
TABLE DES MATIÈRES

contenues dans ce Numéro.

EXPOSÉ des observations et expériences faites sur le wolfram de France, dans la maison d'instruction pour l'exploitation des mines de la République; par les citoyens Haüy, Vauquelin et Hecht. Page 3.

DESCRPTION de la mine de manganèse de Romanèche; par le citoyen Déodat-Dolomieu. 27.

ANALYSE d'un fossile de l'évêché de Passau en Allemagne, qui contient un tiers de son poids d'oxide de titane uni à de la chaux et de la silice; par Klaproth, de Berlin. 51.

ANALYSE d'un fossile de Bavière, qu'on a pris pour de la mine d'étain, et qui est de l'oxide de titane uni à du fer et à du manganèse; par les citoyens Vauquelin et Hecht. 57.

EXTRAIT d'un rapport sur les mines de fer du district de Domfront; par le citoyen Baillet, inspecteur des mines. 61.

OBSERVATIONS sur l'électricité des minéraux; par le citoyen Haüy. 65.

NOTE sur la cristallisation de l'émeraude; par le même. 72.

EXTRAITS d'ouvrages étrangers. 75.

JOURNAL DES MINES.

N.° XX.

FLORÉAL.

AGENDA,

Ou Tableau général des Observations et des Recherches dont les résultats doivent servir de base à la Théorie de la Terre;

Par M. de SAUSSURE, de Genève. (Envoyé par l'auteur au Conseil des Mines, pour être inséré dans son Journal.)

INTRODUCTION.

LORSQU'ON doit contempler des objets aussi compliqués que ceux qu'il faut étudier pour fonder sur l'observation les bases de la théorie de la terre, il est indispensable de se former à l'avance un plan, de se prescrire un ordre, et de minuter, pour ainsi dire, les questions que l'on veut faire à la nature.

Comme le géologue observe et étudie pour l'ordinaire en voyageant, la moindre distraction lui dérobe, et peut-être pour toujours, un objet intéressant. Même sans distraction, les objets de

Journal des Mines, Floréal, an IV.

A

son étude sont si variés et si nombreux qu'il est facile d'en omettre quelques-uns : souvent une observation qui paraît importante, s'empare de toute l'attention et fait oublier les autres; d'autres fois, le mauvais temps décourage, la fatigue ôte la présence d'esprit, et les négligences, qui sont les effets de toutes ces causes, laissent après elles des regrets très-vifs, et forcent même assez souvent à retourner en arrière; au lieu que si l'on a un agenda sur lequel on jette de temps en temps les yeux, on retrace à son esprit toutes les recherches dont on doit s'occuper. Cet agenda, borné d'abord, s'étend et se perfectionne dans la proportion des idées que l'on acquiert, et peut servir même à des voyageurs qui, sans être versés dans la géologie, veulent rapporter de leurs voyages des observations utiles à ceux qui étudient cette science. (*Voyage dans les Alpes, tome I.^{er}, discours préliminaire.*)

D'après ces principes, j'ai toujours préparé à l'avance, pour chacun de mes voyages, un agenda détaillé des recherches auxquelles ce voyage était destiné. Mais ici je me propose un plan plus étendu; je voudrais diriger le voyageur, et même le philosophe sédentaire, dans toutes les recherches dont il doit s'occuper s'il est animé du désir de contribuer aux progrès de la théorie de notre globe. Je ne me flatte pas de former un tableau complet de tout ce qui reste à faire; ce ne sera qu'une esquisse imparfaite, mais cette esquisse servira du moins en attendant qu'on en ait une meilleure.

Au reste, je dois avertir que plusieurs des observations et des questions que je propose ici comme problématiques, paraissent déjà avoir été résolues. Mais comme la plupart des solutions de ce genre ne sont fondées que sur des analogies,

dont le contraire est toujours physiquement possible, je pense qu'il convient de tenir les yeux des naturalistes toujours ouverts sur les grands faits qui peuvent intéresser une théorie aussi importante et aussi difficile.

Aucun auteur ne doit donc prendre en mauvaise part que je propose ces observations sous la forme du doute; car je propose, sous cette même forme, les faits que je crois avoir moi-même le plus solidement établis.

C H A P I T R E P R E M I E R.

Principes astronomiques.

