistes auxquels je les avais montrés; mais les autres étaient regardés comme très-douteux: du reste je n'avais pu réussir à trouver, ni dans ce poudingue, ni dans aucune roche calcaire saccharoïde ou compacte de la même contrée, la moindre trace de corps organisés.

Il est vrai que je pouvais réellement me passer de ce caractère décisif; d'abord le calcaire avait beaucoup de ressemblances minéralogiques et géologiques avec les calcaires de transition, bien reconnus, observés dans d'autres contrées; ce qui pouvait déjà me faire au moins conjecturer leur identité; mais, ce qui était bien plus positif, j'avais à produire un grand nombre de preuves

d'alternatives bien prononcées entre le terrain calcaire et le terrain d'anhracite. J'étais donc fondé à conclure que l'un et l'autre appartenaient à une même formation, à celle des terrains de transition.

Ma preuve principale, relative au terrain calcaire, était donc son alternative avec le terrain à anhracite.

Cependant ces alternatives, quoique incontestables, n'étaient pas appuyées sur des exemples assez évidens et assez faciles à observer promptement, pour que les minéralogistes, qui ne faisaient que traverser la contrée, pussent la vérifier. Je désirais donc vivement pouvoir découvrir, dans les calcaires, quelques débris de corps organisés, pour ajouter cette dernière preuve à mes conclusions, sur lesquelles je n'avais cependant aucune espèce de doute. J'en étais sans cesse occupé, et je ne pouvais pas voir dans les collections ces calcaires des Pyrénées, du Harz et autres, si remplis de corps marins, et d'ailleurs si semblables à mes calcaires de transition, sans éprouver un véritable sentiment de peine.

Malheureusement les recherches réitérées que j'ai faites chaque année, toutes celles que j'ai fait faire, jusqu'en 1814, par les élèves des mines, alors stationnés dans le pays, ont été entièrement infructueuses. Je me suis, il est vrai, procuré à Chamouni, en 1809, des coquillages dans un calcaire assez analogue à plusieurs des calcaires de la Tarentaise. Ils provenaient des montagnes au-dessus de Martigny et Saint-Maurice; mais on ne put m'indiquer assez le lieu pour que je pusse aller le vérifier : d'ailleurs

je savais que le calcaire alpin existait de ce côté, et le calcaire adhérent à ces coquilles se rapprochait assez des calcaires alpins; en sorte que je pensai que ce fait ne pouvait rien prouver en faveur de l'existence des corps marins dans mes calcaires de transition.

Les changemens dans les limites de la France m'ayant ôté la facilité d'un séjour prolongé dans la Tarentaise, j'avais perdu tout espoir de réussir dans mes recherches; j'étais loin de prévoir que ce bonheur m'était réservé à Paris.

En examinant avec M. Leman différentes variétés de marbres polis, celui connu sous le nom de *Brèche tarentaise* nous passa sous les yeux; M. Leman me dit qu'il connaissait, à Paris, une belle table de ce marbre, renfermant vers son milieu une coquille fossile. Il ignorait que cette roche calcaire saccharoïde était située au milieu même de la contrée où j'ai décrit des terrains de transition, et qu'elle en fait essentiellement partie, comme je l'ai prouvé ailleurs.

J'avais visité vingt fois la carrière qui n'est pas en activité aujourd'hui, mais qui est toute couverte de blocs prêts à être sciés; j'avais examiné avec soin la roche en place, et tout le terrain environnant; tous mes élèves avaient été sur les lieux; j'avais vu dans la Savoie un grand nombre de cheminées et tables de ce marbre; il me paraissait donc bien extraordinaire de ne pas y avoir observé de coquilles, s'il était vrai qu'il en renfermât.

J'allai sur-le-champ voir cette table de marbre, et il ne me fut pas difficile de me convaincre au premier coup d'œil de la présence d'une coquille,

puisque son diamètre moyen est de seize centimètres, et en même temps de reconnaître, avec certitude, que le marbre qui la renferme était bien de la brèche tarentaise provenant de la carrière de Villette, entre Moutiers et Saint-Maurice, ce marbre étant totalement différent de tous les marbres connus en Europe.

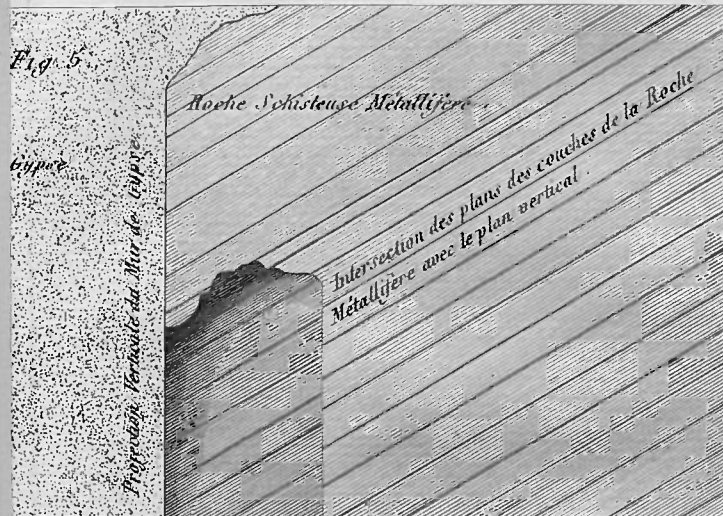
Plusieurs personnes ont été voir cette table, et ont reconnu, comme moi, la nature du marbre et l'existence de la coquille. Ses caractères paraissent la rapprocher davantage des nautilus que des ammonites; cependant plusieurs conchyliologistes très-exercés n'ont osé décider la question: au surplus, cette détermination est tout-à-fait indifférente à mon sujet actuel.

La figure ci-jointe (*planche V, figure 1*) est la coupe de cette coquille, telle qu'elle se présente à la surface du marbre. Ses dimensions, en longueur et en largeur, sont réduites au quart. Les portions de spire, tracées en points, indiquent qu'elles sont moins visibles et presque masquées par la couleur foncée du calcaire. On voit au milieu des cloisons de la coquille, des noyaux calcaires analogues à ceux qui remplissent ce marbre et le font rechercher.

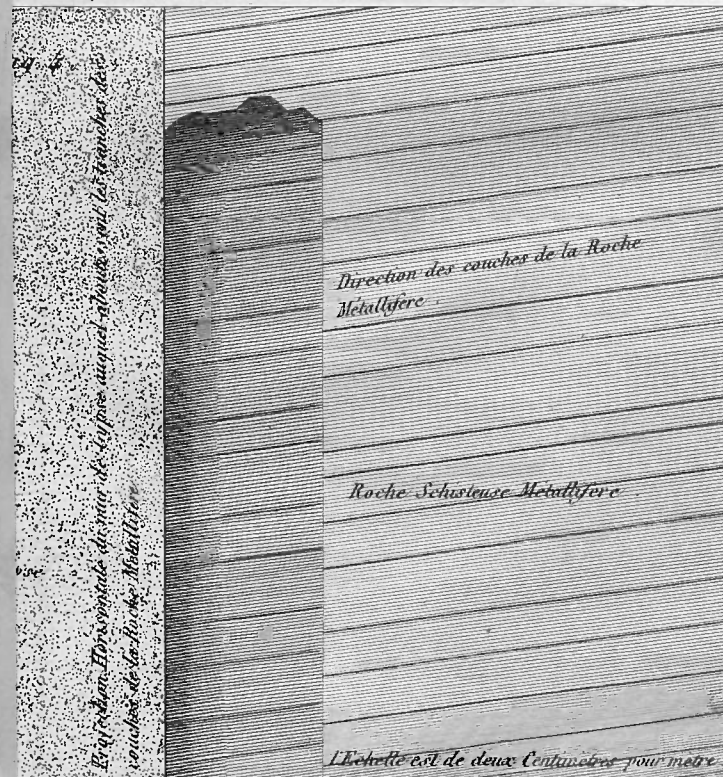
J'ai donc la satisfaction de pouvoir présenter aujourd'hui une preuve décisive de mes conclusions sur les terrains calcaires de transition de la Tarentaise et autres montagnes environnantes, et, par une circonstance heureuse, de l'offrir dans la seule roche de cette contrée qui soit bien connue à Paris.

Qu'il me soit permis de faire ici une remarque, à l'avantage de la géologie, qui a été si long-temps attaquée, et avec quelque apparence de raison,

type de la Galerie N° 5 et de la Roche environnante

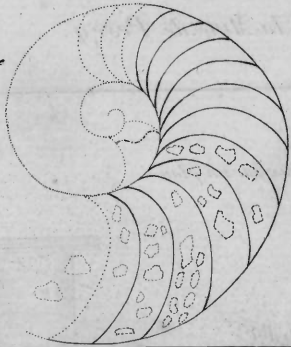


en d'une partie de la Galerie N° 5 et de la Roche environnante



Coquille fossile observée dans une table polie du marbre connu sous le nom de Breche tarentaise (réduite au quart)

