

travail aurait difficilement mérité de paraître dans mon Journal, et qu'au cas qu'une pareille opinion n'eût été émise que par impolitesse envers M. Vauquelin, je n'aurais certainement pas permis, en qualité de rédacteur, qu'elle fût imprimée, puisque j'ai la plus haute estime pour M. Vauquelin, et que je connais très-bien son mérite et ses talens très-rares. Vous voyez, par ce que je vous marque, que ni M. John ni moi n'avons manqué aux égards dus à M. Vauquelin. Je vous prie donc de vouloir bien lever ce petit mal-entendu dans le plus prochain n<sup>o</sup>. du *Journal des Mines*.

J'ai pensé que le meilleur moyen de répondre au désir de M. Gehlen était de publier sa Lettre. Je me bornerai seulement à remarquer que personne n'a pu voir un manque d'égard dans le procédé de M. John, puisque les chimistes dont il blâmait la méthode n'étaient pas nommés; c'est à ce silence qu'est due la méprise que j'avais commise, ne sachant pas que d'autres que M. Vauquelin eussent attribué à l'acide carbonique la propriété de dissoudre le carbonate de manganèse.

(Note de M. Descostils.)

*ERRATA pour le présent numéro.*

Page 303, dans le titre, avec parties bleues et rouges; supprimez et rouges.

*Errata du Tome XXII.*

Page 259, ligne 25, comme l'ont prouvé, lisez, comme l'ont proposé.

JOURNAL DES MINES.

N<sup>o</sup>. 137. MAI 1808.

OBSERVATIONS GÉOLOGIQUES

*Sur des Terrains de transition qui se rencontrent dans la Tarentaise et autres parties de la chaîne des Alpes.*

Par A. J. M. BROCHANT, Professeur de minéralogie à l'Ecole des Mines (1).

1. LES naturalistes ont distingué depuis longtemps deux classes principales de terrains, les *primitifs* qui ne contiennent aucuns débris de corps organisés et aucune roche de transport, et les *secondaires* qui en renferment.

Ce qu'on entend par terrain de transition.

(1) Ce Mémoire, tel qu'il est ici publié, n'est pas le même que l'auteur a lu sur le même objet à la Classe des sciences de l'Institut national en mars 1807. Ce dernier, quoique renfermant les mêmes observations et les mêmes conclusions, était infiniment plus court. L'auteur s'était contenté d'y exposer les faits les plus importants, et il avait retranché des discussions particulières et beaucoup de détails de localités qui auraient été peu intéressans dans une lecture publique; mais on les a laissés subsister ici, afin de donner aux géologues qui visiteront ces contrées, et surtout aux élèves des mines qui y habitent, des indications

Volume 23.

X

Ce n'est que depuis vingt ans que M. Werner et autres minéralogistes allemands ont reconnu la nécessité d'intercaler entre ces deux classes, une troisième à laquelle on a donné le nom de *terrains de transition*, parce qu'ils forment, pour ainsi dire, la *transition* des primitifs aux secondaires.

Cette classe de terrains était d'autant plus importante à distinguer des autres, qu'elle est extrêmement intéressante par les dépôts de minerais qu'on y rencontre. On peut citer pour exemples les mines du Harz et de quelques autres cantons de l'Allemagne.

Leur composition.

2. D'après ce qui a été observé jusqu'ici, les terrains de transition sont composés :

1°. De *calcaires*, tantôt grenus, tantôt compactes, souvent parsemés de filons qui sont d'une couleur plus claire que la masse, et qui paraissent formés presque en même tems qu'elle.

2°. De *poudingues* à fragmens de roches primitives et ciment de schiste micacé. (C'est la *grauwacke* des Allemands).

3°. De *schistes argileux* un peu micacés qui

précises des différens lieux qu'il leur importe le plus d'observer.

Cependant l'auteur n'a pas cru devoir suivre la marche topographique qui, à la vérité, peut être plus avantageuse pour servir de guide aux voyageurs, mais qui a le grand inconvénient de séparer souvent les uns des autres les faits les plus analogues, et de ne mettre aucune liaison dans les descriptions, ce qui les rend d'une lecture fastidieuse. Il a adopté le plan qui lui a paru le plus favorable pour servir de base à ses conclusions, dans lesquelles il expose l'idée qu'il s'est formée de la constitution géologique de la Tarentaise et des contrées qui l'avoisinent.

ont beaucoup de rapports avec la roche précédente et l'accompagnent assez souvent. (C'est la *grauwacke schisteuse* des Allemands).

4°. D'une *roche amphibolique* connue sous les noms de *trapp*, de *grünstein*, de *cornéenne*, et que nous désignerons ici sous ce dernier nom.

5°. De *houille sèche* connue sous les noms de *kohlenblende* et d'*anthracite*.

On sait aussi que les débris de végétaux et d'animaux commencent à paraître dans ce terrain, mais qu'ils y sont rares, et qu'ils ne se rencontrent que dans les couches supérieures, et pour ainsi dire dans la limite qui avoisine le plus les terrains secondaires.

3. L'objet de ce Mémoire est de prouver qu'il existe dans les Alpes des terrains de transition. Les minéralogistes allemands en ont déjà indiqué dans le Tyrol et le Salzbourg, et Saussure a donné lieu de présumer qu'il en existait aussi dans la partie des Alpes qu'il a parcourue, puis qu'il a reconnu généralement que dans les limites qui séparent les primitifs des secondaires, on trouve souvent des roches de transport, (poudingues ou brèches); mais il n'a pas déterminé d'une manière précise quelles sont les roches qui s'associent aux roches de transport pour constituer ces terrains de transition, et ne nous a tracé ni l'ensemble des caractères qui distinguent ces terrains des primitifs, ni les rapports qu'ils ont avec eux. Les observations que je vais exposer pourront remplir en partie ce vide.

4. Avant de parler de ces terrains de transition des Alpes, il est bon de jeter un coup-

X 2

On n'avait pas encore décrit ceux des Alpes.

Il y a dans les Alpes deux chaînes minéralogiques.

d'œil sur la constitution de cette grande chaîne de montagnes.

La partie centrale, qui est la plus élevée et qui forme le partage des eaux entre la France et l'Italie, est composée de roches de la nature des primitives, au moins en apparence. Mais à l'Ouest du côté de la France, cette chaîne centrale est bordée dans toute sa longueur, depuis la mer jusqu'en Suisse et au-delà, par une chaîne secondaire qui forme pour ainsi dire le premier rang des Alpes.

Le minéralogiste doit donc reconnaître, dans les Alpes, deux chaînes différentes, l'une primitive, l'autre secondaire. Elles se distinguent parfaitement l'une de l'autre, tant par la nature des roches qui les constituent, que par leur stratification et la forme de leurs sommités.

Dans la chaîne primitive, ce sont des roches très-variées, souvent composées d'éléments cristallins, et ayant tous les caractères des roches primitives. Dans la chaîne secondaire, on ne trouve presque que du calcaire compacte souvent mélangé de corps marins, sur-tout dans les parties les plus éloignées du terrain primitif. L'une renferme beaucoup de gîtes de minerais métalliques, l'autre en offre à peine quelques faibles traces. Dans la première, la stratification est presque toujours à peu près verticale, et la direction la plus générale des couches est du Nord-Est au Sud-Ouest; dans la seconde, les couches, quoique contournées en grand, sont plus généralement horizontales. Dans la chaîne primitive, les sommités sont hérissées de pointes aiguës très-élevées au-dessus de leurs bases, les escarpemens très-

rapides, mais non absolument verticaux; dans la chaîne secondaire, la plupart des cimes sont des plateaux parsemés de quelques rochers peu proéminens, et les escarpemens sont verticaux (1).

Ces deux chaînes se trouvent d'ailleurs souvent séparées naturellement par des vallées qui se sont ouvertes dans leur jonction. On peut citer la grande vallée du Rhône dans le Valais, celle de l'Isère, depuis Conflans jusqu'à Grenoble; enfin en suivant plus loin les Alpes jusqu'en Allemagne, la vallée de l'Inn (voyez §. 10). Cependant il y a quelques endroits où la chaîne secondaire s'élève jusque sur les flancs de la chaîne centrale.

5. C'est dans cette chaîne centrale, regardée jusqu'ici comme entièrement primitive, que j'ai observé les terrains de transition que je vais décrire.

Les terrains de transition se trouvent dans la chaîne centrale.

Ayant fait plusieurs voyages dans cette partie du département du Mont-Blanc, qu'on appelait autrefois *la Tarentaise*, j'ai reconnu que les montagnes de cette contrée étaient composées presque uniquement de ce genre de terrain. J'en ai observé aussi dans d'autres parties des Alpes que j'ai parcourues, et après

(1) Cette différence dans la forme des sommités est tellement caractérisée, que quand on a pris l'habitude de les observer, elles peuvent servir à déterminer de loin, au premier coup-d'œil, la nature des montagnes avec quelque certitude. Cette différence est même souvent consacrée dans le langage populaire; on donne le plus ordinairement le nom de *pics*, *d'aiguilles*, aux rochers aigus qui couronnent les montagnes primitives, et celui de *dents* aux rochers peu élevés qui surmontent çà et là les plateaux des secondaires.

avoir long-tems étudié sur la nature, les caractères de ces terrains de transition, j'ai pu retrouver plusieurs exemples dans les descriptions que Saussure nous a données. Car les ouvrages de cet illustre savant, aussi exact physicien que bon naturaliste, ont cet avantage rare, que partout où il n'a pas découvert la vérité, il est au moins resté dans le doute et n'a pas émis d'opinion erronée; il s'est alors contenté de décrire, et il a toujours si bien vu et si bien décrit la nature, que ceux qui visitent après lui les mêmes contrées, admirent l'exactitude avec laquelle il a exposé les faits, et ne peuvent qu'en ajouter de nouveaux et jamais ou presque jamais rectifier ceux qu'il a indiqués. Aussi sera-t-il dans tous les tems le modèle des bons observateurs.

Si j'ai cru devoir hasarder des conclusions qu'il n'a pas osé prononcer, c'est que j'ai eu l'avantage de séjourner long-tems dans une contrée qu'il n'a pas observée, et dans laquelle ces terrains de transition des Alpes sont très-abondans et très-bien caractérisés.

Au reste, Saussure avait pressenti les conclusions qui termineront ce Mémoire, lorsqu'il disait : « *Qu'il ne faut pas tant se presser de classer au nombre des roches primitives celles qui sont composées de quartz et de mica, ou plutôt que la nature n'a pas cessé tout-à-coup de produire des montagnes primitives* ». ( Voyages dans les Alpes , §. 846 ) (1).

(1) Saussure, en parlant ainsi, se fondait principalement sur l'opinion qu'il avait alors que tous les calcaires étaient

6. Je commencerai par tracer la position géographique de la Tarentaise et des pays qui l'environnent, en indiquant les caractères les plus frappans des montagnes qui les couvrent; je donnerai une courte description des roches principales qui se rencontrent dans la Tarentaise seulement, et dans ces deux exposés j'aurai soin de faire remarquer les rapports géologiques qui pourraient au premier abord faire regarder ces terrains comme primitifs.

Ordre que l'on va suivre.

Mais reprenant ensuite avec plus de détails ces descriptions, je m'attacherai sur-tout à désigner les associations de roches les plus fréquentes qui se rencontrent dans la Tarentaise; et c'est de ces associations que je déduirai les caractères qui m'ont déterminé à ranger ce terrain parmi les terrains de transition.

Je terminerai, en comparant ce terrain de la Tarentaise avec d'autres terrains semblables que j'ai observés dans les Alpes ou qui ont été décrits par Saussure.

Enfin je tâcherai d'établir les rapports qui existent dans les Alpes entre les terrains primitifs et le terrain de transition.