- 1.^o SYSTÈME général de cosmologie dans ce qui est relatif à la terre considérée comme planète.
- 2.^o Figure et dimensions de la terre déterminées par la mesure des arcs de méridien, et par la longueur du pendule sous différentes latitudes.
- 3.^o Densité de la terre déterminée par la déviation du fil à plomb auprès de quelques montagnes de dimensions et de densité connues.
- 4.^o Température des différens climats, en tant qu'elle dépend de l'action des rayons solaires.
- 5.^o Si quelques principes ou quelques hypothèses dépendant de la géographie astronomique, pourraient expliquer de grands changemens dans la température de quelques portions de notre globe?
- 6.^o Cours des comètes. S'il est possible qu'elles aient rencontré ou qu'elles rencontrent encore la terre dans leurs orbites, et quels seraient les effets de cette rencontre?
- 7.^o S'il est, on ne dit pas probable, mais possible,

qu'une comète, en sillonnant le soleil, en ait détaché la terre et les autres planètes ?

8.° Est-il probable que le mouvement de rotation de la terre ait été autrefois plus rapide qu'il n'est aujourd'hui ?

9.° Si les grandes chaînes de montagnes ont existé avant le mouvement de rotation de la terre, est-il possible que ce mouvement ait produit quel que changement dans leur situation originale ? (*Tableau des États-Unis, note de M. A. Pictet, page 125.*)

C H A P I T R E I I.

Principes chimiques et physiques.

1.° THÉORIE de l'attraction et des affinités chimiques, des dissolutions, cristallisations, précipitations.

2.° Théorie des fluides élastiques en général, et de la cause de leur élasticité ; système de M. *Le Sage*.

3.° Théorie du calorique, de la lumière, de l'origine et de la nature des différens gaz, de l'atmosphère. Electricité, aurores boréales.

4.° Théorie de la calcination des métaux, et de la décomposition de l'eau.

5.° Mesure des hauteurs par le moyen du baromètre.

6.° Comment la température des climats est modifiée par les vents, l'évaporation, la nature et l'élévation du sol.

7.° Si ces causes peuvent suffire à expliquer des changemens tels que les plantes et les animaux des pays les plus chauds aient pu vivre et se multiplier dans les pays qui sont actuellement les plus froids ?

8.° Minéralogie, nature des terres, des pierres, des sels, des bitumes, des métaux. Principes de leurs analyses et de leur nomenclature.

9.° S'il y a possibilité à la transmutation d'une terre ou d'un métal en un autre. Si, par exemple, il est possible que la terre siliceuse se change en terre calcaire dans le corps des animaux marins, ou réciproquement la terre calcaire en silice dans les montagnes de craie ?

10.° S'il est probable, suivant la conjecture de *Lavoisier*, que les terres soient des oxides métalliques ?

11.° Quelle idée on peut se faire d'un ou plusieurs dissolvans qui aient rendu, ou simultanément ou successivement, solubles dans l'eau, les différentes substances minérales que nous voyons à la surface et dans les entrailles de la terre ?

12.° Peut-on croire qu'ensuite ces dissolvans aient été détruits, et que c'est en conséquence de leur destruction que les matières qu'ils tenaient en dissolution ont été précipitées et sont cristallisées ?

12.° A. Ou, pourrait-on croire, avec M. *Dolomieu*, que toutes les cristallisations puissent s'opérer sans dissolution préalable ; qu'il suffise pour cette opération que les corps soient réduits en leurs parties élémentaires, et que ces parties soient suspendues dans un fluide qui leur donne la liberté de s'unir par leurs faces correspondantes ?

13.° Peut-on supposer que le fluide électrique et le fluide magnétique entrent comme élémens dans la composition des corps ?

14.° Paraît-il probable que les acides nitrique, muriatique et boracique, de même que les trois alcalis, sont de formation nouvelle, tandis que les

acides sulfurique , phosphorique , carbonique , tungstique , molybdique et arsenique ont existé avant la formation des animaux! (*Théorie de la terre de M. de la Métrie.*)

15.° Si l'on croyait que l'alcali minéral ou de la soude fût d'ancienne formation , ne pourrait-on pas supposer que l'ancien océan tenait cet alcali en dissolution! Cela expliquerait comment il aurait pu dissoudre la silice et l'argile, sans pouvoir nourrir des animaux. Ensuite lorsque l'acide marin se serait formé ou serait sorti de quelque cavité , la mer serait devenue propre aux animaux et improprie à la dissolution de la silice et de l'argile.

16.° Est-il probable que dans les premiers temps de l'existence de notre globe, son atmosphère ait eu une hauteur plus grande qu'aujourd'hui ; qu'ainsi ses couches inférieures aient eu une densité plus considérable , et aient été susceptibles de recevoir du soleil une plus grande chaleur?

17.° Peut-on présumer que les eaux de l'ancien océan eussent, avant la formation des montagnes primitives , une chaleur supérieure à celle de l'eau bouillante?

18.° Quelle température peut-on supposer actuellement au centre de la terre?

19.° Est-il possible que la terre quartzeuse qui se trouve dans les végétaux et dans les animaux pétrifiés vienne de la substance même de ces corps?