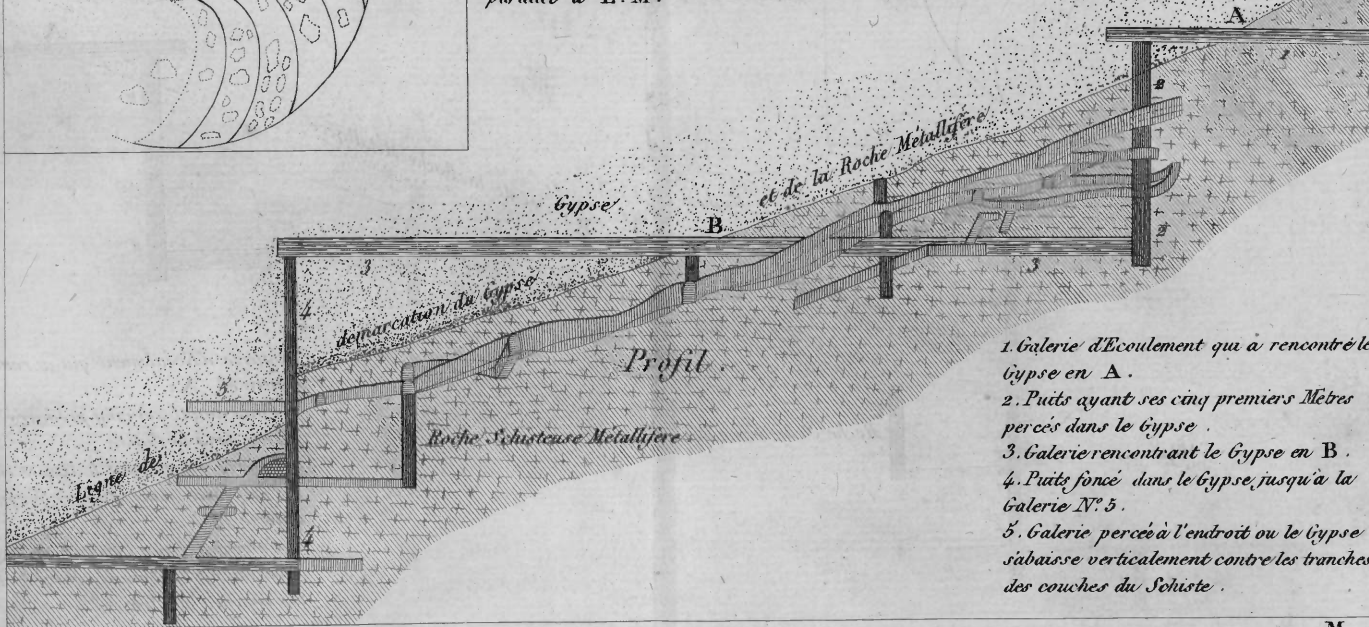
Fig. 1^{re}



Plan et Profil
des travaux inférieurs de la Mine de Pesey.

Fig. 3.

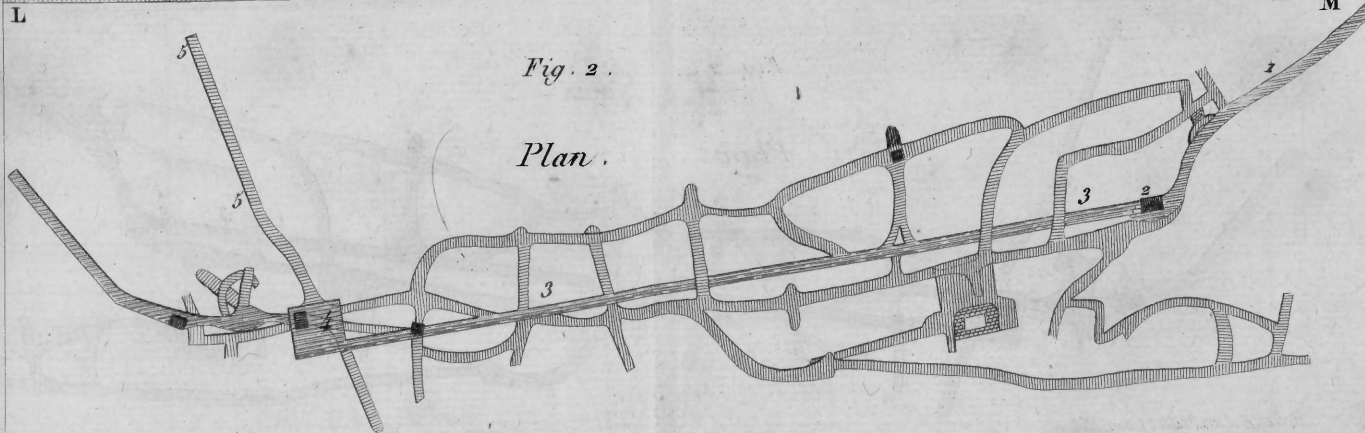
Coupe du terrain et Projection Verticale des travaux sur un plan parallèle à L. M.



1. Galerie d'Écoulement qui a rencontré le Gypse en A.
2. Puits ayant ses cinq premiers Mètres percés dans le Gypse.
3. Galerie rencontrant le Gypse en B.
4. Puits foncé dans le Gypse, jusqu'à la Galerie N° 5.
5. Galerie percée à l'endroit où le Gypse s'abaisse verticalement contre les tranches des couches du Schiste.

Fig. 2.

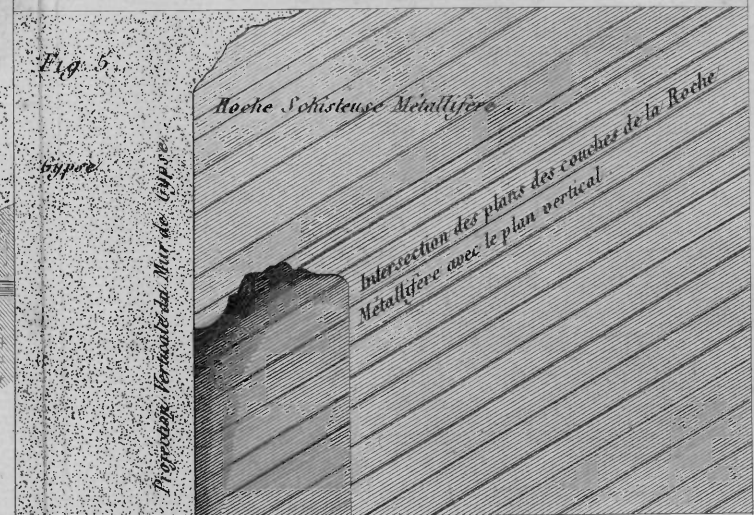
Plan.



Echelle d'un Milli^m pour Mètre

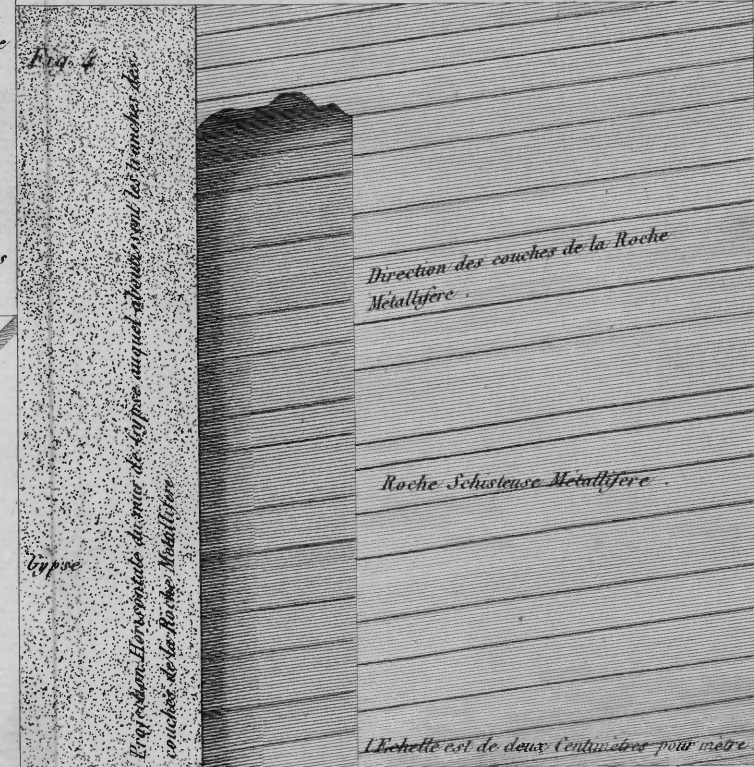
Coupe de la Galerie N° 5 et de la Roche environnante.

Fig. 5.



Plan d'une partie de la Galerie N° 5 et de la Roche environnante.

Fig. 4.



L'Echelle est de deux Centimètres pour mètre

Gravé par N.L. Rousseau

parce que la plupart des principes de cette science ne diffèrent entre eux que par un degré plus ou moins grand de probabilité. Cet exemple me paraît faire voir que nous pouvons aujourd'hui, en suivant fidèlement la marche exacte d'observations qui nous a été tracée depuis trente ans par des savans illustres, arriver à la vérité, ou au moins en approcher de bien près sur plusieurs points, puisqu'en effet les résultats, auxquels je n'avais été conduit d'abord que par des rapprochemens, se sont trouvés postérieurement confirmés par une observation décisive.

Il n'y a rien d'extraordinaire que cette coquille soit jusqu'ici unique; on sait que tous les minéralogistes ont observé que les débris marins étaient généralement assez rares dans les calcaires de transition. Il est d'ailleurs très-probable qu'elle en fera découvrir quelques autres.

J'ai comparé depuis cette coquille de la brèche tarentaise avec celles des montagnes du Valais, dont j'ai parlé ci-dessus, et j'ai trouvé entre elles plusieurs rapports que je me propose d'examiner.

Enfin, cette coquille m'a fait étudier de nouveau tous les échantillons de mes calcaires de transition, parmi lesquels plusieurs minéralogistes avaient soupçonné, à différentes époques, des débris marins; malgré mon extrême désir de voir réaliser cette conjecture, je la trouvais avec eux trop dénuée de fondement. Aujourd'hui, quoique je sois encore loin de la regarder comme prouvée, je la juge néanmoins infiniment plus probable, et je ne désespère pas d'être conduit un jour à expliquer l'origine de la

structure de ces poudingues, dans lesquels on conteste souvent l'antériorité des noyaux.

Je passerai maintenant aux considérations nouvelles sur les gypses anciens des Alpes, qui forment l'objet principal de ce mémoire. Si j'ai commencé par exposer ce fait important pour les calcaires de transition de la même chaîne, c'est bien moins par l'empressement que j'avais de le faire connaître, qu'à cause du nouveau moyen qu'il me fournit pour appuyer mes conclusions sur les gypses, et notamment sur ceux qu'on a jusqu'ici regardés comme primitifs. Comme ces gypses sont dans deux endroits associés à des calcaires analogues à ceux de la Tarentaise, on sent qu'il m'importait infiniment d'établir, d'une manière irréfragable, qu'ils appartiennent à des terrains de transition.