7. Le *comté de Tarentaise*, ainsi qu'on le nommait autrefois, comprend toute la vallée de la Haute-Isère, depuis Conflans jusqu'à ses sources. Si on remonte cette rivière depuis Grenoble, on voit qu'elle traverse une large vallée qui se dirige à peu près du Sud-Ouest au Nord-Est; mais à Conflans l'Isère change

Position géographique et limites de la Tarentaise.

secondaires; mais il avait aussi un autre motif, en ce que les quartz micacés qu'il observait étaient associés à des pouddingues. Nous en parlerons plus bas, §. 22.

brusquement de direction et remonte vers le Sud-Est ; il est alors encaissé dans une vallée très-étroite dont il occupe presque tout le fond : c'est cette vallée que l'on désigne sous le nom de *Tarentaise*. Elle forme beaucoup de sinuosités jusqu'au pied du mont Iseran, à quelques lieues du mont Cénis. Elle se partage, en différens points, en plusieurs vallées dont quelques-unes sont assez étendues ; mais le développement de la vallée ou du torrent principal seul est d'environ 10 myriamètres ou 25 lieues. La *Tarentaise* est bornée à l'Est par la chaîne centrale des Alpes, depuis le col de la Seigne et le Petit-Saint-Bernard, jusqu'au mont Iseran, dans une longueur directe d'environ 4 myriamètres. Au Sud elle est séparée de la Maurienne par une haute chaîne de montagnes qui s'appuie sur la chaîne centrale dont elle est un rameau. Une autre chaîne semblable la sépare au nord de la vallée de Beaufort et du Faucigny, et ces deux chaînes viennent se terminer brusquement sur les deux rives de l'Isère auprès de Conflans, ce qui forme la limite du côté de l'Ouest (1).

8. Les montagnes qui bordent sur la droite la grande vallée de l'Isère, depuis Montmelian jusqu'à Conflans, font partie de la chaîne secondaire dont nous avons parlé plus haut, §. 4,

(1) Moutiers est la ville principale du pays et le chef-lieu de la sous-préfecture ; attaché depuis 1802 à l'École des mines qui y est établie, comme professeur de minéralogie et de géologie, j'ai fait un grand nombre d'excursions dans tout le pays. J'ai toujours été accompagné de quelques élèves des mines, et je dois beaucoup à leur zèle et à leur

Sol de la  
 grande val-  
 lée de l'Isère.

qui borde à l'Ouest la chaîne primitive des Alpes. En effet, elles sont toutes de calcaire compacte plus ou moins analogue à celui du Jura : on y rencontre en plusieurs endroits beaucoup de débris de corps marins. La mine de houille d'Entreverne, qui se trouve sur le prolongement de cette même chaîne, est encaissée dans un calcaire coquiller ; la stratification y est régulière : quoique fortement contournée en grand en certains endroits, elle s'approche généralement plus de l'horizontale. Les cimes sont presque toujours des plateaux bordés d'escarpemens verticaux, comme ceux des chaînes calcaires secondaires du Jura et autres dont la stratification est horizontale. On ne rencontre point dans cette chaîne de gîte de minerai. Le fond de cette large vallée n'est pas occupé à beaucoup près par le torrent ; le terrain va en s'élevant graduellement jusqu'aux premiers escarpemens et en formant différens monticules. On ne trouve dans ces monticules que des matières de transport, parmi lesquelles on reconnaît beaucoup de roches primitives, ou au moins semblables aux primitives dont l'origine est plus éloignée, et qui attestent de grandes alluvions fort anciennes à un niveau bien au-dessus de celui de l'Isère.

sagacité. J'ai souvent profité des descriptions géologiques qu'ils ont été chargés de faire chaque année comme objet de concours, quoique j'eusse auparavant observé les lieux qu'ils avaient parcourus. J'ai même invité quelques-uns d'entre eux à visiter des points importans sur lesquels je ne pouvais me transporter, et les observations qu'ils m'ont communiquées m'ont été fort utiles.

Mais si l'on traverse l'Isère et que l'on gagne la rive gauche de la vallée, le terrain change entièrement de nature, et les montagnes prennent une forme et un aspect tout différent; elles ont beaucoup de caractères des montagnes primitives; on s'aperçoit que l'on est déjà sur les premiers rameaux de la chaîne centrale des Alpes, et on y reconnaît les caractères que nous avons assignés plus haut à cette chaîne centrale. Le rocher sur lequel est bâtie la ville de Conflans est un quartz feuilleté très-micacé contourné; le quartz domine également dans la plupart des roches que l'on trouve sur toute la rive gauche, jusqu'au-delà du point où l'Isère reçoit la rivière d'Arc qui descend de la Maurienne. On y rencontre beaucoup de gîtes de minerais métalliques. L'Isère forme donc en cet endroit, comme nous l'avons indiqué, la séparation entre les deux terrains; exemple remarquable qui, joint aux autres semblables cités plus haut, confirme une observation faite par Saussure, que les vallées se sont ouvertes très-fréquemment dans la limite qui séparait des roches d'une époque de formation différente.

Ce même partage de terrains existe encore dans la vallée de l'Arly, qui est comme le prolongement de la grande vallée de l'Isère, et qui communique avec le Faucigny auprès de Sallenche par le col de Mégève. Ici cependant la séparation n'est pas aussi nette et ne s'observe que jusqu'à la moitié de la vallée. A cet endroit le calcaire secondaire de la droite se trouve également sur la gauche, et de là se prolonge sur une des pentes de la vallée de Monjovet qui

communique avec la Tarentaise par le col du Bonhomme.

Cet aperçu ne paraîtra pas inutile en ce qu'il trace les limites à l'Ouest et au Nord du terrain dont on va voir la description. Je ne puis assigner de même ses limites au Sud et à l'Est, parce que le terrain de la Tarentaise se continue d'un côté en Maurienne et en Piémont par le mont Cénis, et de l'autre, dans la vallée d'Aoste par le Petit-Saint-Bernard et le Cramont. Il me serait difficile de déterminer les points où il se termine n'ayant pu les découvrir; mais j'observerai cependant que de ces deux côtés le terrain qui lui succède n'est pas, comme dans la Savoie, le calcaire secondaire; mais des serpentines et autres roches primitives: et j'ajouterai, que le partage entre les deux terrains (en supposant qu'ils soient réellement séparés et qu'il n'y ait pas un passage presque insensible de l'un à l'autre), que ce partage, dis-je, est au moins infiniment moins prononcé que celui qui a été indiqué.

Les montagnes de la Tarentaise font donc évidemment partie de ce que nous avons appelé *la chaîne centrale des Alpes*. Nous allons maintenant entrer dans de plus grands détails sur les caractères qu'elles présentent et la nature du sol qui les constituent.

g. La vallée principale de la Tarentaise est presque partout extrêmement resserrée, même dans sa partie inférieure; ce qui est d'autant plus remarquable, qu'elle débouche dans une vallée très-large. En beaucoup d'endroits le torrent baigne de chaque côté le pied des escarpemens et le chemin est taillé dans le roc. Il y

Sol de la Tarentaise, forme des vallées, stratification.

a cependant plusieurs renflemens, comme auprès d'Aime et de Saint-Maurice, qui paraissent avoir été remplis autrefois par des lacs. Les vallées latérales présentent les mêmes dispositions.

La stratification est très-régulière et s'écarte peu de la verticale. Les roches ne sont point contournées en grand comme les calcaires secondaires : certaines roches schisteuses présentent, il est vrai, des contournemens ou plutôt des ondulations dans leurs feuillets ; mais ces roches sont rares, et les surfaces de leurs bancs, vues en grand, peuvent être considérées comme planes.

La direction des roches est assez constante, et presque toujours du Nord-Est au Sud-Ouest (1) ; les escarpemens sont très-rapides, mais ils ne sont point aussi abruptes et verticaux que dans les calcaires secondaires stratifiés horizontalement. Leur forme varie suivant qu'ils se sont formés sur le plan ou sur la tranche des couches. Les sommités ne sont pas des plateaux comme dans les calcaires horizontaux, mais elles sont hérissées de pointes aiguës comme dans les hautes montagnes de granite et autres

---

(1) La même direction domine dans une grande partie de la chaîne des Alpes ; je l'ai observé dans les lieux que j'ai parcourus ; et je m'en suis encore assuré en relevant toutes les directions prises par Saussure ; la chaîne centrale est également dirigée du Nord-Est au Sud-Ouest ; phénomène remarquable qui peut donner lieu à bien des systèmes, mais qui prouve au moins incontestablement que cette longue chaîne de montagnes a été formée ou modifiée par une opération simple et unique de la nature.

de la classe des primitives dont la stratification est verticale.

On ne connaît encore que très-imparfaitement la hauteur des principales sommités ; mais si on en juge par celle des cols qui communiquent avec la Tarentaise, on peut juger par aperçu que leur hauteur s'élève depuis deux jusqu'à quatre mille mètres. La plupart des cimes sont couvertes de neige toute l'année.

Les pointes de rochers qui forment les sommités s'élèvent du milieu de plateaux inclinés dont le sol n'est qu'un amas de leurs débris. Ces plateaux forment la région des pâturages d'été, et descendent même souvent jusque dans les régions occupées par des hameaux d'hiver, mais rarement ils s'étendent sans interruption jusqu'au fond de la vallée. Généralement ils se terminent à une seconde ligne d'escarpemens que bordent de nouveaux plateaux, ou plutôt de nouvelles pentes de débris qui descendent jusqu'au torrent. Quelquefois ces pentes inférieures n'existent pas, et les seconds escarpemens sont baignés par le torrent. Cette forme de vallées a sans doute des exceptions, mais on l'observe assez généralement dans la Tarentaise, et elle existe également dans beaucoup d'autres parties de la chaîne centrale des Alpes (1).

Si je ne craignais de m'écarter de mon objet

---

(1) Je ne sais si quelques observateurs ont indiqué cette disposition ordinaire des pentes de montagnes qui terminent les vallées des Alpes ; mais je l'ai vérifiée dans beaucoup d'endroits, et elle me paraît indiquer deux époques de creusement dans l'intervalle desquelles l'action des eaux sur leur

en entrant dans des détails topographiques, je pourrais m'étendre plus au long sur ce qui concerne la forme des montagnes et des vallées et la stratification; mais ce simple aperçu suffit pour faire voir que sous tous ces rapports la Tarentaise paraît présenter les apparences d'un terrain primitif.

Roches  
principales  
de la Taren-  
taise:

10. Décrivons maintenant les différentes roches qui se rencontrent dans cette contrée.

a. *Calcaire grenu, tantôt en masse, tantôt veiné et même schisteux, presque toujours mélangé de talc, ou de mica en paillettes ou fibreux, souvent de quartz en grains quelquefois visibles, quelquefois tacheté ou glanduleux.* C'est la roche la plus commune dans la Tarentaise et celle qui forme les plus grandes masses. Il y a peu d'endroits où on ne la rencontre; il y a des variétés qui ressemblent au plus beau marbre cipolin.

b. *Calcaire compacte ordinairement jaunâtre, rarement gris, mélangé quelquefois de cristaux de feldspath et de quartz sous forme porphyroïde.* Cette roche n'est pas rare, mais elle ne forme jamais de grandes masses: elle ne contient aucuns débris de corps marins.

c. *Schiste argileux à feuillets minces, souvent mélangé de calcaire ou de grains de*

lit était presque nulle. Il y a des vallées où on pourrait assigner un plus grand nombre d'époques, mais plus ordinairement on n'observe que deux ordres d'escarpemens. Pour déterminer la forme générale d'une vallée, il faut l'observer du haut d'une sommité; alors on voit disparaître toutes les petites irrégularités locales que l'on rencontre lorsque l'on gravit les montagnes qui la bordent.

*quartz, quelquefois à tissu fibreux.* Le mica et le talc y sont souvent disséminés: le talc surtout est très-abondant dans certaines variétés; ce qui rend ces schistes onctueux, et les a fait appeler *schistes stéatiteux*. Cette roche est la plus abondante après les calcaires grenus qu'elle avoisine toujours. Certaines variétés sont employées comme *ardoises*.

d. *Quartz compacte, tantôt tout-à-fait en masse et sans mélange, tantôt schisteux et alors mélangé de mica ou de talc, quelquefois veiné à feuillets contournés.* Cette roche est encore très-fréquente, mais moins que les calcaires grenus et les schistes argileux. Les variétés en masse se divisent naturellement en rhomboïdes irréguliers (1).

e. *Schistes micacés à feuillets brillans; le mica y est abondant, le quartz souvent isolé et quelquefois le feldspath.* Ils forment pour ainsi dire la limite des quartz micacés; ils ne sont pas si abondans dans la Tarentaise que dans les pays environnans, comme nous le verrons; ils avoisinent le calcaire grenu.

f. *Schistes micacés à petites paillettes de*

(1) Ce quartz compacte ressemble tout-à-fait à un grès quartzueux à grains fins, et l'on verra ci-après (§. 20 et 32) que M. de Saussure l'avait pris pour un grès. Il est absolument mat et opaque et n'a pas la cassure conchoïde du quartz. Considéré minéralogiquement, il diffère tout-à-fait du quartz hyalin amorphe de M. Haüy et du quartz commun en masse de M. Wernér; il est au quartz hyalin en masse ce que la chaux carbonatée compacte est à la chaux carbonatée lamelleuse en masse. Je pense donc qu'il devrait être décrit à part comme sous-espèce du quartz: on pourrait le désigner sous le nom de *quartz compacte*.