C H A P I T R E I I I .

Monumens historiques.

QUOIQUE les grandes révolutions de notre globe soient antérieures à toutes les histoires et à tous les monumens de l'art , on peut cependant

tirer des lumières des traditions que l'histoire a conservées (1):

1.° Sur la situation des pays qui, les premiers, ont été habités.

2.° Sur l'ordre dans lequel ils ont été successivement habités.

On verra par-là s'il est vrai , comme le disent plusieurs traditions, que ce soit la retraite progressive des eaux qui ait déterminé cette habitation ; et en venant à des temps moins éloignés et moins enveloppés de ténèbres, l'histoire pourra nous indiquer

3.° Les changemens qu'ont subis les mers , les lacs , les rivières , et même quelques parties solides du globe.

4.° Elle nous éclairera sur l'origine des diverses races d'hommes et d'animaux , sur les modifications qu'elles ont subies , et sur la déperdition vraie ou fautive de quelques-unes de ces races.

5.° Les déluges ou grandes inondations , leurs époques, leur étendue.

6.° S'il existe des preuves de la diminution des eaux de la mer, et quelles peuvent en être les causes?

7.° S'il est probable qu'il se soit ouvert de grandes cavernes dans le sein de la terre , et que ces cavernes aient englouti une partie des eaux?

8.° Existe-t-il quelques monumens historiques qui prouvent que les pays actuellement froids ont été anciennement chauds, au point d'avoir favorisé la multiplication des plantes et des animaux qui ne se trouvent plus que sous la zone torride?

(1) ainsi que de l'analogie entre les langues et les coutumes des différens pays. C.

C H A P I T R E I V.

Observations à faire sur les Mers.

- 1.° LEUR forme , leur étendue , leur situation , celle de leurs grands golfes , de leurs détroits , leur élévation relative.
- 2.° Flux et reflux sensibles hors de l'océan , au fond de quelques golfes et dans quelques détroits ; leurs périodes et leurs limites.
- 3.° Leurs fonds ; notes des lieux où elles sont plus profondes , et des bas-fonds remarquables ; leur position et leur étendue.
- 4.° Courans à la surface , ou à différentes profondeurs ; leurs direction , vitesse , limites ; leurs rapports avec les fleuves , avec les vents , avec la forme des côtes ; matières qu'ils charient , et lieux où ils les déposent.
- 5.° Montagnes et vallées souterraines , et leurs rapports avec les îles , et même avec les montagnes et les vallées terrestres.
- 6.° Nature de la vase , du sable et des rochers dont le fond de chaque mer est composé.
- 7.° Analyse des eaux de différentes mers , et au moins leur salure à différentes profondeurs et sous différens climats.
- 8.° Leur température à différentes profondeurs et sous différens climats.
- 9.° Poissons et testacées propres aux différentes mers , sous différens climats , à différentes profondeurs , et qui peuvent servir à les caractériser.
- 10.° Comment les mers actuelles diffèrent , sous les rapports physiques et chimiques , du grand océan qui , suivant quelques systèmes , est supposé avoir couvert toute la surface de notre globe ?

11.° Peut-on croire qu'il se forme encore des couches pierreuses dans le fond des mers , et qu'en conséquence leurs eaux aient encore la force dissolvante que l'on suppose à l'ancien océan ?

N. B. Les recherches sur les déplacemens des mers ou sur leurs mouvemens , soit progressifs , soit rétrogrades , seront mieux placées dans le chapitre suivant.

C H A P I T R E V.

Observations à faire sur le bord de la Mer.

- 1.° SI le bord de la mer est escarpé , s'il forme des falaises , observer leur hauteur , leur nature et leurs couches (1). (Voyez le chapitre X , sur les couches.
- 2.° Chercher , sur ces falaises , des traces du travail ou du séjour des eaux à différentes hauteurs au-dessus du niveau actuel , et à différentes profondeurs au-dessous , comme sillons , cavernes , coquillages , dails ; chercher aussi des vestiges du travail des hommes , comme excavations , boucles à amarrer des bâtimens ; en un mot , s'efforcer de constater si la mer occupe le même niveau que dans les temps plus anciens.
- 3.° Dans le cas où le niveau aurait changé , rechercher si c'est par un changement qui ait eu lieu dans la mer même , ou si ce n'est point plutôt le rivage qui s'est élevé ou abaissé.
- 4.° Si le bord de la mer est plat , savoir jusqu'à quelle distance sa pente est insensible , et étudier

(1) 1.° A. Noter tout ce qui a rapport à la destruction plus ou moins rapide de ces falaises , aux pouliers et atterrissemens qui se forment principalement à l'embouchure des rivières. C.

la nature du sable qui se trouve sur ces bords.