2. *Des gypses anciens des Alpes.*

Cette même partie des Alpes, dans laquelle j'ai observé ces terrains de transition, renferme aussi du gypse, et souvent en très-grandes masses. Dans la description de ces terrains, j'avais eu soin d'en faire mention; mais ayant encore à cette époque, malgré plusieurs années d'observations, beaucoup de doutes sur la véritable position de ces gypses et sur leurs rapports avec le terrain de transition, je me suis abstenu de prononcer, me réservant d'éclaircir leurs caractères géologiques dans un autre mémoire, lorsque j'aurais été à portée de faire plusieurs vérifications importantes.

Voici les principaux motifs sur lesquels mes doutes étaient fondés. En général les terrains de gypses sont extrêmement éboulés par une suite

naturelle de la grande facilité avec laquelle cette substance se désagrège; il en résulte nécessairement une grande difficulté d'observer leur position relative par rapport aux roches environnantes.

Dans la Tarentaise, leur situation, sur les flancs des montagnes, ou sur leurs premiers escarpemens, souvent même dans le fond des vallées hautes, assez généralement par amas peu étendus et toujours à la surface, m'avait porté à présumer que le gypse était d'une formation postérieure à tout le terrain de la Tarentaise, c'est-à-dire, même à un terrain de transition.

Cette conjecture, d'ailleurs, me paraissait d'accord avec les idées, sans doute un peu vagues, qu'un grand nombre de géologues avaient prises des gypses en général, et d'après lesquelles ils auraient été tous déposés dans des bassins.

Je me suis cependant gardé d'établir cette conclusion; outre qu'elle ne me paraissait pas assez prouvée, j'avais d'autres considérations puissantes pour me maintenir dans le doute. D'abord, on avait rencontré du gypse dans les travaux souterrains de la mine de Pesey; je présumais bien, à la vérité, qu'il y était en recouvrement sur la roche métallifère, et d'une formation postérieure, mais je n'en étois pas complètement assuré. Plusieurs personnes avaient une opinion contraire.

En outre, il existe aussi des gypses dans plusieurs autres endroits de la chaîne des Alpes. Les minéralogistes en indiquaient plusieurs comme appartenant aux terrains de transition; et bien plus, ils se réunissaient tous à reconnaître au Saint-Gothard du gypse primitif; des géologues

célèbres l'avaient visité, et l'avaient considéré comme tel. M. Daubuisson avait observé dans la vallée d'Aoste du gypse, qu'il regardait également comme primitif (1); en sorte que dans tous les ouvrages de minéralogie et de géologie, on voyait une roche, un terrain de gypse, placés dans la classe des terrains primitifs.

Sans doute il n'eût peut-être pas été tout-à-fait absurde d'admettre à-la-fois, dans ces gypses des Alpes, du gypse primitif, du gypse de transition, et en même temps un autre gypse, toujours fort ancien, mais de formation postérieure; et en effet, les deux premières divisions ont été reconnues généralement.

Mais j'avais vu des échantillons de tous ces gypses, et, en les comparant entre eux, je leur avais trouvé tant de ressemblance, tant de rapports, et, si on peut employer cette expression, un air de famille si frappant, que je ne pouvais me résoudre à leur accorder des origines différentes; d'un autre côté, il m'était impossible d'accorder les idées de formation primitive, qui étaient attribuées à plusieurs d'entre eux, avec les caractères géologiques que me présentait celui de la Tarentaise. J'avais exposé brièvement tous ces doutes dans le mémoire sur le terrain de transition; je les ai depuis développés davantage dans une note particulière lue à la société philomathique, et qui n'a pas été imprimée: aujourd'hui je m'occuperai de leur solution. On verra que mes nouvelles recherches m'ont conduit à une présomption un peu différente de mes pre-

(1) Voyez *Journal des Mines*, tome XXII, n°. 128, page 161.

mières conjectures, mais qu'en même temps je me suis cru forcé de ne pas admettre des gypses primitifs contre l'opinion aujourd'hui adoptée par tous les géologues même les plus célèbres.

Cette opposition, qui m'a porté long-temps à me défier moi-même de mes observations, et m'a fait différer de les publier, n'est sans doute pas propre à leur concilier la confiance de l'académie et des minéralogistes; mais les faits m'ont paru assez nombreux et assez évidens pour me déterminer à les faire connaître, et si leur examen n'entraîne pas une conviction complète, j'ai lieu d'espérer qu'il pourra faire trouver la mienne excusable.

Déjà, en 1809, j'avais été visiter le gypse de la vallée de Cogne, annoncé comme primitif par M. Daubuisson; j'avais l'avantage de l'avoir pour guide dans ce voyage; mais je fus contrarié par l'extrême abondance de neige qui était tombée l'hiver précédent, et dont la fonte était très-tardée. Le gypse en était couvert, et je ne pus observer que le terrain environnant.

En 1813, l'ordre que je reçus de conduire les élèves des mines dans un voyage géologique dans les Alpes, me parut une occasion favorable; étant entièrement le maître de ma marche, je la dirigeai principalement sur plusieurs des points où je savais qu'il existait du gypse, et plus particulièrement encore sur ceux qui avaient été indiqués comme primitifs.

De Moutiers, en Savoie, où était alors l'école pratique des mines, je passai la chaîne centrale des Alpes par le col de la Seigne et l'allée blanche; je descendis dans la vallée d'Aoste, d'où je visitai celle de Cogne; puis, à travers les monta-

gnes qui forment comme les avant-postes des Alpes du côté du Piémont, je gagnai le Saint-Gothard, d'où, en repassant la chaîne, j'ai suivi le Valais jusqu'à Bex.

Dans cette tournée, j'ai observé des gypses,
1°. Dans l'allée blanche.

2°. Dans la vallée de Cogne; celui de M. Dau-
buisson.

3°. Au val Canaria, au pied du Saint-Gothard;
celui de MM. Freisleben et De Buch.

4°. Auprès de Brigg, dans le Valais.

5°. A Saint-Léonard, auprès de Sion.

6°. A Sarran, près Martigny.

7°. Enfin, à Bex.

C'est en comparant entre eux les caractères minéralogiques et géologiques de ces gypses, et en même temps de ceux que j'avais observés antérieurement dans la Savoie, et de plusieurs dont j'ai pu recueillir des descriptions, que je crois pouvoir établir qu'ils appartiennent tous à un seul période de formation, ou du moins à deux époques de ce période, qui est celui des terrains de transition.

Je m'arrêterai plus long-temps sur ceux qui ont été regardés comme primitifs, afin d'exposer les motifs qui me portent à m'écarter de cette opinion.

A. *Caractères généraux des gypses des Alpes.*

La plupart de ces gypses ont en apparence un tissu intérieur plutôt compacte que cristallin; du moins ils ne présentent en général que quelques points brillans, même à la loupe; mais si on les pulvérise grossièrement, les points bril-

lans se multiplient à l'œil et à la loupe, et même la poussière observée au microscope ne montre, dans ses particules les plus petites, que des cristaux de chaux sulfatée en tables rhomboïdales.

Outre ces petits cristaux, qui paraissent former la masse, on y voit quelquefois de plus grands cristaux de chaux sulfatée qui y sont empâtés. Il y a cependant quelques gypses qui m'ont paru décidément compactes, mais leur couleur est grise; ils sont d'ailleurs associés avec le gypse cristallin.

Quelques variétés sont un peu feuilletées, mais le plus grand nombre ne présente point ce genre de structure d'une manière déterminée. Leurs masses se cassent assez indifféremment dans tous les sens.

En général, ces gypses sont d'un beau blanc de neige. Lorsqu'on en rencontre des masses considérables, et exemptes de mélange, on les emploie avantageusement à la sculpture, comme l'albâtre gypseux de Toscane. (Celui de Saint-Léonard a servi, dit-on, à faire des statues pour des églises de Fribourg.)

Je n'ai trouvé des variétés grises que dans la Savoie, dans le val d'Arbonne auprès de Saint-Maurice, et d'autres jaunâtres auprès de Brides; mais cette dernière couleur paraissait due à des altérations postérieures; tout le gypse environnant était blanc.

On y observe plusieurs mélanges différens,
1°. De la *chaux carbonatée*; elle est compacte, tantôt d'un gris sale, tantôt, et le plus souvent, d'un gris noirâtre assez foncé. Elle y existe sous la forme remarquable de noyaux, plus ordinairement anguleux, et quelquefois

arrondis. La plupart des minéralogistes, qui ont observé ces mélanges, les ont regardés comme des agglomérats ou des roches arénacées, ce qui détermine que les noyaux ont une existence antérieure à la pâte de gypse qui les réunit.

J'ai moi-même partagé cette opinion, et je ne prétends point la rejeter encore; mais l'exploitation de Sarran m'a porté à douter de la préexistence de quelques-uns de ces noyaux. On trouve en effet dans ce gypse des petites veines de calcaire compacte absolument parallèles aux couches, et ayant tous les caractères de contemporanéité.

Je serais porté à soupçonner, sur-tout d'après quelques caractères de gisement, que les noyaux bien reconnus auraient une origine peu antérieure à celle du gypse.

On trouve de ces noyaux calcaires incontestables en grande abondance dans le gypse de Pesey, aussi dans celui de Brides en Savoie. Cens de Saint-Léonard et de Bex en présentent également. Ils sont parfaitement déterminés dans les deux premiers endroits cités.

2°. Du *mica*, ou plutôt du *talc*. On n'en rencontre que dans deux des gisemens indiqués ci-dessus; au val Canaria et à Brigg.

Au val Canaria, le *mica* est disséminé uniformément dans la roche, tantôt par petites paillettes isolées d'un jaune verdâtre, tantôt par petits groupes un peu fibreux. On observe même au milieu du gypse quelques masses jaunâtres, qui sont composées principalement de *mica*; elles contiennent aussi du gypse, mais il est comme fondu au milieu du *mica*, dont il a pris la couleur, et auquel il sert, pour ainsi

dire, de pâte. Ces masses présentent, dans leurs cassures, des surfaces assez luisantes, où le *mica* a une disposition fibreuse.