*mica isolées qui ne rendent point les surfaces brillantes.* La masse est terreuse, terne et peu dure. Il y a des variétés dont les feuilletés sont unis et luisans sans que le mica soit apparent. Ces roches sont assez communes, sur-tout dans le voisinage des anthracites.

g. *Houille sèche peu bitumineuse, ou anthracite mélangée de pyrites et de nœuds de quartz, accompagnée de schistes noirs bitumineux.* Ses gîtes sont mal déterminés; tantôt elle paraît former une couche, tantôt un filon. On en a découvert en plusieurs endroits; elle est toujours accompagnée de schistes micacés, variété f.

h. *Gneiss, ou schiste micacé porphyroïde à cristaux de feldspath.* Cette roche aurait pu être rangée avec les schistes micacés dont elle paraît être une variété, mais j'ai préféré l'indiquer séparément, son gissement présentant des circonstances particulières. Elle n'a été trouvée qu'en deux endroits, près de Cevin et près de Pesey.

i. *Amphibole en masses fibreuses presque sans mélange, si ce n'est de quelques pyrites.* Cette roche est rare; on ne l'a encore rencontré que dans les montagnes au-dessus de Saint-Maurice.

l. *Cornéenne ou amphibole compacte.* Elle se rencontre avec la précédente; on en a aussi trouvé auprès de Cevin.

m. *Serpentine.* Il n'en existe qu'en un seul endroit dans la Tarentaise; c'est auprès de Sainte-Foix: elle y est accompagnée de calcaire grenu.

Nous avons dit que l'on trouvait dans la Tarentaise

Tarentaise beaucoup de gîtes de minerais métalliques; ils y sont toujours en masses ou veines contemporaines aux couches des roches, et presque jamais en filons.

Jusqu'ici toutes les roches que nous avons décrites paraissent être de la nature des primitives; mais on rencontre en quelques endroits des *roches arénacées* (1) qu'on ne peut s'empêcher de rapporter à une époque de formation postérieure à celle des roches primitives; on peut en distinguer deux sortes.

n. *Poudingue calcaire à pâte grenue et fragmens compactes.* Cette roche est remarquable en ce que le calcaire compact, généralement plus moderne que le calcaire grenu, est ici d'une formation antérieure. On la trouve à Villette, à trois lieues au-dessus de Moutiers, sur les bords de l'Isère; elle est connue depuis long-tems sous le nom de *brèche tarentaise* chez les marbriers qui l'ont fait exploiter; cependant je ne l'ai point vue décrite dans aucun ouvrage de géologie. La brèche du col de la Seigne décrite par Saussure (§. 841, 848 et 850), se rapporte à cette espèce. Je l'ai observée en 1797 avec Dolomieu, qui ne balançait pas à la reconnaître pour une roche arénacée.

o. *Poudingue quartzeux à pâte de schiste micacé et fragmens de quartz, schiste micacé,*

(1) J'ai donné le nom générique de *roches arénacées* à toutes ces roches connues sous les noms de *poudingues, brèches, grès*, qui ont cela de commun d'être formées à la manière des sables par l'agglutination dans une pâte ou ciment quelconque de fragmens détachés d'autres roches préexistantes. C'est ce que les Allemands désignent sous le nom d'*agglomerat*.

*schiste argileux et autres roches primitives.*  
Elle se trouve au Bonhomme , à Montagny et ailleurs.

Nous verrons par la suite qu'il y a beaucoup de roches parmi celles que nous avons indiquées plus haut , qui doivent être rapportées à ces deux dernières espèces.

Gypses et tufs.

11. Enfin pour compléter cette suite de roches qui se rencontrent dans la Tarentaise , il faudrait y ajouter les *gypses* et les *tufs calcaires*.

Mais les *tufs calcaires* ne faisant point partie du sol principal , leur description est absolument indifférente pour déterminer sa nature : d'ailleurs ils ont déjà été caractérisés par Saussure dans plusieurs chapitres de ses *Voyages* , et il n'y aurait que peu de chose à y ajouter. Nous nous contenterons ici de dire que ces tufs sont toujours calcaires , qu'ils renferment des fragmens des roches environnantes , et qu'ils sont entièrement semblables à ceux que forment journellement des chutes d'eau en beaucoup d'endroits des contrées que nous décrivons.

Quant aux *gypses* il est plus difficile de déterminer leur position relativement au sol principal. Beaucoup d'observations me portent à croire qu'ils sont d'une formation postérieure ; cependant il en est d'autres qui m'ont laissé quelques doutes. Saussure a prononcé de même sur les gypses des Alpes en général : il regarde ceux du mont Cénis comme évidemment *secondaires* , mais il a cru ne pas pouvoir prononcer aussi affirmativement sur plusieurs gypses du Valais. Bien plus , MM. Freisleben et de Buch , et d'après eux tous les minéralogistes allemands ,

ont indiqué du *gypse primitif* à Airolo , au pied du Saint-Gothard. Enfin M. Daubuisson en a décrit aussi (*Jour. des Min.* n<sup>o</sup>. 128 ) , qu'il a observé dans le Piémont , à peu de distance de la Tarentaise. N'ayant pas visité moi-même ces gypses , j'étais tout-à-fait disposé à adopter l'opinion des minéralogistes éclairés que je viens de citer ; mais ayant reçu des échantillons de ces gypses , j'ai été très-étonné de leur trouver une grande ressemblance avec ceux que j'ai observés dans la Tarentaise , et que j'avais jugés postérieurs à un terrain que je regardé comme un terrain de transition.

On sent bien qu'au milieu d'opinions si opposées et d'après des faits qui paraissent si contradictoires , il est impossible de décider cette question. Peut-être serait-il utile de réunir ici tous les faits observés , de les discuter et de les comparer entre eux ; mais cette discussion serait trop étendue et nous écarterait trop de l'objet principal de ce Mémoire auquel elle est d'ailleurs tout-à-fait indifférente.

En effet , si je n'ose prononcer que ces gypses sont postérieurs au sol principal de la Tarentaise , je puis au moins affirmer qu'ils ne lui sont pas antérieurs ; et il est impossible d'en prendre cette idée. Tout ce que l'on pourrait admettre , c'est qu'ils font partie de ce terrain , et cette supposition ne peut rien changer à ce qui va être dit pour prouver que c'est un terrain de transition. Il suffirait alors d'ajouter le gypse à l'énumération des roches qui le composent.

Je ferai donc ici abstraction de ces gypses ,

mais je me propose d'y revenir dans un autre Mémoire.

Ce terrain paraîtrait devoir être primitif.

12. On voit que dans toute cette suite des roches de la Tarentaise (les gypses et les tufs exceptés) il n'y a que les poudingues *n* et *o* qui soient évidemment étrangers aux roches primitives. Mais sans un examen très-attentif on pourrait facilement se persuader que ces poudingues sont d'une formation plus moderne que le sol principal. Le poudingue calcaire de Villette forme un monticule isolé au milieu de la vallée ; celui de la Seigne se trouve dans une position qu'affectent ordinairement dans les Alpes les dépôts secondaires. On en peut dire autant des poudingues quartzeux du Bonhomme. De plus, ces sortes de poudingues (pour ne parler ici que de ceux qui sont incontestables) sont assez rares, et à moins de les avoir observés dans plusieurs gisemens, d'avoir découvert leur alternative avec d'autres roches, et les différens passages qui peuvent les en rapprocher, on serait naturellement fondé à croire qu'ils sont superposés et formés postérieurement à toutes les autres roches que nous avons décrites, et qui présentent tant de caractères des roches primitives.

Ainsi, en se bornant à cet aperçu rapide des roches qui constituent le sol principal de la Tarentaise, et à la description que nous avons donnée plus haut de leur stratification et de la forme des montagnes et des vallées, il paraîtrait naturel, d'après les idées que les géologues nous donnent des terrains primitifs, de prononcer que celui de la Tarentaise appartient à cette classe ; aussi plusieurs observateurs qui

ont visité cette contrée en ont-ils pris cette opinion. Dolomieu lui-même, à qui je demandai en 1801 quel était le gissement de l'anhracite de la Tarentaise, me dit *qu'elle se trouvait en couches et en filons dans des schistes micacés qu'il regardait comme primitifs* (1).

13. Je vais maintenant développer les différens caractères qui m'ont fait reconnaître que le terrain de la Tarentaise doit être rangé dans la classe des terrains de transition.

Il appartient aux terrains de transition.

Les caractères essentiels qui distinguent les terrains primitifs de tous les autres, sont qu'ils ne contiennent jamais des débris de végétaux ou d'animaux, et qu'on n'y rencontre point de couches de roches arénacées, c'est-à-dire, de roches composées de fragmens d'autres roches (2). Tous les géologues paraissent d'accord sur cette distinction, et il est généralement reconnu que les roches arénacées ou les pou-

(1) C'est d'après cette assertion que j'ai donné le gissement de l'anhracite dans mon *Traité de Minéralogie* ; mais Dolomieu n'avait fait que passer dans la Tarentaise, et n'avait pas été à portée d'observer les caractères marquans qui peuvent servir à déterminer la nature du terrain. Sans doute il n'avait pas observé l'anhracite de Montagny dont nous parlerons bientôt ; car il n'eut pas balancé à reconnaître qu'elle avait un gissement semblable à celle qu'il avait vue en Dauphiné.

(2) Il n'est point impossible qu'un terrain primitif contienne des fragmens d'un autre terrain primitif plus ancien. On en a cité quelquefois. (V. Sauss. §. 1632, 1633, 2143). Mais sans vouloir discuter ces exemples, il est certain que les fragmens y étaient peu nombreux, et que jamais on n'a trouvé dans les terrains primitifs des couches entièrement composées de fragmens, comme dans les terrains de transition et les terrains secondaires.

dingues se trouvent ordinairement sur la limite qui sépare les terrains primitifs de ceux qu'on appelle *secondaires*. (V. Saussure, §. 594 et 596.)

D'après ce qui a été dit plus haut, §. 1, de la constitution des terrains de transition observés en Allemagne, on a vu que le caractère principal de ces terrains consiste en ce qu'ils renferment des roches de transport et quelques débris de végétaux et d'animaux.

Si donc nous parvenons à prouver que les poudingues calcaires que nous avons décrits alternent avec les calcaires grenus, et que ce calcaire est associé également à plusieurs des roches que nous avons indiquées; que les anthracites et les poudingues quartzeux constituent un même terrain, qu'on y a trouvé des empreintes végétales, qu'enfin ces deux sortes de terrains plus ordinairement séparés sont quelquefois associés, il ne sera plus possible de regarder le terrain de la Tarentaise comme un terrain primitif.

Quant à ce qui résulte de la forme des montagnes, il suffit de dire que cette disposition des cimes en pointes aiguës, ces escarpemens rapides, mais inclinés, n'appartiennent pas exclusivement aux montagnes primitives, mais à toutes les hautes montagnes dont les couches sont verticales; qu'il y a même des montagnes primitives qui n'étant pas stratifiées verticalement, n'affectent pas cette forme qui dépend uniquement de la verticalité; que par conséquent cette forme observée dans une chaîne de montagnes, prouve seulement que sa stratification est généralement verticale, mais ne

peut rien faire conclure affirmativement sur son origine.

Passons donc à l'examen des différentes associations qu'affectent les roches que nous avons indiquées.

Commençons par les calcaires grenus qui sont, comme nous l'avons dit, la roche la plus commune dans la Tarentaise.

14. Des calcaires mélangés de talc et très-schisteux, tels qu'on en observe un grand nombre dans la contrée que nous décrivons, et notamment au Petit-Saint-Bernard, alternent avec les couches de la brèche calcaire aplatie du col de la Seigne.

Les calcaires y alternent avec des poudingues calcaires.

La pâte calcaire grenue du poudingue de Villette, a une ressemblance parfaite avec les calcaires grenus de la Tarentaise; elle est plus fortement colorée que la plupart d'entre eux, mais la teinte est la même, d'un gris-rougeâtre ou bleuâtre. Elle forme des couches qui alternent avec des calcaires grenus semblables à tous les autres. Le monticule dont elle fait partie est à la vérité presque isolé au milieu de la vallée, mais il ne présente aucune circonstance qui puisse faire présumer que sa formation soit postérieure à celle des montagnes environnantes; il paraît plutôt avoir été détaché ou séparé de l'une d'elles.