5.° Si les grains de ce sable sont arrondis ou anguleux, cristallisés ou non, quartzeux ou calcaires, ou de quelqu'autre genre de pierre.

6.° Rechercher son origine; s'il peut être considéré comme un détritum des montagnes ou des collines adjacentes; s'il ne viendrait point de quelque fleuve qui eût son embouchure dans le voisinage, ou si enfin il paraîtrait amené du fond de la haute mer par le flux et les vagues.

7.° Si ce sable ne renfermerait point, comme celui de Rimini, des coquilles microscopiques, de l'ordre de celles qu'on nomme *pélagiennes*.

8.° S'il n'y a pas des coquillages sur les bords de la mer; et s'il y en a, déterminer ceux qui paraissent caractériser ces parages.

9.° S'il y a des cailloux roulés. (*Voyez le chapitre VIII, sur ces cailloux.*)

10.° Rechercher principalement, comme dans le n.° 2, sur les rivages et même assez avant dans les terres, s'il y a des indices que la mer gagne sur les terres, ou celles-ci sur la mer; et dans le cas où la mer paraît reculer, voir si cela ne vient point de ce que les terres s'élèvent, soit par des alluvions, soit par des causes souterraines et réciproquement.

11.° S'il existe réellement un déplacement progressif de l'océan, par quelles observations pourrait-on vérifier les systèmes qui tendent à l'expliquer? Les uns ont employé pour cela les courans que produisent les vents alizés, les autres le choc du flux et des courans; d'autres enfin, un changement dans le centre de gravité de la terre, produit, ou par les dépôts que les fleuves transportent dans la mer, ou par le mouvement progressif de quelque

masse qui se serait détachée de l'intérieur de la terre, que l'on supposerait concave (1).

C H A P I T R E V I.

Observations sur les Fleuves et autres eaux courantes,

1.° ÉTENDUE de leur cours, et leur pente depuis leur source jusqu'à leur embouchure.

2.° Leurs dimensions, largeur, profondeur et vitesse dans les différentes parties de leur cours.

3.° Quantité de leurs accroissemens et décroissemens périodiques en différentes saisons; leur température dans ces mêmes saisons et les causes de ces variations.

4.° Limites et causes de leurs débordemens extraordinaires.

5.° S'ils sont navigables et jusqu'à quelle distance de leur embouchure?

6.° Nature, pureté, salubrité de leurs eaux.

7.° Nature du sable ou du limon qu'ils charient, et jusqu'à quelle distance on peut les reconnaître sur les bords, ou au fond de la mer où ils ont leur embouchure. *M. Besson* veut même que le voyageur soit muni d'une sébille pour laver le sable et en séparer les parties les plus pesantes, qui peuvent être des métaux ou des pierres précieuses. Souvent aussi le mouvement des ondes suffit pour séparer par bandes ou par zones distinctes, les parties de pesanteurs différentes. (*Moyens de rendre utiles les voyages des naturalistes; Esprit des journaux, avril 1794.*)

(1) 12.° Observer s'il ne se forme pas journellement différentes espèces de pierres aux endroits que la mer baigne de ses eaux. C.

8.° Nature des cailloux roulés qui se trouvent sur leurs bords. (Voyez le chapitre VIII.)

9.° Quantité et espèces de poissons qui les caractérisent.

10.° Chercher, comme pour la mer (chapitre V, n.° 2 et 9), s'il paraît qu'ils contiennent plus ou moins d'eau que dans les temps antérieurs, et si leur cours a changé.

11.° Comme la plupart de ces questions peuvent s'appliquer aux lacs, il n'est point nécessaire de leur destiner un chapitre séparé. J'insisterai seulement sur leur nature et sur la mesure de leur profondeur; sur la température de leur fond, comparée à celle de leur surface en différentes saisons; de même que sur les vestiges de leur étendue et de leur hauteur dans les temps les plus reculés, en comparaison de leur état actuel.

C H A P I T R E V I I.

Observations à faire dans les Plaines.

1.° ÉTENDUE, limites, inclinaisons d'une plaine, sa hauteur au-dessus du niveau de la mer, ses rapports avec les collines ou montagnes qui la bordent. Il faut, pour en saisir l'ensemble, monter sur quelque hauteur qui la domine.

2.° Terre végétale, sa nature, son épaisseur dans les différentes parties qui la bordent, comparée avec le temps depuis lequel on la cultive, à ses productions et au genre de culture. Nature de la base sur laquelle repose cette terre.

3.° Cailloux roulés. (Voyez le chapitre VIII.)

4.° Sable, argile; leur nature; l'épaisseur de leurs lits.