J'ai conservé ici le nom de *mica*, parce que le gypse de cette localité a été en général indiqué comme *micacé*; mais je ferai observer qu'il a beaucoup des caractères du *talc*, et que c'est un de ces nombreux passages, reconnus entre ces deux substances, qui ont fait présumer leur réunion future en une seule espèce minéralogique, passages dont les roches des Alpes m'ont offert des exemples fréquens.

A Brigg, le *talc* est plus décidément prononcé. Il n'est pas disséminé dans toute la masse du gypse comme au val Canaria; il y forme des plaques ou plutôt une sorte de vernis à la surface des feuilletts de la roche qui est un peu schisteuse.

Sa couleur est d'un blanc verdâtre argenté. Il a une disposition un peu fibreuse.

Cette présence du *mica* et du *talc* dans ces deux gypses, jointe à l'identité de couleur du gypse lui-même, n'est sans doute pas suffisante pour leur faire assigner une même origine géologique; néanmoins, on ne peut disconvenir qu'il n'en résulte entre eux une sorte de rapprochement, qui est d'autant plus extraordinaire et plus à remarquer, que le dernier de ces gypses (celui de Brigg) est rapporté aux terrains de transition par plusieurs minéralogistes, les mêmes qui regardent le premier (celui du val Canaria) comme primitif.

3°. De la *stéatite*. On observe ce mélange principalement dans le gypse de Cogne et dans celui de Sarran, près Martigny.

Dans le premier, la stéatite existe sous la forme de petites masses, le plus souvent aplaties, et même en petites plaques minces d'un vert poireau, souvent noirâtres, fortement translucides sur les bords, d'un tissu quelquefois un peu fibreux; ces plaques sont disposées dans des directions assez parallèles les unes aux autres, et avec le plan de la couche du gypse, mais elles ne forment pas de plans continus et ne donnent pas à la roche un tissu feuilleté; elles sont trop éparses, et souvent même très-peu nombreuses.

Dans le gypse de Sarrau, la stéatite est en plaques beaucoup plus petites, d'un vert moins foncé mais plus sale, et d'un tissu plus souvent fibreux qui les rapproche du talc. Elles sont disposées de la même manière, généralement plus serrées les unes contre les autres; mais aussi il y a de grandes parties de gypse qui n'en contiennent pas du tout. Parmi ces plaques, il en est qui ont beaucoup de rapports avec les plaques minces superficielles de talc, mal terminées par les bords, citées plus haut dans le gypse de Brigg.

Le gypse de Saint-Léonard présente aussi quelques petites plaques fort analogues à la stéatite fibreuse, mais mal déterminées.

Enfin, j'ai obtenu un échantillon d'un gypse qui se trouve à Saint-Gervais, dans le Faucigny, près des sources d'eau chaude, et qui contient un grand nombre de ces plaques de stéatite qui est fibreuse, et souvent luisante, sans avoir cependant l'éclat demi-métallique du talc. Je n'ai pas observé moi-même ce gypse sur place, mais j'ai visité la contrée plusieurs fois, et différens renseignemens me le font regarder

comme tout-à-fait analogue aux gypses de la Tarentaise qui en est voisine.

Je ferai remarquer encore ici le rapprochement que le mélange de stéatite indique entre le gypse de Cogné, qui est du nombre de ceux regardés comme primitifs, et plusieurs autres (ceux de Saint-Léonard et de Martigny) regardés comme de transition, non-seulement d'après mes idées particulières, mais d'après celles d'autres minéralogistes qui admettent des gypses primitifs dans les Alpes.

4°. *Chaux anhydro-sulfatée*. Cette substance a été trouvée également dans un grand nombre des gypses des Alpes et dans d'autres gypses de l'Allemagne, qui appartiennent à des terrains fort anciens, mais reconnus pour secondaires. Dans les Alpes, elle existe au milieu des masses de gypses et aussi dans les roches qui les avoisinent. Les cristaux déterminés et les masses cristallines à grandes lames occupent plus particulièrement les fentes de ces roches environnantes; mais, au sein du gypse, la chaux anhydro-sulfatée forme plus ordinairement des nœuds, des amas plus ou moins considérables d'une structure lamellaire confuse et d'une cassure saccharoïde, quelquefois à couches concentriques, d'un gris blanchâtre tirant sur le violet.

C'est ainsi que je l'ai observée au glacier de Gebrulaz et dans le gypse de Pesey dans la Tarentaise, de même à Alleverd, etc. : au reste, je ne prétends pas affirmer que cette substance ne forme jamais des couches dans le gypse; il paraît certain qu'elle existe ainsi à Bex (1).

(1) M. de Charpentier m'a communiqué une opinion nou-

Je ne connais encore aucune description du gisement de la chaux anhydro-sulfatée de Vulpino. Si, comme je suis porté à le présumer, il est analogue, les amas qu'il forme dans le gypse doivent être très-considérables.

5°. *Soude muriatée et sources salées.* On reconnaît la présence du muriate de soude dans plusieurs des gypses des Alpes que j'ai observés. Dans la vallée d'Arbonne, près Saint-Maurice en Tarentaise, le gypse renferme des nids de sel gemme; on voit souvent ce sel en poussière à sa surface: aussi on a tenté, non sans quelque succès, d'en retirer du muriate de soude par dissolution.

La source salée de Moutiers sort du calcaire, mais au pied d'une masse considérable de gypse;

quelle qu'il a conçue relativement à la chaux anhydro-sulfatée, et qui pourrait bien être confirmée, au moins en partie, par des observations ultérieures.

Il pense que dans tous les gypses des Alpes, non compris ceux du Jura et du terrain de Nagelfluhe, on a lieu de présumer que les masses principales ont été originairement des dépôts de chaux anhydro-sulfatée, et qu'ils n'ont passé à l'état de chaux sulfatée, ou hydro-sulfatée, que par un *épigénie* (comme on l'a observé dans le gypse de Salins, près de Moutiers); en un mot, que l'eau que ces gypses contiennent leur a été combinée postérieurement à leur formation.

Des observations multipliées faites à Bex, tant dans les travaux souterrains des sources salées, que dans les déblais extérieurs de chaux anhydro-sulfatée, lui ont suggéré cette présomption, qui me paraît assez d'accord avec *quelques-unes* de mes observations particulières.

Cependant, elle ne doit pas être trop généralisée, et les cristaux prismatiques rhomboïdaux de chaux sulfatée ordinaire, que le microscope fait découvrir dans toute la masse de beaucoup de gypses des Alpes, comme je l'ai indiqué ci-dessus (page 270), repoussent entièrement cette idée d'*épigénie*.

d'autres sources salées des Alpes sont dans le gypse même qui tient souvent un peu de sel gemme. Ce gypse paraît à Bex être décidément enclavé dans un terrain de transition; mais d'un autre côté plusieurs sources salées et dépôts de sel gemme exploités en Allemagne sont dans des masses de gypse mélangées d'argile, ou, comme on l'a dit avec raison, dans des masses d'argile gypseuse muriatifère; et on sait que ces derniers gypses sont généralement regardés comme étant d'une formation décidément secondaire.

Ces rapprochemens sont assez remarquables; je ne prétends pas en conclure une identité de formation géologique entre ces gypses secondaires anciens de l'Allemagne et les gypses des Alpes, même avec ceux en amas isolés superficiels; mais ils pourront servir quelque jour à établir des rapports entre les différens termes de la série des terrains, dont la formation a suivi celle des primitifs. Je reviendrai plus bas sur cet objet.

6°. Le *soufre* existe également dans le gypse des Alpes; il forme des nids rares et peu considérables dans la masse du gypse. On en a trouvé dans celui de Bex, à Pesey, à Gébrulaz, etc.; il y a même à Allevard de la chaux anhydro-sulfatée, lamellaire, qui est pénétrée de soufre qui lui a communiqué une teinte jaunâtre.

Je pourrais indiquer encore l'*anthracite*, dont on trouve quelques traces dans le gypse de Brides auprès de Moutiers; mais on ne peut tirer de cet exemple une conséquence bien positive sur l'identité de gisement du gypse et de l'anthracite, cette substance ne s'y trouvant qu'en petites

veines excessivement minces, entre les feuillets du gypse, dans les parties voisines de la surface; ce qui peut faire présumer qu'elle y a été déposée postérieurement par des filtrations provenant des eaux du terrain supérieur, qui renferme de grands amas d'anthracite.

On verra plus bas que j'ai obtenu des données plus probables sur l'existence du gypse des Alpes et de l'anthracite dans le même terrain.

B. Positions géologiques des gypses des Alpes.

1. Dans la Tarentaise (Savoie).

Dans la Tarentaise, j'ai toujours observé les gypses à la surface du sol, et, comme je l'ai déjà dit, dans un état d'éboulement tel qu'il était impossible de juger, d'une manière rigoureuse, de leur rapport géologique avec d'autres roches. On les trouve sur les flancs des montagnes, où ils forment quelquefois des pentes blanches qui ressemblent à de la neige (vallée de Saint-Bon) (1).

On en voit même sur les sommités, du moins sur la crête des premiers escarpemens. Mais, ce qui est bien remarquable dans une contrée où les couches sont toujours très-inclinées, on ne les voit pas alors descendre plus bas, si ce n'est dans les éboulemens où ils sont évidemment hors de place; ils ne font donc pas partie de la masse du terrain.

Cependant, auprès de Moutiers, j'ai cru plu-

(1) On a cité des circonstances analogues dans les gypses de Salzbourg.

sieurs fois avoir trouvé des couches de gypse, tantôt au milieu du calcaire de transition, tantôt au milieu du terrain d'anthracite; mais, malgré mes recherches, je n'ai jamais pu en acquérir la preuve positive, les terrains qui m'avaient donné lieu à cette conjecture étant trop éboulés et trop recouverts de terre végétale; aujourd'hui je croirais cette conjecture plus probable d'après les observations faites en Piémont, en Valais, pendant mon voyage de 1813, et dont je rendrai compte ci-après.