En effet, en examinant avec soin toutes les roches qui environnent Villette sur la droite de l'Isère, on voit qu'il y a parmi elles beaucoup d'autres poudingues calcaires qui alternent avec des calcaires grenus. Ces poudingues, il est vrai, ne sont pas aussi faciles à déterminer que les premiers, et quoique dès la première

vue je les aie considérés comme tels, j'ai longtemps hésité à prononcer définitivement.

Ils présentent communément l'aspect d'une roche glanduleuse ou d'un calcaire tacheté; ils sont schisteux, renferment beaucoup de parties fibreuses de la nature du talc, alternent souvent avec des schistes argilo-calcaires traversés de filons blancs calcaires parallèles fibreux, que nous désignerons sous le nom de *schistes rubanés*.

Mais en considérant que les parties glanduleuses ou les noyaux calcaires sont compactes, et la pâte grenue, comme dans le *marbre de Villette*, que leur texture n'a aucun rapport avec celle des substances formées par concrétion ou par cristallisation, que ces noyaux sont coupés de filons qui ne se prolongent point dans la pâte, que ces noyaux ne renferment point comme elle de parties talqueuses, et ont d'ailleurs un aspect tout différent, que leur forme est absolument celle des fragmens d'un poudingue, que dans les surfaces exposées à l'air on observe des cavités arrondies ou anguleuses produites par la destruction des noyaux qui les remplissaient, et présentant la forme des fragmens dans les poudingues, qu'enfin l'on parvient quelquefois à extraire de ces noyaux et qu'ils ressemblent à des galets roulés par les torrens, il n'est plus permis de douter que ces roches ne soient de véritables poudingues analogues à celui désigné sous le nom de *marbre de Villette*.

Ce même poudingue calcaire se rencontre, avec les mêmes caractères, auprès de Moutiers, en remontant l'Isère.

Mais la détermination de la structure arénacée de cette roche conduit à reconnaître un grand nombre d'autres poudingues parmi les calcaires de la Tarentaise.

Le rocher de la Madelaine, qui ferme au Nord - Ouest le bassin où est situé la ville de Montiers, est composé d'un calcaire grenu grisâtre, alternant avec des *schistes rubanés*, semblables à ceux de Villette, et dans lesquels cette structure singulière est mieux caractérisée; aussi c'est en cet endroit qu'on a recueilli les échantillons les plus curieux, et ils étaient désignés sous le nom de *schistes de la Madelaine* (1). Parmi ces calcaires grenus il y en a plusieurs qui présentent assez distinctement la structure

(1) C'est ici le lieu de dire un mot sur la disposition extraordinaire que présentent ces *schistes rubanés*. Les surfaces de leurs feuillettes sont fibreuses; les filons blancs les traversent perpendiculairement dans toute leur épaisseur; leur direction est également perpendiculaire à la direction fibreuse des schistes; ces filons sont parallèles entre eux et très-rapprochés, souvent à deux centimètres de distance; leur largeur dans les schistes de la Madeleine ne va jamais au-delà de 4 à 5 millimètres; leur masse est un calcaire fibreux blanc, dont les fibres sont dirigés comme les fibres du schiste.

Mais ce qui est très-remarquable, c'est que ces filons ne traversent jamais les couches ou feuillettes de calcaire grenu ou de poudingue calcaire qui sépare les feuillettes des schistes. On peut compter quelquefois dans l'épaisseur d'un décimètre jusqu'à six couches différentes alternativement de calcaire et de schiste. Tous les schistes sont coupés par les filons blancs parallèles, et aucun calcaire n'en présente les plus faibles traces.

On peut supposer que lors de la formation de ces roches, il y eut un retrait dans les schistes argilo-calcaires, et qu'il

glanduleuse de ceux de Villette, et ayant avec eux beaucoup d'autres analogies, peuvent également être reconnus pour des poudingues; cependant il en est d'autres dans lesquels les taches ou parties glanduleuses étant à peu près de même couleur que la pâte qui est ici peu grenue, il est difficile de ne pas croire qu'elles

n'y en eut point dans les calcaires dont la structure cristalline leur donnait une plus grande force de cohésion. Le retrait suivit la direction perpendiculaire aux feuillets, parce que c'était celle de la moindre résistance. Il suivit également la direction perpendiculaire aux fibres, peut-être parce que dans l'état de dessiccation imparfaite où elles étaient alors, leur gonflement les empêchait de se séparer latéralement. Au reste, quelle qu'en soit la cause, il est de fait que cette direction de retrait perpendiculairement aux fibres, a lieu dans toutes les substances fibreuses.

Le fluide qui est venu pénétrer de nouveau toute la masse du schiste par suite des dépôts successifs d'autres couches, a pour ainsi dire filtré à travers les fibres, et a déposé à leur extrémité une matière calcaire très-pure et blanche, ce qui a donné à ces petites veines calcaires la structure fibreuse. Cette formation explique très-bien le partage que l'on observe au milieu de ces filons blancs, et perpendiculairement aux fibres; souvent même il y a plusieurs lignes de séparation semblables, mais toujours en nombre impair, ce qui donne constamment un nombre pair de couches fibreuses dans le filon. Cette régularité, qui a déjà été décrite par M. Gillet-Laumont, suppose plusieurs retrait successifs.

Ces filons blancs sont ordinairement très-prolongés sur les feuillets des schistes, mais quelquefois ils se ressèrent et finissent par se fermer, ce qui s'accorde très-bien avec l'idée que l'on a des effets d'un retrait qui agit toujours inégalement.

Derrière le rocher de la Madeleine et près de la Chapelle-d'Aigueblanche, on voit un bel escarpement qui présente

ont été formées en même tems; mais la nature vient ici au secours du géologue, et lui découvre, par la décomposition de ces roches, le secret de leur formation. Les surfaces exposées à l'air présentent tout-à-fait l'aspect d'un poudingue. Les parties glanduleuses étant de calcaire compacte, s'altèrent autrement que la pâte qui est de calcaire grenu; les premières sont alors d'une couleur beaucoup plus claire que la pâte, et on

une suite de couches alternatives chacune de plus d'un demi-mètre d'épaisseur de ces calcaires et de ces schistes. Les filons blancs parallèles s'y rencontrent et présentent les mêmes caractères. Ils ne pénètrent que les schistes et s'arrêtent aux bancs calcaires; mais ils sont bien plus larges: il y en a qui ont un décimètre de largeur. Les échantillons qu'on peut en recueillir ne sont pas aussi recherchés, parce qu'ils ne réunissent pas sur un même morceau plusieurs filons parallèles, et qu'ils ne se séparent pas, comme ceux de la Madeleine, toujours à la jonction du schiste et du calcaire; mais le phénomène de cette singulière structure y est encore plus remarquable.

Je n'ai pu observer ce bel escarpement sans me rappeler ce que les voyageurs nous ont appris des fameux filons de plomb sulfuré du Derbyshire. On sait qu'ils se rencontrent dans un terrain de calcaire coquillier; que les bancs calcaires sont quelquefois entrecoupés par des bancs d'une roche amygdaloïde à base de cornéenne, que les Anglais nomment *toadstone*, et qu'alors le filon se termine brusquement sans que le *toadstone* en conserve aucune trace; mais qu'en perçant à travers cette roche jusqu'à un nouveau banc calcaire, on y retrouve quelquefois le filon de galène (*J. des M.* n°. 68, p. 115). Il m'a semblé que ce gissement avait quelque analogie avec celui que nous venons de décrire: au reste, il faut supposer qu'il a été bien observé, et que ces prétendus filons ne sont pas des masses contemporaines aux couches calcaires; ce qui est d'autant plus probable, que l'on trouve souvent dans ce même terrain des couches de galène.

distingue très-bien leur forme, tantôt anguleuse, tantôt arrondie, qui est celle des fragmens d'un poudingue.

En réunissant tous ces caractères, et sur-tout l'existence au milieu de ces roches comme au milieu des poudingues schisteux de Villette, de ce *schiste rubané* dont la structure est un accident rare, il est impossible de ne pas regarder toutes ces roches comme appartenant à la même formation, et dès-lors il est difficile, en raison de toutes ces analogies, de ne pas décider que les roches dont nous venons de parler ne soient également des poudingues. Ils alternent aussi avec des bancs de calcaire grenu.

On trouve auprès de Pesey des blocs calcaires isolés, dont la surface décomposée présente le même aspect que les roches de Moutiers que nous venons de citer. Le même caractère s'observe dans beaucoup de galets calcaires des vallées de Bozel et de Saint-Jean-de-Belleville: on n'a pas encore observé en place ces poudingues, mais à Pesey ils se trouvent sur les flancs d'une montagne dont les bancs calcaires, tantôt grenus, tantôt compactes, sont entrecoupés de couches du même schiste rubané de Villette et de la Madelaine. Il est donc au moins probable que dans cet endroit, comme partout ailleurs, ces poudingues alternent avec le calcaire grenu qui constitue les montagnes de cette contrée, dont la stratification a toujours, comme on l'a dit, une direction constante.

15. Plusieurs calcaires grenus de la Tarentaise sont fétides et donnent l'odeur particulière aux hydrosulfures alkalis. Cette propriété, qu'on

Ils sont quelquefois fétides.

doit naturellement attribuer à la décomposition de quelque matière sulfureuse, pourrait absolument appartenir à des roches primitives qui souvent renferment des pyrites. Cependant il est de fait que les calcaires fétides nous sont donnés généralement comme étant d'origine secondaire, et qu'ils sont assez ordinairement peu éloignés de quelque matière bitumineuse. D'après cela l'origine primitive attribuée à quelques autres pourrait être au moins contestée.

Mais ici les caractères fétides se trouvent dans le voisinage des houilles pyriteuses, à Saint-Bon, dans la vallée de Bozel et au Petit-Saint-Bernard; il est donc assez probable que c'est à ces houilles qu'on doit attribuer leur fétidité. Nous verrons d'ailleurs que le terrain qui renferme ces houilles alterne quelquefois avec des calcaires grenus.

16. Nous avons cité plus haut du calcaire compacte parmi les roches de la Tarentaise: il est rare qu'on n'en trouve pas quelques blocs dans les torrens; il est vrai qu'ils sont peu nombreux en comparaison des calcaires grenus, mais on en trouve des couches en place en plusieurs endroits. On en a observé dans le calcaire grenu de Moutiers, le même qui renferme des bancs de poudingues calcaires. Il s'en trouve auprès de Pesey, dans des calcaires semblables que nous avons décrits; au Petit-Saint-Bernard, dans des calcaires grenus feuilletés; au Bonhomme; auprès de Saint-Bon et ailleurs. Dans ce dernier endroit j'ai observé un rocher dont une moitié était de calcaire compacte, et l'autre de calcaire très-grenu fétide: il n'y a donc aucun doute que le calcaire compacte ne

Ils alternent avec du calcaire compacte.

soit associé au calcaire grenu dans le sol de la Tarentaise; et cette circonstance tend à rapprocher le terrain de cette contrée des terrains secondaires dont le calcaire compacte fait la base principale, tandis qu'on n'en trouve point ordinairement dans les terrains primitifs (1).

Parmi ces calcaires compacts il en est dont la pâte est homogène, mais plusieurs autres sont traversés dans tous les sens de petits filons blancs, ou au moins d'une couleur plus claire que la masse, et qui paraissent formés par retrait et remplis par filtration presque en même tems qu'elle; caractère distinctif qui est indiqué, comme on l'a vu plus haut, par M. Werner, pour reconnaître le calcaire de transition, et qui se rapporte ici très-bien aux autres caractères du calcaire que nous décrivons.

Cependant ce calcaire compacte de la Tarentaise présente un caractère particulier que nous avons déjà indiqué, et qui lui donne des rapports avec les roches primitives; c'est qu'il renferme quelquefois des cristaux de quartz et de feldspath disséminés, ce qui constitue une roche porphyroïde à pâte calcaire; fait nouveau, très-intéressant pour la géologie. En 1797, voyageant avec Dolomieu dans les Alpes, nous trouvâmes cette roche en fragmens anguleux épars: ils paraissaient évidemment provenir de quelque sommité environnante; néanmoins nous ne pûmes observer cette roche en place. Mes

(1) On a cependant cité quelques calcaires primitifs compacts, et entre autres un qui a été trouvé en Ecosse, et qui renferme des cristaux d'amphibole avec lesquels il constitue un vrai porphyre.

recherches à cet égard furent également infructueuses dans deux voyages que j'ai faits depuis sur cette montagne; mais en 1806 j'ai rencontré au Petit-Saint-Bernard cette même roche en couches bien prononcées alternant avec un calcaire feuilleté talqueux. Elle est moins compacte que celle du Bonhomme, et ne contient presque que du quartz. Mais dans celle-ci le feldspath est plus abondant: il y est en petits cristaux tabulaires rhombiformes, semblables à ceux qu'on trouve fréquemment dans l'Oisans et qui se rapportent à la variété *quadri-décimale* de M. Haüy. Ces roches, au Petit-Saint-Bernard, sont en couches inclinées de 45° à l'Ouest et dirigées vers le Nord-Est comme toutes les roches de la vallée de Tarentaise; ce qui prouve que ces roches appartiennent à la même formation qui a couvert toute cette contrée.