5.° Nature et épaisseur des couches de la terre

à la plus grande profondeur que l'on puisse atteindre, en profitant des momens où l'on creuse des puits, des mines et autres excavations. Cette recherche est sur-tout intéressante, lorsque ces excavations s'enfoncent au-dessous du niveau de la mer.

6.° Carrières de marne; leurs apparences extérieures; si elles contiennent des coquillages et de quelles espèces; étendue de leurs lits et leur épaisseur; leur analyse, au moins avec le vinaigre; les usages auxquels on les emploie.

7.° Autres carrières d'argile, de pierre à chaux, de gypse, mines de houille et autres.

8.° Si ces plaines portent à leur surface, ou renferment dans leur intérieur, des vestiges de corps marins, des bois pétrifiés, des ossemens, ou d'autres corps étrangers au sol et au pays. (Voyez le chapitre XVII.)

9.° Température de l'intérieur de la terre éprouvée, soit par des expériences directes, soit en observant celles des puits ou des caves les plus profondes, soit par celle des sources qui ne gèlent point en hiver et demeurant fraîches en été, paraissent venir des plus grandes profondeurs.

10.° Si l'on observe quelque fait qui puisse forcer à recourir à l'hypothèse d'un feu central.

11.° Bassins entourés de collines ou de montagnes; s'ils paraissent avoir été anciennement remplis par les eaux; si ces eaux paraissent avoir été douces ou salées; si quelque chose indique l'époque de leur retraite, et s'il y a quelques vestiges des ouvertures par où elles se sont échappées.

Observations à faire sur les Cailloux roulés.

1.° LA nature et le volume de ceux qui se trouvent dans un canton déterminé.

2.° Chercher, sur-tout, s'il y en a quelqu'espèce que l'on puisse considérer comme particulière à ce canton et qui soit propre à le caractériser; ou même si l'absence de quelque genre ou de quelque classe ne formerait pas ce caractère.

3.° Si ceux qui se trouvent sur les bords d'une rivière peuvent être considérés comme ayant été chariés par cette même rivière, ou si elle n'a fait que les mettre au jour en lavant les terrains qu'elle arrose.

4.° Après avoir établi le caractère propre aux cailloux d'un certain canton, on peut les suivre comme à la piste, et former des conjectures tant sur leur origine que sur la route qu'ils ont suivie.

5.° On connaîtra qu'on s'approche de leur origine par l'augmentation de leur volume, ou réciproquement; mais il faut prendre garde que d'autres veines de cailloux, venus à la traverse, ne masquent pas le cours de ceux que l'on suit.

6.° La considération des cailloux, et plus encore celle des blocs roulés, ou du moins étrangers au sol qui les porte, de la hauteur à laquelle ils se trouvent et des grandes vallées vis-à-vis desquelles ils se rencontrent, peuvent donner des indices de la direction du volume et de la force des courans produits par les grandes révolutions de la terre.

7.° Ceux de ces blocs qui reposent sur des rochers solides et qui paraissent occuper encore la place sur laquelle ils ont été déposés, peuvent donner par l'état de ces rochers, une idée du temps

qui s'est écoulé depuis leur arrivée. (*Voyage dans les Alpes, tome I.° §. 227.*)

8.° Jusqu'à quel point le transport de ces grands blocs, à des distances considérables, peut-il être regardé comme un phénomène général, ou si ce n'est qu'un phénomène particulier dû à quelque cause locale?

9.° Peut-on croire que ceux de ces blocs qui occupent actuellement des sites élevés sur les montagnes, ont été transportés là par des lames ou des vagues qui les ont fait monter graduellement, depuis le fond des vallées où ils ont dû d'abord descendre, jusque sur ces sites élevés (1)?

10.° Ou seraient-ce des marées énormes, de huit cents toises par exemple, qui auraient transporté ces blocs sur le haut de ces montagnes!

C H A P I T R E I X .

Sur les Montagnes en général.

1.° CONSIDÉRER d'abord si une montagne est isolée, ou si elle fait partie d'un assemblage de montagnes liées entr'elles sous la forme de groupes ou de chaînes.

2.° Si c'est un groupe, déterminer la forme et les dimensions de ce groupe, et la manière dont ses parties sont liées entr'elles.

3.° Si c'est une chaîne, déterminer sa direction, sa largeur, son étendue; si elle est simple ou composée; et dans ce dernier cas, la nature et la disposition des chaînes partielles qui entrent dans sa composition.

(1) Ne peut-on pas quelquefois, au moins dans les pays froids, attribuer le transport de ces blocs à des glaces flottantes? C.

4.° Pour une montagne isolée, ou considérée séparément dans la chaîne ou dans le groupe dont elle fait partie, déterminer sa forme, sa hauteur et ses autres dimensions.