Ces sommités, couronnées de gypse, n'atteignent jamais une élévation de plus de 2,000 à 2,400 mètres (1). Ce ne sont réellement pas des sommités, mais les premiers escarpemens des montagnes, qui servent de base aux vallées hautes, région des pâturages. Dans le fond de ces vallées hautes on trouve aussi quelquefois des masses de gypse toujours superficielles (2), mais pas en assez grande quantité pour donner une idée complète de leur formation dans des bassins; idée que je ne prétends pas adopter, mais qui cependant se présente à l'esprit presque invinciblement lorsqu'on rencontre ces gypses, et qu'on les voit occuper le fond des anciennes vallées hautes. J'aurai occasion d'en citer un autre exemple plus frappant (3).

Les points où l'on trouve du gypse dans la Tarentaise sont compris dans les vallées où abonde le terrain d'anthracite, souvent avec

(1) Saint-Bon, Champagny, Croix-de-Fessons.

(2) Près du lac de Tines, Gébrulaz, Pesey.

(3) Dans le val Canaria.

empreinte végétale (1); j'avais fait d'abord peu d'attention à cette circonstance, qui devient aujourd'hui très-importante d'après l'existence du gypse de l'allée blanche et d'un dépôt de gypse du Valais (celui de Saint-Léonard) sur un terrain à anthracite, et d'un autre (celui de Brigg) dans un terrain qui lui est analogue.

Enfin, comme je l'ai déjà annoncé, on trouve du gypse même dans les travaux de la mine de Pesey, et c'est ici le lieu de discuter les vrais caractères de ce gisement, parce qu'il est très-important.

Il n'est pas question ici de petites portions de chaux anhydro-sulfatée, qu'on rencontre quelquefois dans la masse même du minerai ou de la roche métallifère, et qui ont été recueillies dans les collections. On reconnaît facilement qu'elles sont dues à des filtrations provenant des parties supérieures; je veux parler de masses considérables de gypse et de chaux anhydro-sulfatée qu'on a percées, et dont les débris couvrent les haldes.

Ces masses gypseuses n'existent point dans les travaux qui ont été faits sur le minerai, et elles n'en contiennent pas une trace; on ne les a rencontrées que dans la galerie d'écoulement, et seulement dans la partie de cette galerie qui vient au-dessus des travaux utiles. Le gypse est donc évidemment au-dessus de la roche métallifère. Cette position a été bien reconnue; mais elle peut avoir également lieu dans deux cas

(1) Vallée de Bosel, Brides, Champagny, Gébrulaz, Saint-Bon, Moutiers, vallée de Pesey et val d'Arbonne en face.

très-différens : Ou le gypse forme là une couche particulière appartenant au même terrain que la roche, ou bien il a été déposé sur elle à une époque postérieure à sa consolidation, et fait partie d'une formation différente.

La surface du sol ne peut fournir à cet égard aucun document, étant recouverte en entier de tuf, de pâturages et de bois, et le gypse ne se montrant point au jour. On en rencontre seulement au hameau de Beaupraz, à 1,200 mètres de distance, en remontant la vallée, et là il est à la surface du sol, formant un amas isolé peu étendu, au pied d'une des pentes où il se perd sous la terre végétale.

Les autres caractères que j'ai indiqués ci-dessus du gypse de la Tarentaise me portaient déjà à présumer que ce gypse était en recouvrement sur la roche, que sa formation était plus moderne, et par conséquent postérieure au terrain calcaire de transition, puisque j'ai fait voir ailleurs que la roche métallifère de Pesey, qui est un schiste argilo-stéatiteux, était de la même formation que tout le calcaire de la Tarentaise.

Pour m'en assurer davantage, je recherchai les points de la galerie d'écoulement et d'autres percemens qui y communiquent, où l'on avait passé de la roche dans le gypse afin d'observer leur superposition; mais les boisages et la décomposition des deux roches m'empêchèrent d'obtenir aucun caractère positif. Je restais donc dans la même incertitude sur ma première présomption, qui néanmoins me paraissait toujours l'opinion la plus probable.

Enfin, en suivant les travaux d'exploitation on

rencontra le gypse, et pour retrouver la roche métallifère on fut obligé d'abandonner la galerie principale, et de percer un puits de recherche vertical. J'observai le lieu où la roche était en contact avec le gypse; ce dernier n'était pas distinctement stratifié, et les feuilletés de la roche étaient coupés très-obliquement; en sorte que leur mode d'association était encore douteux.

Pour l'éclaircir, je priai M. Schreiber, inspecteur divisionnaire, et alors directeur de l'École pratique et de la mine, de faire percer une galerie transversale dans la roche, précisément à sa jonction avec le gypse.

Cette galerie (qui, ayant eu pour objet principal une recherche géologique, porta le nom de *galerie des géologues*), fut exécutée et poussée jusqu'à vingt mètres; elle me fournit enfin un caractère incontestable pour juger de la position du gypse par rapport à la roche.

On reconnut que le gypse était seulement appliqué verticalement contre les tranches des couches de la roche, lesquelles présentaient une coupe verticale. Une des parois de la galerie était un mur de gypse extrêmement uni, perpendiculaire, et l'autre présentait les tranches des couches de la roche coupées un peu obliquement à leur plan; il me parut dès-lors évident que le gypse était d'une formation postérieure à la roche métallifère, puisque non-seulement il la recouvrait, mais qu'il remplissait sinon une fente qui la traversait, au moins une cavité, une dégradation arrivée à sa surface. Les plans et coupes ci-joints (*pl. V, fig. 2, 3, 4 et 5*) représentent d'une manière exacte les différens travaux in-

diqués et la position relative des couches de la roche et du gypse (1).

Il eût été bien à désirer, pour compléter cette détermination du gisement du gypse, de continuer la galerie principale, au milieu de sa masse, dans une direction perpendiculaire au mur vertical indiqué ci-dessus, afin de rencontrer l'autre paroi de cette cavité; mais cette dépense aurait pu être très-considérable, et l'appauvrissement du minerai ne permettait pas de l'autoriser.

En réunissant ce dernier fait avec les autres indiqués ci-dessus, on voit que tous les caractères que j'ai pu recueillir sur le gypse de la

(1) Les figures 2 et 3, planche V, sont le plan et la coupe de cette partie des travaux inférieurs de la mine de Pesey dont il est ici question; on y a tracé la ligne de démarcation entre le gypse et la roche schisteuse métallifère, autant du moins qu'on a pu la déterminer au moyen des galeries d'écoulement 1 et 3, des puits 2 et 4, et autres qui ont coupé cette ligne, et enfin au moyen de la galerie n^o. 5, qui est cette galerie dite *des géologues* dont on vient de parler.

Les figures 4 et 5 sont le plan et la coupe de cette galerie, sur une échelle vingt fois plus grande. Elles font sentir la position verticale du gypse, par rapport aux tranches des couches de la roche schisteuse métallifère.

On a déjà vu dans le tome XX, n^o. 120 du *Journal des Mines*, planche X, un plan de l'ensemble des travaux de la mine de Pesey, tels qu'ils existaient en 1805. Ce plan ne peut pas être raccordé avec celui qui est présenté ici, dont l'échelle est d'ailleurs plus grande. Les travaux inférieurs indiqués dans la planche V n'existaient pas, non plus que d'autres qui les joignent, avec les plus inférieurs de la planche X du *Journal des Mines*, et qui étaient inutiles à figurer pour notre objet actuel. — Nous nous contenterons de faire remarquer que la galerie d'écoulement, n^o. 1 de la planche I^{re}., est le prolongement de la grande galerie d'écoulement indiquée à la planche citée du *Journal des Mines* par les lettres *ss*, et se terminant alors au point, etc.

Tarentaise, portent à conclure qu'il est supérieur au terrain de transition, et d'une formation plus moderne, *du moins en général*; car, d'après les autres gisemens que je vais décrire, il ne serait pas impossible qu'on découvrit également du gypse au milieu même de ce terrain de transition.

2. *Gypse de l'allée blanche.*

C'est sur la pente droite de cette vallée que l'on observe du gypse; il y forme plusieurs masses blanches en pyramides, dont deux sont très-près du torrent: j'en vis de loin trois autres dispersées sur la pente jusqu'à environ 1,000 mètres au-dessus de la vallée, c'est-à-dire à une hauteur absolue de 2,000 à 2,400 mètres. Je n'observai que les pyramides près du torrent; la plus grande a 5 à 600 mètres de large, sur à-peu-près 100 à 120 de hauteur.

Cette configuration est d'autant plus remarquable, que le gypse repose sur les tranches des couches d'un terrain à anthracite bien caractérisé (1), et que l'on ne voit pas dans les couches de ce terrain la moindre trace de gypse en-deçà et au-delà de chacune de ces pyramides, ni le moindre dérangement qui puisse faire présumer un amas.

Le gypse paraît donc ici avoisiner un terrain d'anthracite comme celui dans la Tarentaise, et être également d'une formation postérieure à ce terrain: peut-être pourrait-on conjecturer que ces pyramides sont les restes épars d'un dépôt

(1) Je trouvai dans les éboulemens plusieurs morceaux d'anthracite.

plus considérable qui aurait rempli autrefois la vallée.

3. *Gypse de Saint-Léonard.*

Pour aller de Leuck à Sion en Valais, on passe à volonté ou dans le village de Saint-Léonard qui est élevé, ou au-dessous, par une route tracée aux bords du Rhône. Je savais qu'on trouvait du gypse dans cet endroit, et qu'on le rencontrait également par l'une et l'autre route. Je préfèrai celle d'en bas, parce qu'on m'avait assuré que le gypse y était plus à découvert par les nouveaux travaux de la route.

Je ne fus pas trompé dans mon attente; cependant je ne trouvai pas une stratification assez régulière pour observer le gisement d'une manière décisive; mais je fus frappé de la présence de l'anthracite, et du schiste argileux noir qui l'accompagne, au milieu du gypse, et en même temps de roches calcaires ayant cette structure arénacée, vraie ou apparente, si habituelle dans le terrain de la Tarentaise.

L'irrégularité de cette association, qu'on pouvait rapporter à un éboulement, ne me permettait pas d'assigner avec certitude une même formation à toutes ces roches; cependant elle me présentait déjà un rapprochement bien frappant avec le gypse de la Tarentaise et celui de l'allée blanche, qui existent dans les vallées à anthracite, et qui avoisinent un calcaire tout-à-fait analogue.