On voit donc que l'existence du feldspath dans ce calcaire compacte ne suffit pas pour le ranger parmi les calcaires primitifs, puisque tous les autres caractères de gissement prouvent qu'il fait partie de ce terrain de calcaire grenu qui renferme des poudingues.

Il y a dans la Tarentaise des calcaires qui paraissent compacts et qui ne sont que des calcaires grenus à grains fins; mais ceux dont nous parlons ici sont entièrement compacts et ressemblent au calcaire du Jura.

17. Il résulte de tout ce qu'on vient de dire sur le *calcaire grenu de la Tarentaise*, qu'en un grand nombre d'endroits il alterne avec des couches de poudingues calcaires, qu'il est quelquefois fétide, qu'il contient souvent des bancs

Conclusion  
sur le terrain calcaire.



de calcaire compacte quelquefois fendillé, caractères qui ne peuvent convenir à un calcaire primitif, mais qui se rapportent très-bien à l'idée que les géologues nous ont donnée du calcaire de transition.

Et que l'on ne croie pas qu'il y ait dans la Tarentaise deux sortes de calcaires, l'un primitif, l'autre de transition; ils appartiennent tous à la même formation. Une foule de circonstances géologiques et d'accidens particuliers, les mêmes alternatives d'autres roches, et sur-tout de ce schiste rubané dont nous avons parlé et qui se trouve presque partout plus ou moins bien caractérisés prouvent évidemment que c'est un seul et même terrain. Mais nous verrons bientôt qu'il y a dans les Alpes d'autres calcaires grenus ayant assez d'analogie avec celui de la Tarentaise, et qui cependant sont primitifs; que le passage de l'un à l'autre terrain est insensible, et que le dernier est pour ainsi dire la limite de l'autre.

On n'y a pas encore trouvé de coquillages.

18. Il eût été bien intéressant de trouver dans le calcaire de la Tarentaise quelques débris de coquillages ou autres corps marins: la question n'eût pas été indécise; mais jusqu'ici on n'en a rencontré aucune trace. Au reste, les terrains de transition que l'on a observés ailleurs n'en contiennent que très-rarement, et toujours dans les couches supérieures, ou du moins dans la limite qui s'approche le plus des secondaires; et je ne doute pas qu'on n'en trouve de même dans les Alpes. Je possède un calcaire grenu qui provient des montagnes au-dessus de Martigny en Valais (terrain semblable à celui de la Tarentaise et que nous aurons occasion de

de citer), qui renferme des ammonites, mais je ne l'ai pas observé en place.

19. Nous allons maintenant passer en revue d'autres roches qui alternent souvent avec le calcaire, et qui par conséquent font partie du même terrain.

Nous avons déjà parlé plusieurs fois de ce schiste argilo-calcaire rubané qui accompagne très-souvent le calcaire grenu; nous avons dit aussi que le calcaire était très-souvent schisteux. On voit ces deux genres de roches former le passage aux véritables schistes argileux dans lesquels on ne peut plus reconnaître le calcaire. Plusieurs cependant sont encore effervescens avec les acides; certaines ardoises employées en Tarentaise présentent ce caractère.

Les schistes argileux alternent avec le calcaire.

On voit les schistes argileux proprement dits alterner en grandes masses avec le calcaire, entre Aime et Saint-Maurice, et de même dans les montagnes qui avoisinent le col du Bonhomme. (V. Saussure, §. 770 et 773). Ailleurs il est rare qu'il ne s'en trouve pas quelque couche; mais cette roche étant bien plus sujette à la décomposition que les calcaires, elle est presque toujours dans un état de destruction, et les lieux où elle prédomine sont toujours couverts d'éboulemens considérables qui empêchent de découvrir les roches en place. C'est ce qu'on observe, sur-tout auprès de Saint-Maurice, où les flancs des montagnes ne présentent que des masses énormes de débris schisteux, qui entraînées par de grandes pluies, causent quelquefois des ravages affreux.

A Pesey, la mine de plomb s'exploite dans un schiste argileux onctueux, quelquefois mélangé

de talc fibreux. Le minéral fait partie d'une masse ou amas considérable qui est contemporain aux couches. On ne trouve point de bancs calcaires dans les travaux qui se dirigent toujours dans la même couche de schiste argileux. Mais au dehors, derrière la fonderie, au-dessus des travaux, on trouve d'autres schistes argileux *rubanés* assez onctueux, que nous avons déjà cités, alternant avec des calcaires grenus. La direction est la même que dans la mine : l'inclinaison est moindre, il est vrai ; mais cette irrégularité se rencontre souvent dans les roches schisteuses, sur-tout quand elles sont, comme celle-ci, très-contournées. Je n'ai donc aucun lieu de douter que ce schiste argilo-stéatiteux, et par conséquent la mine de Pesey, n'appartiennent au terrain calcaire de la Tarentaise.

On trouve d'autres schistes argilo-stéatiteux encaissés dans des calcaires, au hameau du Glacier, au pied du col de la Seigne.

Les quartz alternent avec les calcaires et les schistes argileux.

20. Les quartz compactes sans mélange et les quartz micacés que nous avons indiqués, forment le plus ordinairement des masses énormes très-bien stratifiées, souvent même schisteuses, mais sans aucune alternative d'autres roches. C'est ainsi qu'on l'observe auprès de Pesey, au Sud-Est et au Nord-Est de la mine, au col de Lavanoise, au Chapiu et ailleurs. Il paraît difficile alors de déterminer si cette roche appartient au même terrain que le calcaire ; cependant, dans les différens lieux qui viennent d'être cités, on a de fortes présomptions pour l'affirmative. Ces quartz avoisinent de très-près le calcaire qui constitue toutes les moutagnes

environnantes, et si des terres végétales empêchent d'observer leur jonction, on peut au moins reconnaître la direction des couches du quartz, qui est assez généralement la même que celle des calcaires, et toujours du Nord-Est au Sud-Ouest. De plus, à Pesey, sur la montagne, au Nord est la mine ; le quartz se trouve à deux hauteurs différentes en couches verticales, et entre ces deux gissemens on trouve le calcaire.

Au reste, le quartz étant, comme nous l'avons vu très-souvent, disséminé en grains dans le calcaire de la Tarentaise, comme au Chapiu, au Bonhomme, au Petit-St.-Bernard et ailleurs, il est assez naturel de présumer que le quartz qui était si abondant dans ce terrain aura pu y constituer quelquefois des couches entières.

Malgré toutes ces circonstances on n'aurait encore qu'une preuve incomplète ; mais on trouve auprès de Tines des couches de quartz semblables encaissées immédiatement dans des couches calcaires ; le même gissement s'observe auprès de Sainte-Foix, aux environs du Bonhomme, au Petit-Saint-Bernard, et en d'autres endroits, mais d'une manière moins évidente. Au col de la Seigne on trouve le quartz alternant avec ces mêmes ardoises, qui alternent à peu de distance avec des calcaires. (V. Saussure, §. 846.) Il y a de ces quartz qui sont mélangés de calcaire et qui font effervescence avec l'acide nitrique. (V. Saussure, §. 780) (1).

(1) Saussure donne à ces quartz le nom de *grès* dans ses premiers volumes ; il m'a paru que depuis il avait changé

Nous avons indiqué une variété de quartz qui est très-veinée et à feuilletts contournés. Son gissement dans le terrain calcaire n'étant pas aussi évident, nous en traiterons séparément.

Les schistes micacés, var. e. alternent avec les calcaires.

21. Les quartz dont nous venons de parler sont souvent tellement micacés que le quartz devient peu apparent; ce sont alors de vrais *schistes micacés*. Nous en avons distingué deux variétés: il s'agit seulement ici de la première à feuilletts brillans. Ces schistes micacés alternent avec les calcaires auprès de Moutiers et dans les montagnes qui avoisinent le Bonhomme et le Petit-Saint-Bernard. J'en ai observé sur la pente orientale de cette dernière montagne des couches bien déterminées encaissées dans du calcaire grenu. Il est rare que l'on y rencontre du feldspath, cependant on en trouve dans les schistes micacés de Moutiers. Cette roche n'est pas très-abondante dans les calcaires de la Tarentaise, mais elle leur est toujours associée; nous verrons que dans des calcaires analogues, dans d'autres endroits des Alpes, elle se trouve plus fréquemment.

Les schistes argileux, les quartz et les schistes micacés de la Tarentaise font donc partie du même terrain que le calcaire: ces roches ne sont donc point ici dans un terrain primitif. Examinons maintenant le gissement des autres roches.

d'opinion. Au reste, si ces quartz étaient réellement du grès, il en résulterait que le terrain de la Tarentaise renfermerait un bien plus grand nombre de *roches arénacées* que nous n'en avons indiqué.

22. L'anhracite se rencontre en beaucoup d'endroits; mais nous nous bornerons à citer cinq de ses gissemens principaux, qui sont situés à Moutiers, à Macot, à Landry, au Petit-Saint-Bernard et à Montagny. C'est dans les deux derniers que j'ai le mieux observé les circonstances géologiques qui caractérisent ce terrain.

Les anthracites sont accompagnées de poudingues quartzeux et de schistes micacés, var. f.

A Montagny, l'anhracite forme tantôt des amas irréguliers parallèles aux couches, assez épais, mais peu étendus, tantôt des couches déterminées. Elle est souvent entrecoupée de veines de quartz blanc, et elle en renferme quelquefois des rognons: elle est aussi toujours mélangée de pyrites; elle est encaissée dans un schiste noir bitumineux qui est lui-même accompagné d'un schiste micacé gris à petites paillettes, et à feuilletts non brillans (var. f.) qui renferme quelquefois des petites veinules d'anhracite granuleuse. Ces caractères et cette association se rencontrent également dans les autres gîtes d'anhracite; mais à Montagny le schiste micacé adhère immédiatement à des poudingues quartzeux à pâte de schiste micacé et fragmens de roches primitives dont il est impossible de ne pas reconnaître la structure arénacée. C'est la variété *o* décrite ci-dessus.

Ce caractère géologique, qui se rapporte très-bien avec celui que présentent les anthracites de l'Oisans et de Lischwitz, près Gera en Saxe (*Journ. des Min.* n°. 81), prouve déjà évidemment, contre l'opinion qui s'était accréditée, que les anthracites de la Tarentaise n'appartiennent pas à un terrain primitif, mais à un *terrain de transition*.

Je n'ai pas trouvé dans les autres gissemens

de l'anhracite des poudingues aussi bien caractérisés ; mais ayant observé ces roches dans les lieux où leur structure arénacée est évidente comme à Montagny, et sur-tout aux Allues, village qui est en face du premier, de l'autre côté de la vallée de Bozel, ayant vu leurs passages à d'autres variétés dans lesquelles la structure arénacée est moins caractérisée, il m'a été facile ensuite de reconnaître ces mêmes roches dans beaucoup d'autres endroits de la Tarentaise, et sur-tout dans le voisinage de tous les autres gîtes d'anhracite. Ces roches sont communément des schistes à feuillets lisses présentant peu de mica apparent (var. *f.*) ; on y distingue toujours des petits grains de quartz dont quelques-uns peuvent être contemporains à la masse, et dont les autres ont tout-à-fait la forme de fragmens. Il s'y trouve aussi des fragmens de schistes argileux, mais ils sont plus rares. On est donc fondé à conclure de toutes ces analogies que l'on vient d'indiquer, que l'anhracite de la Tarentaise est toujours accompagnée de poudingues quartzeux micacés à fragmens primitifs.

L'anhracite renferme des empreintes végétales.

23. Si les anhracites de Montagny nous ont présenté avec plus d'évidence ce caractère important, celles du Petit-Saint-Bernard nous en offrent un autre qui est encore plus décisif. Le schiste bitumineux qui les accompagne présente des *empreintes végétales* qu'il est impossible de révoquer en doute ; elles paraissent être dues à des roseaux et autres plantes graminées.