5.° Déterminer la forme et la situation de sa cime ou de sa partie la plus élevée, celle de ses pentes et de son pied.

6.° Situation de ses escarpemens relativement à la mer et aux plaines, aux vallées et aux montagnes les plus voisines (1).

7.° Sa nature ou l'espèce de pierre dont elle est composée. Si elle est homogène, c'est-à-dire de la même nature dans toutes les parties de son étendue; si elle ne l'est pas, déterminer les dimensions de ses différentes parties.

8.° Si elle est en masses indivises ou divisées par couches. (*Pour l'observation des couches, voyez le chapitre suivant.*)

9.° Si elle renferme des mines, soit en filons, soit en couches: nature de ces mines.

10.° Observer la hauteur à laquelle les neiges demeurent perpétuelles, ou ce que *Bouguer* a appelé *la limite inférieure des neiges*, et la hauteur à laquelle cessent de croître les arbres, les arbrisseaux et les plantes à fleurs distinctes. Ces observations ont été négligées dans les pays septentrionaux.

11.° Observer avec soin l'état d'accroissement ou de décroissement des glaciers; le déterminer en particulier par ce qu'on appelle *moraines*, c'est-à-dire ces amas de pierres, que les glaciers déposent, ou ont anciennement déposés sur leurs bords et à leur extrémité.

(1) et relativement aux points cardinaux: y remarque-t-on un côté plus escarpé, et lequel? C.

11.° A. Vérifier si l'on trouve dans les montagnes, des arbres enfouis ou pétrifiés, à des hauteurs où ils ne peuvent plus croître aujourd'hui, et voir s'il suit de-là qu'il y ait eu un temps où les couches supérieures de l'atmosphère étaient plus chaudes qu'elles ne sont aujourd'hui.

12.° Cavernes; s'il y en a, leur forme et leurs dimensions; la nature de leurs parois, la nature et l'inclinaison de leurs fonds, vestiges du travail des eaux qui peuvent les avoir creusées; stalactites et incrustations, corps étrangers, ossemens qu'elles peuvent renfermer.

13.° Si l'on trouve des vestiges de grands bassins situés en étages les uns au-dessus des autres, et qui aient pu servir de réservoirs à différentes mers qui se soient ensuite écoulées et réunies dans les bassins des mers actuelles (1).

C H A P I T R E X.

Observations à faire sur les Couches de la terre et des montagnes.

1.° LA première question est de décider si une montagne, ou une masse quelconque de terres ou de pierres, est ou n'est pas divisée par couches (2).

(1) Voyez le développement de cette hypothèse dans un mémoire de M. *Romme*, *journal des Mines*, n.° IV, avec un projet d'observations qui peuvent servir à la vérifier. *Note de l'auteur.*

(2) Le mot *couche*, *stratum*, originairement synonyme de celui de *lit*, exprimait la situation d'une substance étendue horizontalement, et à une épaisseur uniforme, sur une base plane et horizontale.

C'est dans ce sens qu'on dit: *dormir sur un lit de paille ou sur une couche de paille*. Mais la signification de ce mot s'est étendue, et on l'emploie à exprimer la situation de substances

2.^o Relativement à la théorie de la terre, ce qui rend intéressante la question de savoir si une montagne est ou n'est pas *stratifiée* ou composée de couches, c'est que l'on suppose que les montagnes stratifiées ont été formées par des dépôts successifs de matières auparavant suspendues dans un fluide, tandis que celles qui ne montrent aucun indice de couches, peuvent être supposées devoir leur origine ou à une création simultanée, ou à une accumulation qui n'a point été faite dans un fluide, ou qui du moins n'a rien eu de successif ni de régulier, ou enfin dans laquelle il ne reste aucun vestige de cette régularité.

3.^o Si la montagne, ou la masse quelconque dont on s'occupe, ne présentait aucune division, il ne serait pas question de savoir si elle est ou n'est pas stratifiée. On suppose donc qu'elle présente des divisions, et on demande si ces divisions peuvent être qualifiées de *couches*. La solution de cette question dépend de trois considérations :

A. De la régularité de ces divisions ou de leur parallélisme ;

B. De leur nombre ; plus il est grand, plus il exclut l'idée d'un parallélisme fortuit ;

C. Du parallélisme de ces divisions avec les feuillets ou les parties discernables dans l'intérieur de la masse.

étendues à une épaisseur égale, ou à-peu-près égale, sur des bases qui ne sont ni planes ni horizontales. C'est ainsi qu'on dit : *appliquer une couche de vernis sur une paroi, et qu'un tronc d'arbre, ou un oignon, est composé de couches concentriques*. Il n'y a donc nulle contradiction dans les termes, à dire que des couches sont dans une situation verticale. (*Note de l'auteur.*)

Ne pourrait-on pas réserver le nom de *couches* pour celles qui sont horizontales, et donner aux autres celui de *bancs* ? C.