Mes conjectures étaient fortifiées par ce que j'avais observé la veille sur le gypse de Brigg dont je parlerai tout-à-l'heure, et qui présentait un gisement assez semblable avec une évi-

dence complète, et de plus je savais que plusieurs géologues avait rapporté ce gypse de Saint-Léonard aux terrains de transition, en sorte que je ne crus pas nécessaire de m'y arrêter.

Enfin, ce qui n'était alors qu'une conjecture, est devenu depuis une certitude, M. Lardi, qui a observé dans la hauteur le gypse de Saint-Léonard, ayant reconnu qu'il est évidemment associé au schiste argileux de transition.

4. *Gypse de Bex.*

Je ne dirai qu'un mot sur ce dépôt de gypse où l'on a percé depuis long-temps des travaux souterrains, pour y rechercher les sources salées qu'il renferme, et qui a déjà été décrit par plusieurs minéralogistes.

Je l'avais visité dans mes premiers voyages dans les Alpes; mais je le revis de nouveau avec le plus grand intérêt avec M. de Charpentier qui en dirige aujourd'hui les travaux.

Je reconnus là comme ailleurs, une grande confusion dans le gisement, confusion qui a donné lieu à tant de discussions sur l'exploitation; ce qui me parut très-probable, et m'a été confirmé depuis par une lettre de M. de Charpentier, c'est que le gypse forme là des couches dans un calcaire argileux, et que l'un et l'autre font partie d'un terrain de transition.

Le calcaire argileux renferme quelques couches d'une espèce de grauwacke schisteuse, et il y a de l'anhracite dans les parties supérieures.

Néanmoins, plusieurs caractères me font présumer que ce terrain de transition est un peu plus moderne que celui de la Tarentaise.

Quant au gypse de Sarran près Martigny, je n'ai pu voir que la partie exploitée, tous les environs étant recouverts de terre végétale. Je sais qu'on l'a regardé comme un gypse de transition, mais je n'ai pu en avoir la preuve; il est toujours bien certain qu'il n'est pas antérieur.

5. *Gypse de Brigg.*

J'arrive maintenant aux deux seuls exemples où j'ai pu voir moi-même, bien évidemment, le gypse associé avec d'autres roches.

A Brigg, ou plutôt à environ 2,000 mètres au N. E. de cette ville, sur la rive gauche du Rhône, on voit une couche bien prononcée de gypse, qui est presque en saillie sur le lit de ce fleuve. Sa direction est comme la vallée du Rhône, à-peu-près de l'E. N. E. à l'O. S. O. Elle plonge à 45 degrés au Sud, en présentant sa tranche à la vallée.

Ce gypse est recouvert par un calcaire saccharoïde gris-blanchâtre, schisteux et mêlé de mica. Sur ce calcaire on en voit un autre beaucoup plus coloré, puis un schiste noirâtre tacheté, effervescent; et enfin un autre schiste, également effervescent, mais bien plus foncé en couleur, micacé, à paillettes isolées, et tout-à-fait semblable aux schistes qui accompagnent l'anhracite; le tout dans une épaisseur de quelques mètres.

Il était donc bien certain que le gypse faisait ici partie intégrante du terrain, et on pouvait déjà conjecturer que c'était un terrain de transition, par la nature des dernières roches indiquées; de plus cette présomption devenait certaine, ou au moins infiniment probable par les autres caractères.

tères du sol de cette partie de la vallée du Rhône qui appartient à cette formation : aussi ce gypse a été reconnu comme de transition par plusieurs minéralogistes qui l'ont observé.

6. *Gypse de Cogne.*

Ce gisement de gypse, indiqué comme primitif par M. Daubuisson, qui l'a découvert en 1807, a été décrit par lui dans une notice insérée au *Journal des Mines*, n°. 128, page 161. Je me contenterai d'en rappeler ici les caractères principaux, en y ajoutant quelques observations qui me sont personnelles.

C'est sur une arête de rocher, élevée d'environ 2,400 mètres, qu'on trouve ce gypse; il ne forme pas lui-même l'arête qui est calcaire, il est un peu au-dessous. Les couches sont à-peu-près horizontales. Le gypse est exploité sur une épaisseur d'environ $\frac{2}{3}$ de mètre; mais on n'a pas découvert le mur de la couche qui est enterrée dans des débris dont toute cette pente est couverte; le toit est un calcaire un peu saccharoïde, gris-bleuâtre, très-schisteux par un mélange de talc. Cette roche calcaire n'a pas jusqu'à la surface du sol plus d'un mètre à un mètre et demi d'épaisseur; elle est toute crevassée.

Les fouilles n'ont eu lieu que sur une étendue en longueur d'environ 6 à 7 mètres, et comme on n'exploite le gypse que pour les habitans de la vallée, on n'y travaille que rarement. Du reste, en remontant l'arête de rocher, on ne trouve que des débris et aucun affleurement de gypse, et les principaux habitans m'ont assuré qu'il n'en existait pas ailleurs le moindre indice dans toute la vallée.

Parmi les débris qui couvrent la pente, on rencontre d'abord beaucoup de calcaire schisteux, et aussi de nombreux fragmens de quartz un peu micacé.

Malgré la singularité de ce gisement, il serait difficile de se refuser à admettre la contemporanéité du gypse et du calcaire; mais je ferai remarquer :

1°. Que ce calcaire schisteux a, par sa couleur, son mélange de talc et tous ses autres caractères, beaucoup de rapports avec celui qui domine dans la Tarentaise, et aussi avec celui qui recouvre le gypse de Brigg.

Les personnes habituées à étudier les roches savent qu'il existe entre celles d'une même formation un ensemble de rapports que l'habitude fait saisir souvent au premier coup d'œil, mais qui sont très-difficiles à définir.

2°. Que tous ces fragmens de quartz, souvent assez grands et toujours anguleux, ne pouvant provenir que des roches supérieures, on a tout lieu de présumer que le calcaire schisteux du toit contient des veines quarzeuses, comme cela a lieu aussi dans le calcaire de transition.

3°. Enfin, je rappellerai les rapports minéralogiques qui lient ce gypse avec tous les autres gypses que j'ai décrits, et sur-tout avec celui de Brigg, de Saint-Léonard et autres qui appartiennent aux terrains de transition.

A toutes ces considérations, qui me portent déjà à rapporter ce gypse à une même époque de formation que ceux que je viens de citer, j'en ajouterai une autre; c'est que les différences notables de nature et de structure que j'ai observées dans cette vallée de Cogne, entre le sol

des hauteurs et celui des parties basses, font soupçonner fortement que la partie inférieure est un terrain primitif qui est couronné vers les cimes, au moins sur les plus basses, par le terrain de transition; mais je n'ai pu m'assurer assez de ce dernier fait pour oser le donner comme certain.

7. *Gypse du val Canaria.*

Cette petite vallée, qui n'a pas plus de deux lieues de longueur, descend à-peu-près du nord-est au sud-ouest dans la haute vallée levantine où coule le Tésin; son ouverture, qui est très-resserrée, est peu distante du village d'Airolo, qui est au pied du Saint-Gothard.

En suivant d'abord le torrent, on se trouve entre d'énormes masses, et comme entre des murailles de ce gypse micacé que j'ai décrit ci-dessus. Sa stratification n'est pas très-distincte, et elle varie beaucoup. J'ai observé des couches dans toutes sortes de directions et d'inclinaisons; en plusieurs endroits elles étaient horizontales, quelques-unes contournées.

Cette première observation me frappa, en me rappelant les irrégularités semblables des gypses de la Tarentaise et de plusieurs autres.

Sur les bords du torrent, on voit de gros blocs anguleux de schiste micacé, les uns mélangés de grenats, d'autres d'amphibole.

Je mis le plus grand soin à rechercher des couches de ces schistes micacés, qui fussent associés aux gypses comme on l'avait annoncé; mais je ne pus en rencontrer la moindre trace. Le gypse est là, comme en beaucoup d'autres lieux, absolument isolé.

Cependant, il était possible que cette association du gypse avec le schiste micacé eût lieu vers les sommets des pentes, et comme on annonçait (*Itinéraire du Saint-Gothard*, p. 73) que le gypse se continuait au sud vers le val Piora, je préférerais de monter la montagne sur ma droite, c'est-à-dire sur la rive gauche du torrent: j'avais observé d'Airolo cette montagne; j'avais remarqué que les rochers y étaient le plus souvent à nu, et que leurs couches très-inclinées paraissaient couper dans leur direction celle de la vallée: j'étais donc assuré, en parcourant les couches de ces rochers, d'y rencontrer le gypse, s'il était vrai qu'il fût subordonné au schiste micacé.

En une demi-heure d'une montée assez roide, toujours sur le gypse, j'arrivai sur un sol plus uni, seulement un peu incliné vers la vallée; je suivis quelque temps cette espèce de plaine en remontant la vallée, et j'observai à la surface un grand nombre de ces creux ou entonnoirs qui sont si ordinaires aux terrains de gypse (1). Bientôt je me détournai et continuai de monter la pente, mais je reconnus presque aussitôt que je quittais tout-à-fait le gypse; et lorsque je fus un peu plus élevé, de manière à pouvoir dominer tout le fond de la vallée, je vis clairement que le gypse se prolongeait très-loin dans son fond, mais que nulle part il ne s'élevait au-delà de la hauteur où je l'avais quitté; qu'il remplissait donc uniquement le fond de la vallée sur les deux pentes, et que le vallon, ou plutôt la ravine inférieure, était creusée dans sa masse.

(1) Il en existe de semblables dans un des dépôts de gypse de la Tarentaise, auprès du lac de Tines.

Je m'assurai d'une manière positive, le lendemain, de la réalité de cette structure sur l'autre pente.

J'avais déjà tout lieu de conjecturer que le gypse était d'une formation postérieure, et aux roches des deux pentes et à l'ouverture de la vallée dont il paraissait avoir rempli le fond.

Je continuai de monter, et après avoir traversé des bois, où quelques rochers saillans me firent voir du schiste micacé et jamais du gypse, j'arrivai sur des prairies hautes assez inclinées, d'où je gagnai le pied des escarpemens supérieurs de schistes micacés.