A Villarlurin, près de Moutiers, on trouve également des empreintes de roseaux et autres plantes dans le schiste qui accompagne l'anhracite.

A Landry, lesschistes bitumineux renferment aussi quelques empreintes de plantes, mais beaucoup moins nettes ; et sans leur grande analogie avec celles du Petit-Saint-Bernard et de Villarlurin, on aurait peut-être droit de contester leur nature.

On n'a pas trouvé jusqu'ici de semblables empreintes dans les autres gîtes d'anhracites de la Tarentaise, mais celles de l'Oisans qui se rencontrent dans un terrain semblable, comme nous l'avons dit, sont encaissées dans des schistes qui présentent beaucoup d'empreintes végétales.

24. J'ai cherché vainement à trouver, dans la Tarentaise, de l'anhracite en filons comme quelques observateurs l'avaient annoncé. A la Contamine près de Moutiers et au Petit-Saint-Bernard, elle est en veines irrégulières de peu d'étendue, qui ont pu être prises pour des filons ; mais en les observant avec soin, on reconnaît que ces prétendus filons sont des veines ou amas irréguliers contemporains aux couches, comme dans la plupart des autres gîtes d'anhracite.

Elle ne se rencontre point en filons.

25. Nous avons déjà établi que le terrain calcaire et le terrain d'anhracite de la Tarentaise étaient de la classe des *terrains de transition*, et nous avons montré qu'ils renfermaient le plus grand nombre des roches que nous avons décrites ; mais nous n'avons pas encore indiqué le rapport qui existe entre ces deux terrains, et s'ils appartiennent ou non à une même formation.

Le terrain calcaire et le terrain d'anhracite appartiennent à une même formation.

Le terrain d'anhracite est ordinairement superposé au terrain calcaire ; il est donc au moins

certain qu'il s'en est formé beaucoup après les dépôts calcaires ; mais les observations suivantes prouvent qu'il s'en est déposé également pendant la formation des calcaires et en alternative avec eux.

A la Contamine, l'anthracite se trouve vers le milieu d'une espèce de cirque qui entoure la ville de Moutiers au Nord-Est. Elle y est encaissée dans ces schistes micacés que nous avons reconnu être des poudingues mal caractérisés (§. 19). Ces roches sont presque verticales, dirigées du Nord-Est au Sud-Ouest. Elles se montrent au jour dans un espace de quelques mètres seulement. Des terres végétales empêchent de reconnaître leur jonction avec le terrain calcaire qui se découvre des deux côtés à moins de 600 mètres de distance. Il est difficile d'imaginer que le terrain ait pu changer à la fois, des deux côtés, dans un espace si peu étendu ; mais cette supposition devient impossible, lorsque l'on observe la direction des couches calcaires qui est la même que celle des schistes micacés renfermant l'anthracite ; car si ces roches étaient postérieures au calcaire, il faudrait imaginer qu'elles seraient venu se placer verticalement entre les bancs verticaux du calcaire.

L'autre gîte d'anthracite, près de Villarlurin, de l'autre côté du bassin de Moutiers, et qui paraît être une prolongation de celui de la Contamine, est également entouré de calcaire sans qu'on puisse observer leur jonction.

Dans les autres gîtes d'anthracite de la Tarentaise le calcaire n'est pas aussi rapproché, et on n'y trouve pas, comme ici, une identité par-

faite de direction ; mais il y a d'autres considérations qui forcent de reconnaître que ces deux terrains appartiennent à une même formation.

Ces poudingues à fragmens primitifs qui accompagnent l'anthracite, se distinguent essentiellement de toutes les autres roches arénacées, et il est facile de les reconnaître dans d'autres endroits où ils se trouvent sans aucune couche d'anthracite.

A Ugine, près de Conflans, ces poudingues constituent d'énormes bancs entrecoupés des mêmes schistes micacés que nous avons indiqués. Leur direction est la même du Sud-Ouest au Nord-Est. Il est vrai que dans cet endroit on ne peut observer leur association avec le calcaire, quoique cette roche ne soit pas éloignée.

Mais au col du Bonhomme on trouve ce même poudingue plongeant sur des couches calcaires et alternant avec elles. Ces mêmes calcaires alternent plus loin avec des poudingues calcaires. Je n'ai pas observé ces derniers ; mais on ne récusera pas à cet égard le témoignage de Saussure. (*Voyage dans les Alpes*, §. 763 et 2226).

Nous citerons plus bas, dans les pays qui avoisinent la Tarentaise (§. 32), des exemples aussi marquans de cette association du terrain calcaire avec le terrain de poudingue à fragmens primitifs ; c'est à Valorsine et à Martigny. Et ce terrain étant le même que le terrain d'anthracite, on doit donc reconnaître que le terrain calcaire et le terrain d'anthracite appartiennent à une même formation, dont cependant les dépôts les plus anciens renferment une plus grande abondance de calcaire.

Gissement  
des autres  
roches.

26. Il nous reste à déterminer le gissement de quelques autres roches que nous avons décrites : ce sont les variétés *h*, *i*, *l*, *m*, et une espèce de quartz micacé dont nous avons dit que nous traiterions séparément.

Gneiss de  
Cévin.

Le *gneiss* ou *schiste micacé porphyroïde à cristaux de feldspath*, se trouve en place au-dessus de la roche et auprès de Cévin, dans une montagne où peu de rochers se montrent à découvert ; ce qui rend assez difficile l'observation de son gissement. Cependant si l'on considère que ses couches sont verticales, et dirigées du Nord-Est au Sud-Ouest, comme toutes les autres montagnes de la Tarentaise, que dans leur voisinage on trouve des calcaires et des schistes argileux en bancs verticaux ayant la même direction, qu'enfin ces gneiss ont beaucoup d'analogie avec les schistes micacés que nous avons décrits et qui alternent avec le calcaire, qu'ils n'en diffèrent que par une grande abondance de feldspath, il sera difficile de se refuser à regarder cette roche comme faisant partie du même terrain.

Gneiss de  
Pesey.

27. On trouve aussi une espèce de *gneiss* aux environs de Pesey. On l'observe en place auprès du dernier pont que l'on passe pour arriver à la mine. Il diffère de celui de Cévin en ce qu'il est plutôt veiné que schisteux, et que le feldspath y est un peu moins abondant et en cristaux plus petits ; sa couleur est plus foncée, son gissement est encore plus difficile à déterminer, ses veines sont trop irrégulières pour qu'on puisse observer leur direction. Cette roche forme un escarpement de 30 ou 40 toises au pied de la montagne : au-dessus se trouvent

des calcaires, des quartz, mais sans qu'on puisse découvrir leur jonction. On ne peut donc décider si cette roche fait partie des associations de roches que nous avons décrites ; il serait possible qu'elle appartînt au terrain primitif.

28. Cependant cette roche a beaucoup de rapport avec certains *quartz micacés, gris, veinés, contournés*, qui constituent la montagne opposée, et qui se prolongent dans la vallée de Champagny : ils ne contiennent point de feldspath. On n'a pas, il est vrai, d'observations bien précises pour constater le gissement de ces quartz ; leur direction est trop variable en raison de leur contournement pour qu'on puisse la déterminer : mais comme ces quartz contournés sont associés dans des blocs isolés avec des schistes micacés analogues à tous ceux que nous avons décrits, que ces schistes micacés se trouvent plus loin en place, stratifiés très-distinctement dans la direction du Nord-Est au Sud-Ouest ; que près de là on trouve des calcaires et des quartz ayant cette même direction, je pense qu'il est au moins très-probable qu'ils appartiennent au même terrain : il y a d'ailleurs beaucoup de circonstances locales qui le font présumer.

On pourrait donc étendre cette présomption au *gneiss* dont nous avons parlé plus haut (§. 27) ; mais je préfère laisser cette question indécise. Ce qui sera dit plus bas sur les rapports qui lient le terrain primitif avec le terrain de transition dans les Alpes pourra l'éclaircir.

29. *L'amphibole en masses fibreuses* se rencontre en gros rochers auprès de Bonneval ; il

Quartz mi-  
cacés, vei-  
nés, con-  
tournés.Amphibole  
en masses  
fibreuses.

m'a été impossible de les retrouver en place : mais ces rochers sont si énormes, qu'ils ne peuvent être venus de loin, et cependant toutes les montagnes environnantes sont calcaires. Parmi ces rochers j'en ai observé dont une partie était amphibolique et l'autre de schiste argileux ; presque toutes ces amphiboles font effervescence avec les acides, ce qui prouve qu'elles sont mélangées de calcaire.

Je suis donc très-porté à croire qu'ici l'amphibole aura formé des couches subordonnées dans le calcaire dont elle aura conservé des parcelles, comme les quartz effervescens du Bonhomme (§. 20). Au reste, je ne donne cette opinion que comme une présomption qui ne peut acquérir de certitude que par des observations plus précises.

Cependant l'existence de ces roches amphiboliques dans un terrain de transition ne doit pas paraître extraordinaire, puisque des terrains semblables observés en Allemagne renferment des couches de *grünstein* qui n'est autre chose qu'une roche amphibolique compacte. On en trouve à Schönfels près de Zwickau en Saxe et ailleurs.

Cornéenne. 30. La *cornéenne* ou amphibole compacte se rencontre aussi parmi ces blocs épars auprès de Bonneval ; mais elle y est moins abondante que l'amphibole fibreuse : elle est presque toujours mélangée de pyrites, ce qui est assez ordinaire aux roches où l'amphibole domine. Ce que nous avons dit sur la roche précédente peut donc s'appliquer à celle-ci.

La *cornéenne* existe aussi auprès de Cévin, mais ici on peut l'observer en place. Elle forme

des couches distinctes verticales qui alternent avec un schiste argileux à feuillets minces dont on tire de très-bonnes ardoises. Ces couches sont dirigées du Nord-Nord-Est au Sud-Sud-Ouest, et paraissent former un même système avec des calcaires grenus que l'on rencontre plus loin, et avec le gneiss ou schiste micacé porphyroïde (§. 26) qui fait partie de la même montagne, les couches de ces deux roches ayant la même direction. Il y a en outre une circonstance particulière, c'est que le plomb sulfuré qui se rencontre en différens endroits de la Tarentaise, et toujours en couches ou en amas, jamais en filons, se trouve ici en petites couches dans la cornéenne. Il n'y a donc aucune raison de douter que cette roche ne fasse partie du même système de terrain que le calcaire de la Tarentaise ; et cette conclusion ajoute un nouveau degré de probabilité à celle que nous avons donnée sur l'amphibole et la cornéenne de Bonneval.

31. La *serpentine* n'existe dans la Tarentaise qu'à Sainte-Foix ; elle y est connue depuis longtemps par la belle amianthe dont elle renferme des veines. On peut l'observer en place, en bancs assez mal réglés, encaissés dans des couches de calcaire grenu talqueux, de quartz en masse, de schiste argilo-calcaire ; nature de terrain tout-à-fait semblable aux autres terrains calcaires de la Tarentaise. La direction des couches est encore ici du Nord-Est au Sud-Ouest. Il est donc difficile de ne pas regarder cette montagne comme appartenant à la même formation.

Sans doute il est extraordinaire de voir in-

Serpentine!

diquer une serpentine hors des terrains primitifs ; mais les calcaires grenus talqueux , les schistes micacés feldspathiques , le calcaire porphyroïde à cristaux de feldspath , les quartz en masse enfin devraient également , d'après les idées géologiques reçues , paraître appartenir exclusivement aux terrains primitifs ; et cependant nous avons prouvé qu'ils se trouvaient ici dans un terrain de transition. D'ailleurs il est naturel d'imaginer que les substances talqueuses que nous avons vues presque toujours disséminées dans tout le terrain calcaire que nous avons décrit , ont dû quelquefois être prédominantes et constituer des serpentines ou autres roches de même nature. En effet , on voit à Sainte-Foix ces roches calcaires devenir de plus en plus talqueuses , à mesure qu'elles s'approchent des couches de serpentine.

Au reste , en supposant que cette serpentine et ce calcaire dussent être considérés comme primitifs , l'ordre d'ancienneté de ces roches ne serait pas beaucoup changé , puisque , comme nous le verrons , le terrain primitif de cette partie des Alpes se lie avec le terrain de transition par des passages insensibles. Ces roches appartiendraient alors aux derniers dépôts primitifs.

Ainsi donc de toutes ces roches dont nous avons déjà parlé , il n'y en a qu'un petit nombre sur lesquelles on ne puisse pas prononcer affirmativement qu'elles appartiennent au terrain de transition qui constitue le sol de la Tarentaise ; et on a vu que ces roches étaient peu abondantes.