4.^o Quoiqu'en général les couches aient la forme d'un parallépipède, on en voit cependant de cunéiformes ; on en voit d'autres dans lesquelles on observe des renflemens et des étranglemens alternatifs ; on en voit enfin qui semblent se ramifier, la même se divisant en deux ou trois, ou deux ou trois se soudant et se réunissant en une.

5.^o Outre la forme des couches, on observe leur étendue, soit dans la même montagne, soit dans plusieurs montagnes voisines et même éloignées.

6.^o On observe aussi leur inclinaison, ou l'angle qu'elles forment avec une ligne horizontale et le point de l'horizon vers lequel se dirige leur pente.

Cette dernière observation détermine la direction de leurs plans (*das streichen*), ou les deux points opposés de l'horizon par lesquels passeraient leurs plans si on les prolongeait après les avoir entièrement redressés.

Cette direction des plans est sur-tout importante à considérer dans les couches verticales.

7.^o Il faut voir si cette direction est parallèle, oblique, ou transverse à la direction du corps même de la montagne, de la chaîne dont elle fait partie et des vallées adjacentes.

8.^o Il faut aussi considérer si la pente des couches est conforme à celle de la surface extérieure de la montagne, c'est-à-dire, si elles descendent vers les dehors de la montagne, ou si elles plongent vers l'intérieur.

9.^o Voir ensuite si leur pente est la même depuis le pied de la montagne jusqu'à la cime, ou si elle varie à différentes hauteurs ; si elle est la même, ou différente, sur les faces opposées d'une même montagne. Couches en éventail. (*Voyage dans les Alpes, s. 656 et 677.*)

10.° Il est important d'observer, dans les couches inclinées ou verticales, si leur épaisseur n'est point plus grande à leur base qu'à leur sommité.

11.° Observer les joints des couches, et voir s'il n'y a point entre elles quelque substance interposée, différente de celle des couches mêmes, et quelle est la nature et l'épaisseur de cette substance.

12.° Voir dans ces joints, si les surfaces contiguës ou correspondantes des couches, sont lisses, ou si, au contraire, elles sont inégales; si l'on n'y observe point des nœuds qui présentent des indices de cristallisation ou d'ondulations dirigées dans un certain sens.

13.° Dans les montagnes composées de couches de différente nature ou de différentes épaisseurs, voir s'il n'y a point de périodicité dans leur retour, tellement qu'après un nombre ou un intervalle déterminé, ce soit le même ordre qui recommence.

14.° Si au bas d'une montagne en couches horizontales, on ne trouve point de montagnes en couches presque verticales, appuyées contre le pied de cette même montagne.

15.° Dans les couches arquées ou fléchies, observer si, dans les coudes ou dans les endroits où la flexion est la plus grande, les couches sont ou ne sont pas rompues.

16.° Lorsque des couches ont la forme d'un *C*, observer si derrière le dos du *C* il n'y a pas un vide qui prouve que la partie supérieure a été retroussée par-dessus l'inférieure.

17.° Examiner, en général, si les couches présentent des indices de soulèvemens ou de refoulemens violens, qui aient changé leur situation primitive, ou si, au contraire, tout, et les redressemens

mêmes des couches, peut s'expliquer par de simples affaissemens (1).

C H A P I T R E X I.

Observations à faire sur les Fentes.

1.° LEURS forme, dimensions, largeur, étendue, direction.

2.° Leur situation; mesure de leur inclinaison; direction de cette inclinaison par rapport aux points cardinaux, et par rapport à la montagne et aux vallées adjacentes.

3.° S'il y a plusieurs fentes, soit dans la même montagne, soit dans des montagnes voisines, observer si elles sont parallèles entre elles.

4.° Observer, sur-tout, la direction des fentes relativement à celle des plans des couches, parce que, comme on présume que les fentes sont produites, pour l'ordinaire, par des affaissemens, que ces affaissemens sont l'effet de la pesanteur, et qu'ainsi les fentes ont été originairement verticales, ou à-peu-près; et que d'un autre côté, les couches, dans l'origine, ont été horizontales, ou à-peu-près, la situation des fentes relativement aux couches, et la direction des unes et des autres relativement à l'horizon, peuvent donner des idées sur la situation qu'avaient les couches lorsque les fentes se sont formées, et même sur les changemens de situation que la montagne a éprouvés depuis lors.