La stratification était parfaitement régulière; les couches se dirigeaient à-peu-près de l'est à l'ouest, et plongeaient de 50° vers le nord; c'est-à-dire, sensiblement vers la naissance de la vallée: il paraissait en être de même dans les montagnes opposées, et je m'en suis assuré depuis.

D'après cette inclinaison des couches et leur direction, il était évident que si le gypse du bas était de la même formation que le schiste micacé, je devais, en parcourant toutes les tranches des sommités, en rencontrer au moins quelque-une de gypse.

A cet effet, je commençai par rétrograder à la partie antérieure de la montagne vers la vallée levantine, et je parcourus pendant trois heures toute la crête en remontant la vallée. Ce fut en vain que je cherchai le gypse; il n'y en avait pas la moindre trace. Je crus un moment l'avoir rencontré, en observant de loin une couche d'un blanc assez pur; mais l'ayant

CARTE

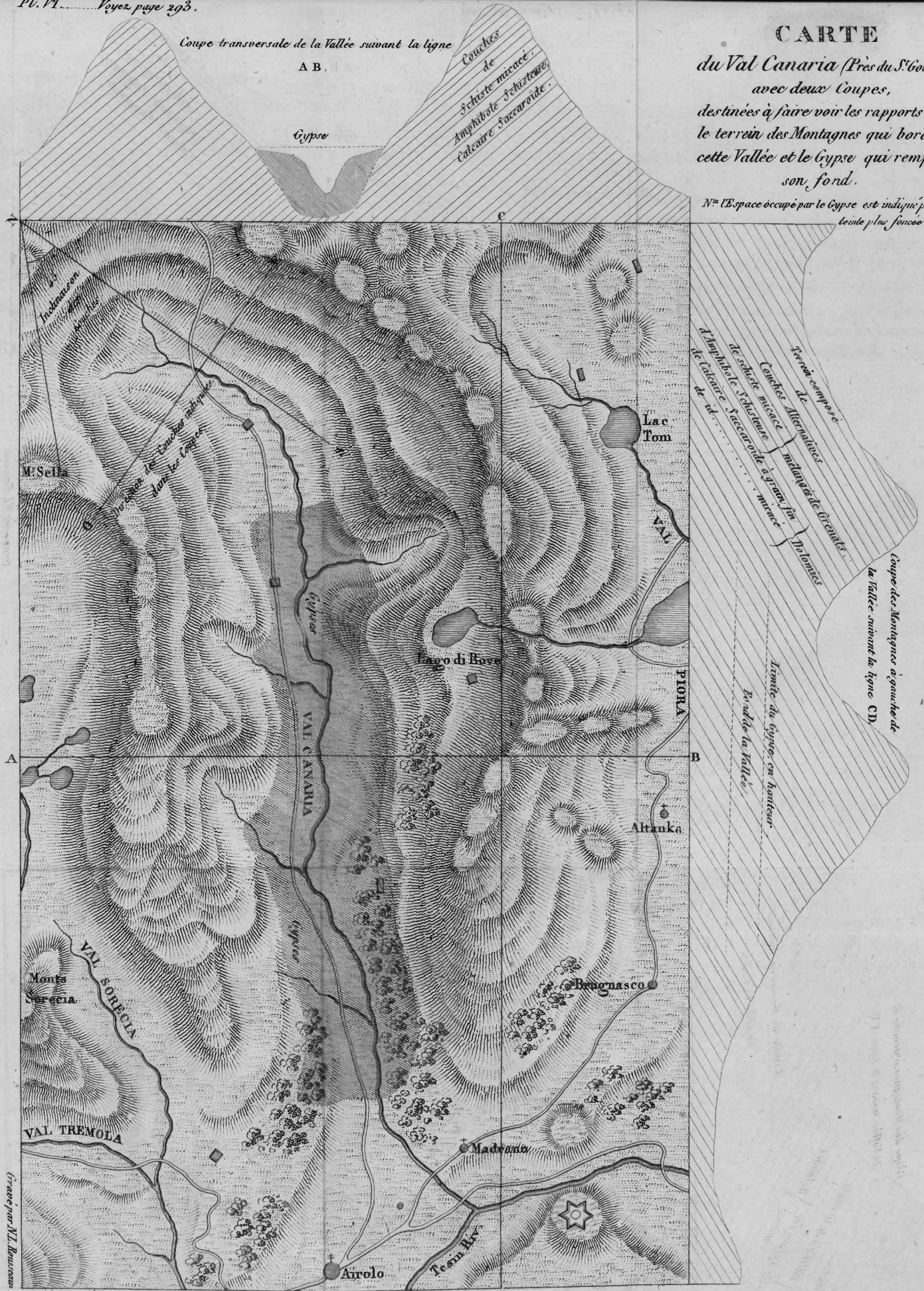
du Val Canaria (Près du S.^t Gothard.)
avec deux Coupes,
destinées à faire voir les rapports entre
le terrain des Montagnes qui bordent
cette Vallée et le Gypse qui remplit
son fond.



CARTE

*du Val Canaria (Près du S^t Gothard.)
avec deux Coupes,
destinées à faire voir les rapports entre
le terrain des Montagnes qui bordent
cette Vallée et le Gypse qui remplit
son fond.*

*N^o l'Espace occupé par le Gypse est indiqué par une
teinte plus foncée.*



*Coupe transversale de la Vallée suivant la ligne
A B.*

Gypse

*Couches
de
Schiste micacé,
Amphibole Schistose,
Calcaire Saccaroidé.*

*Terrain composé
de
Couches Alternatives
de schiste micacé
et de Calcaire Saccaroidé à grain fin
de mica.*

*Coupe des Montagnes à gauche de
la Vallée suivant la ligne CD.*

*Fronte du Gypse en hauteur.
N^o l'indice la Vallée.*

Echelle de la Carte et des deux Coupes.

500 1000 2000 3000 4000 5000 Mètres.

Gravé par M. Bousmann

visitée, je reconnus qu'elle était formée d'une dolomie décomposée (1).

J'ai quelque lieu de présumer que cette couche de dolomie blanche, qui s'aperçoit de loin, aura été prise pour du gypse.

Le dessin ci-joint (*planche VI*), qui représente le plan et les coupes de la vallée, la disposition des couches de schiste micacé et celle de la masse de gypse, fera, je pense, reconnaître d'une manière évidente l'impossibilité d'admettre une identité de formation entre ces deux roches.

Il est possible qu'on ait trouvé quelque roche subordonnée au gypse ; mais ayant consulté tous les auteurs qui ont parlé de ce gisement, je n'ai pu trouver aucune observation directe et positive. M. Lardy, habile minéralogiste, dont on a vu dans la livraison précédente de ces *Annales* une notice sur le gypse du val Canaria, n'indique dans le gypse aucune couche étrangère ; il reconnaît aussi, comme je l'ai dit plus haut, qu'à une certaine hauteur on ne rencontre plus de gypse ; et cela est d'autant plus remarquable, qu'il partage néanmoins l'opinion reçue que ce gypse est primitif ; mais il ne se fonde que sur des rapports qu'il a cru apercevoir entre la direction et l'inclinaison des couches de gypse et celles des couches de schistes micacés, rapports que je suis bien loin de reconnaître, vu l'irrégularité indiquée plus haut dans la stratification du gypse. Il conclut de ces rapports,

(1) Elle se dissout dans l'acide nitrique chauffé, et laisse un résidu de paillettes de talc ; j'ai même constaté, par une analyse rigoureuse, l'absence totale du gypse.

que le gypse forme là une couche puissante sous le schiste micacé.

Il m'est impossible d'admettre cette opinion; il me paraît, au contraire, évident que si le gypse qui s'étend dans tout le bas de la vallée était intercalé dans le schiste micacé ou en était recouvert, on devrait, d'après la disposition des couches du schiste micacé et de leurs escarpemens, le retrouver quelque part dans les hauteurs; et c'est sur sa disparition totale, au-delà d'un certain niveau, que je fonde ma conclusion, *que ce gypse n'est point contemporain, mais postérieur au schiste micacé, et qu'il n'y a aucune raison pour le regarder comme primitif.*

Il reste maintenant à déterminer à quelle formation il appartient. Mais comme il n'est recouvert par aucune autre roche, il est impossible de décider cette question d'une manière positive; j'émettrai plus bas à cet égard une conjecture qui me paraît très-probable.

J'ajouterai seulement ici qu'il paraît que la formation de ce gypse est postérieure même *au creusement du val Canaria*. Le resserrement de cette vallée à son embouchure, et la forme de cette masse gypseuse qui présente une surface assez unie, rappellent plus que par-tout ailleurs l'idée d'un dépôt dans un bassin, ou, comme on l'a dit, dans un lac; idée que je ne prétends pas vouloir généraliser, mais qui ne paraît pas non plus devoir être encore entièrement rejetée, au moins pour une partie des gypses des Alpes.

8. *Autres gisemens de gypses.*

Je me suis borné à décrire les gypses que j'ai observés moi-même dans les Alpes. M'étant oc-

cupé depuis tant d'années de ce genre de roche, on doit penser que j'ai consulté les ouvrages qui renferment des détails sur son gisement, ceux du moins que j'ai pu me procurer. Je pourrais donc multiplier les citations, rapporter un grand nombre de faits, et, en les discutant, ajouter de nouvelles preuves à l'appui des opinions que j'ai déjà énoncées dans l'examen de chaque gisement observé; mais je ne veux pas trop étendre les bornes de ce mémoire.

Je me contenterai de dire que tous les autres faits que j'ai pu recueillir sur les gypses des Alpes (au moins depuis le Mont-Cenis jusqu'au Saint-Gothard), peuvent se ranger dans trois classes :

1°. Ceux qui sont à la surface du sol, et qui ne paraissent renfermer aucune couche étrangère. C'est le plus grand nombre; c'est ce qui a souvent éveillé l'idée que ces gypses étaient les restes d'anciens dépôts dans des bassins resserrés.

2°. Ceux qui alternent avec des roches de transition bien déterminées, principalement avec des schistes argileux.