32. Nous allons maintenant indiquer brièvement différents terrains observés dans les Alpes,

Terrains  
semblables  
observés

qui ont quelque ressemblance avec celui de la Tarentaise. ailleurs dans les Alpes.

En sortant de cette vallée par le col du Bonhomme , on trouve encore pendant quelque tems , dans la vallée de Montjoye , des calcaires grenus ; ils alternent avec des schistes micacés et des ardoises : on n'y a pas observé de poudingues en place , mais on en rencontre des fragmens jusqu'au bas de la vallée. ( *V. Saussure* , §. 748. )

Dans celle de Chamouni , le granite , le gneiss dominant ; mais ils ne constituent que les sommets : les bases des montagnes sont d'une autre nature de roches qui sont appliquées contre les premières. Le calcaire grenu s'y rencontre quelquefois ; il est très-quartzeux , et alterne avec les mêmes roches que dans la vallée de Montjoye. ( *V. Saussure* , §. 709 , 711. )

A la Tête-Noire , on observe du cipolin ou calcaire grenu talqueux adhérent à des schistes micacés effervescens. ( *V. Saussure* , §. 702. )

Plus loin , à Valorsine , ce même calcaire alterne avec des ardoises , des quartz que Saussure appelle des *grès* comme ceux du Bonhomme ( §. 20 ) , et il incline sur des poudingues à fragmens primitifs ; disposition qui confirme ce que nous avons avancé , que ce dernier terrain s'est formé en même tems que le calcaire. L'exemple suivant nous en fournira encore une nouvelle preuve. Ces poudingues de Valorsine sont semblables à ceux de la Tarentaise. Ils sont célèbres parmi les géologues , en ce que leur disposition en couches à peu près verticales , a servi de preuve à Saussure pour démontrer la nécessité d'admettre la formation des roches



en couches horizontales, et leur relèvement postérieur quelle qu'en soit la cause. Nous avons vu qu'il y a dans la Tarentaise beaucoup d'autres poudingues en couches presque verticales. (V. Saussure, §. 694.)

A Martigny et à Saint-Maurice, dans le Bas-Valais, on trouve également le calcaire micacé, et entre ses bancs on observe à la fois des couches de *pétrosilex*, de *roches feldspathiques*, et des ardoises, des grès, des poudingues à fragmens primitifs. (V. Saussure, §. 1044 à 1079 et sur-tout 1065.) Il est vrai que l'intervalle occupé par toutes ces roches, entre les deux extrémités où le calcaire se rencontre, est assez considérable, mais la régularité des couches, leur direction constante, leur disposition approchant de la verticale, ne permettent pas de douter que toutes n'appartiennent à la même formation. On peut d'ailleurs ici observer cette succession de couches des deux côtés du Rhône. (V. Saussure, §. 1076.)

Il se trouve ici une circonstance remarquable, c'est que dans tous les lieux que nous venons de décrire, les couches sont à peu près verticales et se dirigent presque généralement du Sud-Ouest au Nord-Est, et que la ligne que nous venons de suivre a également cette direction. Il semble que toutes ces montagnes et celles de la Tarentaise ne soient que le prolongement des couches d'un même terrain.

En passant de la Tarentaise en Piémont par le col de la Seigne, on rencontre dans l'Allée-Blanche le calcaire grenu micacé alternant avec des ardoises, des quartz ou grès micacés, et la brèche calcaire aplatie que nous

avons

avons déjà décrite ci-dessus, §. 7 et 11. (V. Saussure, §. 850 à 857.) J'y ai trouvé aussi du *pétrosilex* talqueux analogue à celui de Martigny; mais il constituait une masse isolée, et il est difficile de prononcer si elle appartient à la même formation.

Dans la vallée de la Thuile, qui conduit de la Tarentaise en Piémont par le Petit-Saint-Bernard, le même calcaire grenu alterne avec du quartz et des schistes micacés souvent en couches très-minces. Ce genre de terrain s'étend dans la vallée d'Aoste jusqu'au près de Livrogne. On trouve près du village de la Thuile beaucoup de blocs de poudingues à fragmens primitifs. (V. Saussure, §. 2233.)

Au Cramont, qui sépare l'Allée-Blanche de la Thuile, les quartz, les poudingues calcaires se trouvent avec le calcaire talqueux. (V. Saussure, §. 906 à 915.)

Dans la vallée de Ferret, qui est comme le prolongement de l'Allée-Blanche, c'est encore le même calcaire, les mêmes ardoises; mais ici ces roches sont, comme à Chamouni, appliquées aux granites. (V. Saussure, §. 872.)

Au Grand-Saint-Bernard les calcaires micacés se rencontrent avec des quartz: j'y ai trouvé hors de place des roches amphiboliques.

Plus loin, au glacier de Valsorey, ces mêmes calcaires sont associés à des roches *stéatiteuses*, et renferment de nouveau des poudingues calcaires. (V. Saussure, §. 1012, 1014.)

Dans toute la vallée qui descend du Grand-Saint-Bernard au Valais, on observe encore des calcaires micacés, des ardoises et des quartz micacés. (V. Saussure, §. 1022, 1025.)

Volume 23.

A a

Au mont Cénis, qui est au midi de la Tarentaise, on rencontre des alternatives répétées de calcaires grenus et de schistes micacés; on observe des passages insensibles entre ces roches. (V. Saussure, §. 1255, 1234, 1298, 1301.) On trouve aussi beaucoup de roches semblables dans la Maurienne.

On pourrait citer encore dans les Alpes un grand nombre de lieux où l'on observe des associations de roches analogues à celles de la Tarentaise; mais il vaut mieux se borner en ce moment à celles qui présentent les caractères de ressemblance les plus déterminés.

33. On n'a point encore trouvé d'anthracite dans les terrains que l'on vient de décrire, et à l'exception de celle du Dauphiné qui, comme nous l'avons dit (§. 22 et 23), a le même gissement que celle de la Tarentaise, je n'en connais qu'un seul exemple dans d'autres parties des Alpes jusqu'au Saint-Gothard; c'est en Valais, au lieu dit *la Chandoline*, auprès de Sion. J'observai cette anthracite en 1797; j'étais alors prévenu de l'idée que cette substance combustible appartenait aux terrains primitifs; je ne vis dans les couches environnantes que des schistes micacés primitifs; l'anthracite y constitue une couche mal déterminée. Je ne puis aujourd'hui prononcer sur la nature de ces roches, ayant perdu les échantillons que j'en avais recueillis; mais je suis persuadé que j'en prendrais à présent une toute autre idée, et que je retrouverais dans ces schistes micacés les caractères de ceux décrits plus haut (§. 10, var. f et §. 22), qui accompagnent l'anthracite de la Tarentaise et les poudingues à fragmens

Un seul  
exemple  
d'anthra-  
cite.

primitifs; et cette conjecture est d'autant plus probable, que parmi les galets amenés par le Rhône dans le pays de Vaud, on trouve souvent des poudingues à fragmens primitifs mêlés d'anthracite. (Struve, *Journal de Physique*, 1790, tom. 1, pag. 55.)

Mais l'absence de l'anthracite dans les terrains indiqués ci-dessus, n'est pas une différence essentielle de constitution d'avec ceux de la Tarentaise. En effet, d'après l'idée que nous avons donnée de ces terrains d'anthracite de la Tarentaise, on a vu que cette substance y est en très-petite quantité, qu'elle y forme, pour ainsi dire, des couches accidentelles subordonnées aux couches de poudingues et de schistes micacés analogues aux poudingues: ces deux roches constituant toujours la masse principale du terrain; il n'est donc pas extraordinaire que dans d'autres dépôts semblables des mêmes roches il ne se rencontre point d'anthracite (1).

34. Il résulte des observations que l'on vient de citer, que des calcaires grenus micacés ou talqueux, des quartz en masse, des schistes

Conclusion  
sur tous ces  
terrains.

(1) Tout ce qui a été dit sur l'anthracite dans le cours de ce Mémoire, prouve qu'au moins dans les Alpes elle se rencontre toujours associée à des poudingues dans un terrain de transition. Nous avons cité, hors des Alpes, celle de Lischwitz, près de Gera en Saxe, qui est dans un terrain semblable. En Bohême elle se trouve dans un terrain de *grauwacke*, sorte de roche qui n'est autre chose que notre poudingue à fragmens primitifs. Il est donc au moins certain que ce combustible se trouve souvent dans les terrains de transition. On en a, il est vrai, cité également dans des terrains primitifs; mais il serait bien à désirer que l'on eût sur cet objet des observations nouvelles, et que l'on vérifiât

micacés, des schistes argileux, des pétrosilex, des roches stéatiteuses, constituent en plusieurs endroits des Alpes, comme dans la Tarentaise, un même terrain avec des poudingues calcaires et des poudingues à fragmens primitifs; conclusion qui ne fait que confirmer celle que nous avons tirée de l'examen du sol de la Tarentaise.

Tous ces terrains appartiennent donc à la classe des terrains de transition; cependant ces terrains de transition des Alpes diffèrent de ceux indiqués plus haut en Allemagne. Le calcaire

si ces terrains sont réellement primitifs, et si l'anthracite leur est contemporaine.

En effet, nous avons vu que l'on avait commis une semblable erreur sur l'anthracite de la Tarentaise; celle de Hongrie, celle de Kongsberg en Norwège, paraissent bien être dans des terrains primitifs, mais elles y sont *en filons*; celle de Schönfeld, près de Altenberg en Saxe, est dans un terrain de porphyres qui semblerait devoir être primitif; mais un de ces porphyres, à pâte argileuse, renferme des fragmens de gneiss et autres roches primitives. Ce terrain est donc d'une formation postérieure: aussi dans la *Minéralogie* de M. Reuss il est classé parmi les terrains de transition. Je n'ai pu, étant en Saxe, visiter ce gîte d'anthracite; mais je tiens tous ces détails géologiques de M. Werner lui-même, et un de ses élèves m'a donné des échantillons de toutes ces roches.

Je n'entreprendrai point de discuter les autres gisemens de l'anthracite, n'ayant pas des renseignemens aussi certains sur leurs caractères géologiques; mais je ne puis m'empêcher de soupçonner qu'on a pu se tromper sur quelques-uns d'entre eux, soit en prenant un filon pour une couche, soit en regardant comme primitif un terrain de transition. Je ne prétends pas qu'il ne puisse exister de l'anthracite contemporaine aux terrains primitifs. Sa présence n'y serait pas plus extraordinaire que celle du fer carburé, mais je crois qu'elle doit au moins y être très-rare.

y est beaucoup plus grenu, et souvent micacé ou talqueux; il est mélangé de quartz; le schiste micacé, le quartz en masse s'y rencontrent, le feldspath s'y trouve aussi quelquefois, etc.; ils sont donc, pour ainsi dire, plus rapprochés des primitifs que les autres.

35. Il reste une chose importante à examiner sur les terrains de transition des Alpes, c'est de déterminer dans quel rapport ils se trouvent avec le terrain primitif que l'on sait être si abondant dans cette même chaîne.

Rapports  
entre les  
terrains de  
transition  
et les ter-  
rains primi-  
tifs.

Nous n'avons trouvé dans la Tarentaise aucune roche primitive déterminée. Il n'y a que le gneiss de Pesey; §. 27, sur lequel nous avons élevé des doutes. Il est vrai que dans quelques endroits, comme à Cévin (§. 26) et à Sainte-Foix (§. 31), nous avons trouvé des roches que l'on aurait pu juger primitives, tant par leur nature, que parce qu'elles ne renfermaient immédiatement aucunes des roches qui caractérisent positivement un terrain de transition, mais que leur position verticale entre des roches analogues appartenant évidemment aux terrains de transition, nous ont fait présumer faire partie du même terrain.

Hors de la Tarentaise nous n'avons cité que deux endroits où notre terrain de transition reposait sur le granite; c'est à Chamouni et dans la vallée de Ferret. Ces exemples ne suffisent pas pour établir le rapport qui existe entre le terrain de transition et le terrain primitif des Alpes.

Il faudrait pour cela chercher plus loin dans cette chaîne, des masses évidemment primitives, et tâcher de reconnaître leur liaison avec le

terrain de transition. Si donc on se transporte au Saint-Gothard, et que de là on observe la nature des montagnes jusqu'au Saint-Bernard, on trouve partout un terrain qui paraît primitif; mais ce qui est très-remarquable, c'est que ce terrain a constamment des rapports frappans avec le terrain de transition que nous avons décrit. Partout on y rencontre du calcaire micacé ou talqueux plus ou moins mélangé de quartz, alternant avec des schistes micacés, des quartz en masse, des serpentines, associations que nous avons observées dans la Tarentaise. On y retrouve les mêmes variations, les mêmes accidens; les quartz en masse s'y divisent en rhomboïdes irréguliers; la plupart des roches sont mélangées de parties calcaires; de même que nous avons vu en Tarentaise des amphiboles effervescentes (§. 29), des quartz effervescens (§. 20); on trouve ici des quartz micacés, des schistes micacés amphiboliques, des serpentines, des ollaires effervescentes. (V. Saussure, §. 983, 2271, 1724.) Au mont Cervin ce sont toujours ces mêmes roches, mais la serpentine domine, et l'on suit ce même terrain dans la vallée d'Aoste jusqu'auprès de Livrogne, où il se réunit insensiblement avec celui de la Tarentaise, comme nous l'avons déjà dit (§. 32), sans aucune interruption marquée, et sans un dérangement notable de stratification; ce qui est cependant très-ordinaire d'un terrain à un autre. La stratification dans toute cette partie des Alpes, quoique très-déterminée, n'est pas toujours aussi régulière que dans la Tarentaise, elle est quelquefois horizontale comme auprès du mont Rose; mais

le plus souvent elle est très-inclinée et même verticale; sa direction est aussi beaucoup moins constante; cependant en relevant dans Saussure toutes celles qu'il a observées, on voit que les couches se dirigent le plus souvent du Nord-Est au Sud-Ouest, en tirant cependant davantage à l'Est que dans la Tarentaise.

36. Malgré ces rapprochemens, je suis bien éloigné de vouloir avancer que toutes ces montagnes appartiennent, comme celles de la Tarentaise, aux terrains de transition. Il faudrait y avoir rencontré des couches de poudingues déterminés, des anthracites avec empreintes végétales, roches qui seules peuvent caractériser un terrain de transition. Mais c'est ce qu'on n'a pas encore observé jusqu'ici: Saussure n'en fait aucune mention (1); au contraire, on voit à chaque instant des alternatives avec des roches qui caractérisent exclusivement les terrains primitifs. Au mont Rose, le calcaire se

Conclusions qui en résultent.

(1) Cependant Saussure indique au mont Cervin une alternative déterminée de calcaire, serpentine, quartz et schistes micacés avec des *tufs*; alternative observée, dit-il, à cinq reprises différentes. (V. Saussure, §. 2261.) Cette association m'avait toujours paru très-intéressante; cependant je la trouvais bien extraordinaire. D'un côté les roches décrites en cet endroit par Saussure, ont beaucoup de caractères primitifs, et de l'autre la présence d'un *tuf* annonce un terrain d'alluvion moderne; on connaît bien dans les terrains de transition des *pondigues*, des *brèches*, mais non pas des *tufs*. Je désirais donc beaucoup vérifier ce fait. Étant à Genève en 1806, M. Théodore de Saussure me permit d'examiner dans la collection de son père les roches qu'il avait rapportées du mont Cervin; mais j'y cherchai en vain le *tuf* en question. Deux mois après j'allai avec plu-

rencontre dans du granite ; ailleurs il est avec le gneiss : le feldspath , le grenat , l'amphibole , la tourmaline y sont très-abondans ; il n'y a donc aucune raison pour ne pas regarder ces montagnes comme primitives. Mais si l'on ne peut pas , d'après ces nombreuses analogies qui rapprochent le terrain de transition de la Tarentaise des terrains primitifs des Alpes , prononcer que ces derniers appartiennent aux terrains de transition , peut-être voudrait-on au contraire en conclure que le terrain de la Tarentaise est aussi un terrain primitif. Il m'est impossible d'admettre cette opinion , à moins qu'on ne parvienne à prouver que les poudingues que j'ai cités ne sont pas des poudingues , que les empreintes végétales trouvées dans les anthracites ne sont pas réellement des empreintes végétales , ou que les associations de ces roches avec les autres que j'ai décrites , associations dont j'ai cité tant d'exemples , soit d'après mes propres recherches , soit d'après Saussure , ont été mal observées.

Que faut-il donc conclure de tous ces faits , sinon qu'il y a eu , pour ainsi dire , continuité

sieurs élèves des mines visiter le mont Cervin , et je ne pus réussir à rencontrer aucune roche qui ressemblât à un *tuf* , si ce n'est peut-être une roche décomposée qui paraît être un mélange irrégulier de serpentine et de calcaire.

Je n'oserais cependant avancer que Saussure se fût trompé ; il était trop bon observateur pour qu'on se permette de l'accuser d'erreur sans avoir une certitude absolue. Nous eussions pu l'acquiescer si le mauvais temps nous eût permis de séjourner plus long-tems aux Châlets-du-Breuil , et de visiter avec plus de détails tous les environs du mont Cervin ; mais après trois jours de courses par une pluie continuelle , nous avons été forcés de redescendre dans la vallée d'Aoste.

entré la formation des terrains primitifs de cette partie des Alpes et celle des terrains de transition de la même chaîne ; que ce dernier terrain n'en est pas moins un terrain de transition , puisqu'il présente les caractères essentiels qui distinguent ce terrain des primitifs ; que dans le dépôt de ces terrains primitifs des Alpes , le calcaire grenu micacé ou talqueux , le schiste micacé , le schiste argileux ont été très-abondans ; mais que la formation de ces roches n'a pas cessé tout à coup à l'époque où les terrains de transition ont commencé à se déposer , qu'elles y ont été encore très-abondantes , et qu'elles n'y ont reçu que peu à peu et partiellement les différentes modifications qui servent à les distinguer de leurs analogues dans l'autre terrain ; modifications qui consistent en ce que dans le terrain de transition ces roches ne sont plus , comme dans le terrain primitif , associées à des minéraux , à des couches exclusivement primitives ; mais qu'au contraire elles s'y trouvent unies à des couches de transport et à d'autres mélangées de débris végétaux.

Dès-lors il est facile de classer ces roches ayant les caractères des primitives qui se rencontrent dans la même contrée , dans le voisinage des roches de transition déterminées , sans être immédiatement associées avec elles. (*Voyez ci-dessus*, §. 26 , 27 , 28 , 29 , 30 , 31.) Sans doute il est possible qu'il y en ait parmi elles qui soient réellement primitives ; mais comme ces roches sont au moins très-rapprochées des roches de transition déterminées , qu'elles ont les mêmes caractères de stratification , et qu'on

trouve leurs analogues au milieu d'elles, on peut également les considérer toutes comme faisant partie du même terrain. L'erreur qui en résultera sera de peu d'importance, puisqu'il n'y a pas une limite déterminée entre les deux terrains; d'ailleurs si ces roches n'appartiennent pas aux terrains de transition, elles sont au moins des derniers dépôts des primitifs.

Ancienne-  
té des ter-  
rains de  
transition  
des Alpes.

37. Les terrains de transition observés dans d'autres pays, comme par exemple ceux du Hartz, ne sont pas aussi intimement liés avec le terrain primitif; ils ne contiennent qu'un très-petit nombre de roches analogues aux primitives; ils renferment quelquefois des débris animaux; ils ont donc plus de rapports avec les secondaires que les terrains de transition des Alpes, *qui doivent être regardés comme les plus anciens de cette classe.*

Conséquen-  
ce sur les  
terrains pri-  
mitifs des  
Alpes.

38. Mais si l'on voulait déduire toutes les conséquences qu'entraîne cette conclusion, on serait forcé d'admettre que les *terrains primitifs des Alpes*, depuis le mont Cénis jusqu'au Saint-Gothard, *sont les moins anciens de tous les terrains primitifs.* Je ne présente ici cette opinion que comme une conjecture; mais on ne peut disconvenir qu'elle n'ait déjà en sa faveur un grand nombre de probabilités.

En effet, le terrain primitif de cette partie des Alpes est, comme nous l'avons vu, lié par des passages insensibles au terrain de transition. Il renferme beaucoup de roches semblables: les calcaires, les serpentines, les quartz en masse qui y dominent plus généralement, sont regardés comme les derniers dépôts primitifs. On n'y trouve point de vrais porphyres; le granité

même n'y existe que dans le plus petit nombre des montagnes, principalement aux environs du Mont-Blanc et du mont Rose; dans la plupart on n'en rencontre pas, et, ce qui est bien remarquable, c'est que le granite des Alpes a un caractère différent de celui des autres chaînes; le mica y est presque toujours remplacé par du talc ou de la chlorite, substances qui sont si abondamment mélangées dans les roches indiquées ci-dessus.

Je pourrais citer encore d'autres faits qui semblent prouver également que cette partie de la chaîne centrale, qui est la plus haute, a bien plus de rapports avec les terrains de transition, et est composée de roches beaucoup moins anciennes que beaucoup d'autres chaînes primitives bien moins élevées, telles que les Vosges, le Erzgebirge, etc.

Mais ce n'est pas en géologie qu'il faut établir une opinion sur des preuves aussi incomplètes. En attendant qu'on en trouve de plus décisives, laissons au mont Blanc et aux autres sommités de cette partie des Alpes, cette prérogative d'antiquité qui, jointe à leur élévation, leur a donné jusqu'ici le premier rang parmi les montagnes de l'ancien continent.

39. Résumons maintenant les autres conclusions que nous avons tirées des faits exposés dans ce Mémoire.

1°. Les montagnes de la Tarentaise et autres faisant partie de la chaîne centrale des Alpes, appartiennent aux terrains de transition.

2°. Ces terrains de transition ont beaucoup de rapports avec les terrains primitifs qui se trouvent dans cette partie des Alpes, depuis le

mont Cénis jusqu'au Saint-Gothard, puisqu'ils renferment beaucoup de roches semblables, telles que le calcaire grenu micacé ou talqueux, le quartz en masse, le schiste micacé, qui domine souvent dans l'un et l'autre terrain.

3°. Ils diffèrent des terrains primitifs, en ce que les mêmes roches sont dans ces derniers associées à des minéraux et à d'autres roches exclusivement primitives; tandis qu'au contraire dans le terrain de transition elles sont fréquemment associées à des poudingues de différentes sortes et à des houilles présentant des empreintes végétales; associations qui ont dû déterminer à classer ce terrain parmi ceux de transition.

4°. Ce terrain de transition n'est séparé du terrain primitif par aucune interruption, aucun dérangement notable de stratification; il paraît au contraire qu'il y a eu une sorte de continuité entre la formation de ces deux terrains dans cette partie des Alpes.

5°. Ces terrains de transition des Alpes paraissent être les plus anciens de tous les terrains de transition.

6°. Le calcaire grenu, le calcaire micacé, le calcaire talqueux, le quartz en masse, les schistes micacés, et probablement les roches amphiboliques, la cornéenne, la serpentine et le pétrosilex, n'appartiennent pas exclusivement aux terrains primitifs, puisqu'on en trouve des couches dans le terrain de transition des Alpes. On peut en dire autant du feldspath, puisqu'il se trouve disséminé dans le calcaire compacte et autres roches du même terrain.

## CHIMIE MINÉRALE.

## ANALYSES de différentes Substances minérales.

1°. Analyse du Diopside, par M. LAUGIER, et sa comparaison avec les analyses de la Cocolithe d'Arandal, et du Pyroxène de l'Etna; par M. VAUQUELIN (1).

	Diopside.	Cocolithe.	Pyroxène de l'Etna.
SILICE. . . . .	57,5 . . . .	50 . . . .	52
Chaux . . . . .	16,5 . . . .	24 . . . .	13
Magnésie . . . . .	18,25 . . . .	10 . . . .	10
Fer oxydé et mangan. . . . .	6 . . . .	10 . . . .	17
Alumine . . . . .	0 . . . .	1,5 . . . .	3
	98,25	95,5	95

Ces analyses confirment la réunion de ces trois substances en une seule et même espèce, comme M. Haiiy l'avait fait en ne considérant que la cristallisation (2).

2°. Analyse de l'Angite noire cristallisée de Frascati; par M. KLAPROTH (3).

Silice. . . . .	48
Chaux. . . . .	24
Magnésie. . . . .	8,75
Alumine. . . . .	5
Oxyde de fer. . . . .	12
— de manganèse. . . . .	1
Potasse, une trace.	
	98,75

(1) Ann. du Muséum d'Hist. nat. 63<sup>e</sup> cahier.

(2) Voyez, Journal des Mines, n<sup>o</sup>. 134, le Mémoire de M. Haiiy sur l'analogie du Diopside avec le Pyroxène.

(3) Journ. de Gehlen, n<sup>o</sup>. 18.