3°. Enfin, ceux qui sont regardés comme primitifs. Je n'en ai vu citer qu'un seul exemple (outre ceux de Cogne et du Saint-Gothard que j'ai décrits plus haut); c'est dans le haut Valais, auprès de Lachs. Je n'ai pu l'observer, n'en ayant pas eu connaissance avant mon dernier voyage.

D'après ce que je sais relativement à ce dernier; il ne paraît pas que ce soit d'après une alternative décidée avec des roches primitives qu'on l'a rapporté à cette formation, mais uni-

quement parce qu'il renferme du mica en quantité assez notable, et en veines assez continues; caractère entièrement insuffisant, comme je l'ai fait voir, puisque le mica existe aussi de la même manière dans des gypses de transition bien reconnus, et que d'ailleurs on trouve cette substance dans bien d'autres roches de transition.

Son origine primitive n'est donc rien moins que prouvée. Je pourrais même aller plus loin, car je présume fortement que ce gypse est de la même époque, et a le même gisement que les autres gypses du Valais que j'ai décrits ci-dessus; et en effet, il serait bien extraordinaire que le Valais, qui contient déjà au moins trois gypses de transition bien reconnus, présentât aussi un gisement primitif, d'un gypse d'ailleurs analogue aux premiers; et si cela était, on aurait encore droit de s'étonner de n'avoir rencontré dans les Alpes que cet exemple unique, tandis que dans cette chaîne la nature a travaillé si fort en grand et a répandu les mêmes roches sur une si grande étendue de terrain.

J'ajouterai encore que les Alpes sont la seule chaîne où l'on ait cru reconnaître du gypse primitif; ce serait donc la seule roche primitive dont on ne trouverait pas l'analogue dans quelques autres chaînes.

Il me reste à résumer les conclusions auxquelles m'ont conduit les faits que j'ai exposé.

Résumé.

1^o. Il ne paraît pas encore prouvé qu'il y ait dans les Alpes ou ailleurs des couches ou des masses de gypse distinctement enclavées dans

un terrain primitif, et ayant avec lui des caractères d'une formation contemporaine.

(J'ai démontré plus haut que les gypses cités comme primitifs dans la vallée de Canaria et dans celle de Cogne, sont d'une origine postérieure.)

2^o. Plusieurs gypses des Alpes forment des couches dans un terrain de transition déterminé.

Les couches auxquelles ces gypses sont associés sont le calcaire et le schiste argileux, qui représente ici le terrain de grauwacke ou d'antracite.

(Les gypses de Cogne, de Brigg, de Saint-Léonard et de Bex appartiennent à cette classe) (1).

3^o. Il existe aussi dans les Alpes beaucoup de dépôts de gypse entièrement superficiels, le plus souvent en amas isolés et peu étendus, et ces gypses reposent le plus souvent sur un terrain de schiste argileux de transition ou d'antracite (comme dans la Tarentaise et l'allée blanche); quelquefois sur un calcaire de transition (comme à Pesey et ailleurs dans la Tarentaise); enfin, même sur un terrain primitif (comme au val Canaria); plusieurs ont une apparence analogue à celle d'un dépôt dans des bassins.

Je m'arrêterai à ces conséquences, qui me paraissent résulter nécessairement de mes observations.

Je sens bien qu'il serait nécessaire de déterminer d'une manière plus précise les rapports géologiques de ces derniers gypses qui se rencontrent à la surface.

(1) On avait déjà indiqué des gypses de transition; mais, comme on le voit, j'y réunis un des gypses regardés comme primitifs, et j'en sépare, du moins jusqu'à un certain point, quelques autres gypses regardés comme de transition, et que je mets dans la classe suivante, parce qu'ils demandent à être encore distingués.

Mais j'avoue que je n'ai pas des données suffisantes pour résoudre cette question complètement.

D'abord ces gypses ne renferment aucune roche étrangère; du moins je n'en connais pas; et ils ne sont point recouverts.

Ils ont beaucoup de ressemblances minéralogiques avec les gypses de transition; ils reposent souvent sur des terrains de transition; je connais même un gisement (auprès de Bex, en se dirigeant sur les montagnes au N.-E.) où ils forment presque une continuation du gypse de transition déterminé, et dans une étendue de plusieurs lieues, sauf quelques interruptions.

On serait porté à présumer que ces gypses superficiels sont postérieurs aux premiers, mais qu'ils appartiennent également aux terrains de transition; qu'il se serait déposé du gypse à plusieurs reprises pendant ce période de formation, de manière que le premier dépôt serait au sein même du terrain et le dernier à sa surface, sans cependant se montrer associé à des roches de formation postérieure.

Mais, d'un autre côté, ces mêmes gypses superficiels des Alpes ont aussi beaucoup de rapports avec les gypses secondaires anciens observés dans la Bavière, le Salzbourg, la Thuringe et ailleurs. Ces derniers sont aussi pour la plupart également blancs; ils contiennent, comme les premiers, de la chaux anhydrosulfatée, du sel gemme, des sources salées; ils avoisinent fréquemment de la chaux carbonatée fétide, qui n'est pas rare dans les terrains de transition des Alpes: en un mot, ils n'ont avec eux presque qu'une seule différence, mais qui est à la vérité importante; c'est qu'ils reposent sur

des roches de formation secondaire, et font partie d'un terrain essentiellement postérieur aux terrains de transition.

On est également embarrassé de prononcer entre ces deux rapprochemens; il est donc infiniment plus sage *de maintenir encore une distinction entre ces gypses, et de décrire le premier dans les terrains de transition, le second à la suite de ces terrains, et le troisième, comme on le fait ordinairement, dans les premiers terrains secondaires.*

Quel que soit le jugement qu'on porte un jour sur ces dépôts gypseux, l'ordre que je viens d'indiquer n'aura amené aucune confusion.

Il est néanmoins très-utile, tout en séparant ces gypses, de faire ressortir les rapports qui les lient entre eux, et qui sont si frappans, *qu'on croirait que ce sont trois membres épars d'un même genre de formation opérée dans les mêmes circonstances, mais à différentes époques d'un dépôt continu.*

Qu'on se rappelle qu'il n'y a pas toujours des limites bien tranchées entre les terrains de transition et les premiers terrains secondaires, et de même entre les premières divisions qu'on a cru reconnaître dans ces derniers; qu'il y a souvent des passages des uns aux autres; que le calcaire alpin est souvent difficile à distinguer du calcaire de transition; que, par conséquent, tout porte à croire qu'il y a eu continuité dans ces formations; que certaines roches se rencontrent également dans plusieurs membres, d'ailleurs assez distincts, de cette série (le calcaire fétide dans le terrain de transition et celui de calcaire alpin, l'oolite dans ce dernier et dans le calcaire du Jura); et alors cette triple position d'un gypse,

qui paraît présenter par-tout des caractères analogues, cessera de paraître si extraordinaire.

Cette opinion néanmoins mériterait d'être confirmée par des observations nouvelles. Puisse-t-elle fixer l'attention des géologues qui seront à portée d'observer ces différens gypses, et de les comparer!

Je terminerai ici ce mémoire, qui est, comme on l'a vu, le résultat de plusieurs années successives d'observations; les bornes dans lesquelles j'ai dû me renfermer m'ont forcé à ne présenter que les faits principaux, et à me restreindre beaucoup dans les développemens et les discussions qui leur sont relatives.

Je suis loin de croire avoir épuisé cette matière; peut-être les circonstances me mettront-elles en état de présenter quelque jour de nouveaux faits; je serais étonné s'ils m'amenaient, je ne dis pas à modifier, mais à contredire les opinions que je viens de mettre en avant. Car si je me suis attiré souvent le reproche de trop douter, je mériterai peut-être aujourd'hui un reproche contraire, du moins relativement aux gypses qui ont été regardés comme primitifs; au surplus, ayant déjà eu tant d'occasions d'observer des gypses anciens, et en général des terrains de transition, on pense bien que je saisirai avec empressement celles d'en observer de nouveaux, afin de les comparer et de fixer enfin d'une manière positive leurs caractères essentiels et leurs rapports avec d'autres terrains; car, comme l'a dit un savant illustre, celui de tous les géologues qui a le plus observé: « *L'ancienne nete relative des formations est l'objet principal d'une science qui doit nous faire connaître la constitution du globe.* »

MÉMOIRE

*SUR LE TRAITEMENT DU SULFURE DE PLOMB
au fourneau à réverbère et au fourneau
écossais;*

PAR M. PUVIS, Ingénieur ordinaire au Corps royal
des Mines.

Ce Mémoire a pour objet de donner le détail des opérations qui s'exécutent dans le traitement du sulfure de plomb, soit à l'état de schlich cru au fourneau à réverbère, soit à l'état de schlich grillé au fourneau écossais, et de présenter la théorie de ces opérations.

Il est le résultat des observations que j'ai faites à Pesey avec quelques-uns de mes camarades, particulièrement M. Voltz, pendant le séjour que nous fîmes ensemble sur l'établissement en janvier et février 1808: je ne m'étais pas proposé, en le rédigeant, de le rendre public; je ne lui attribuais pas assez de prix pour cela; mais les événemens, en nous enlevant l'utile établissement de Pesey, l'ont rendu plus intéressant: j'ai pensé dès-lors qu'on ne serait pas fâché de retrouver en détail, et avec exactitude, la description d'une partie des opérations métallurgiques qui s'exécutaient avec succès sur cet établissement.

On a déjà, il est vrai, sur ce sujet, de bons renseignemens, soit de M. Lelivec, relativement au fourneau écossais (1), soit de MM. Beaunier et Gallois sur le fourneau à réverbère, tel qu'il est employé à Poullaouen (2); mais j'ai cru que malgré cela des détails plus circonstanciés, des différences importantes dans le travail et dans la manière d'envisager les phénomènes, pourraient encore présenter quelque intérêt, et c'est ce qui me détermine à communiquer ces notes.

Je renvoie du reste aux mémoires cités, particulièrement pour la description des deux fourneaux et des outils employés.

(1) *Journal des Mines*, n°. 120.

(2) *Journal des Mines*, n°. 93.