Ainsi, des fentes perpendiculaires aux plans des couches, indiquent que ces fentes se sont formées

(1) 18.° Observer si à l'approche des hautes montagnes primitives, les couches calcaires ne paraissent pas avoir été contournées plus violemment, *B*.

lorque la montagne était encore dans sa situation primitive ; et si, de plus, elles sont perpendiculaires à l'horizon, cela prouve que la montagne est encore dans cette même situation : mais si des fentes perpendiculaires aux couches sont très-inclinées à l'horizon, on peut en conclure que la montagne a changé de situation depuis la formation de ces fentes.

On peut voir des développemens et des applications de ces principes, dans les §. 1048, 49, 50 et 1218 de mes voyages.

5.° Lorsque les fentes sont remplies d'une matière différente de celle du corps de la montagne, cette matière prend le nom de *filon*. (Voyez ce qui concerne les filons, dans le chapitre XX.)

6.° Il faut examiner enfin si, dans les deux parois de la même fente, les couches se correspondent à la même hauteur, ou si les couches correspondantes sont plus bas d'un côté que de l'autre : le premier cas indique que la fente a été produite par un simple écartement, et le second prouve de plus un affaissement (1).

C H A P I T R E X I I .

Observations à faire sur les Vallées.

1.° OBSERVER la direction des vallées : on nomme *longitudinales*, celles qui sont parallèles à la chaîne des montagnes où elles sont situées ; *transversales*, celles qui la coupent à angles droits ; et *obliques*, celles qui suivent une route intermédiaire.

(1) Observer si ces affaissemens n'ont pas eu lieu constamment du côté qui regarde le plat pays. C.

2.° Observer cette direction, sur-tout par rapport à celle des plans des couches de ces montagnes.

3.° Dimensions des vallées ; leurs longueur, largeur, profondeur ; forme de leur section transverse.

4.° Angles rentrans et saillans ; si vis-à-vis de chaque angle saillant qui forme une des parois de la vallée, la paroi ou la montagne opposée forme un angle rentrant, ou si, au contraire, la vallée ne présente point des étranglemens et des renflemens alternatifs.

5.° Si les montagnes opposées se correspondent, *a* par leur hauteur, *b* par leur forme, *c* par l'inclinaison de leurs faces correspondantes, *d* par la situation de leurs couches, *e* par leur nature.

6.° Les réponses à ces questions peuvent servir à décider si la vallée peut ou ne peut pas être considérée comme une large fente, produite par la rupture et l'écartement des montagnes qu'elle traverse.

7.° Si une vallée est percée de part en part, ou si au contraire elle n'est point barrée par une haute montagne à une de ses extrémités, ou même à toutes les deux.

8.° Si les vallées latérales qui viennent aboutir à une vallée principale comme les branches d'un arbre à son tronc, se correspondent ou non ; ou, en d'autres termes, si les branches de ce tronc sont opposées ou alternes.

Les réponses à ces deux questions, n.°s 7 et 8, sont très-importantes pour la solution de cette question : savoir, si les vallées ont été creusées par les courans de la mer.

9.° Si l'on ne voit pas un grand nombre de

vallées étroites et peu profondes dans leur partie la plus élevée, mais qui deviennent de plus en plus larges, et profondes à mesure qu'elles descendent plus bas; ce qui paraît indiquer que leur excavation a été l'effet de la chute et de la descente des eaux, sur-tout si les couches ont la même inclinaison de part et d'autre de la vallée, et qu'ainsi sa formation ne puisse s'expliquer ni par des affaissemens, ni par des relèvemens.

10.° Observer si, dans une vallée dont les montagnes correspondantes sont de la même nature, les couches de ces montagnes ne descendent point de part et d'autre vers le fond de la vallée, ce qui indiquerait que la vallée a été produite par un affaissement, ou peut-être par un relèvement des faces opposées.

11.° Il y a deux autres cas possibles, lorsque les couches n'ont pas la même situation des deux côtés de la vallée: l'un, que les couches se relèvent de part et d'autre contre la vallée; l'autre, que d'un côté elles descendent dans la vallée, et que de l'autre elles se relèvent contre elle: ces deux cas donnent lieu à des suppositions trop variées pour être détaillées ici.

12.° Chercher sur les parois verticales des vallées, des vestiges de l'érosion des eaux.

13.° Observer le fond de la vallée, sa largeur, son inclinaison, sa nature. Terre végétale, sa quantité, sa qualité; fragmens, ou de montagnes voisines, ou venus de loin, anguleux ou arrondis; voir s'ils sont plus volumineux vers le haut de la vallée. Nature et profondeur des couches qui sont au-dessous de la terre végétale. Si les cailloux sont plus gros dans les couches les plus profondes; nature du rocher qui forme la base solide de la vallée.

14.° Si une vallée renferme des cailloux étrangers, c'est-à-dire, qui ne viennent pas des montagnes voisines; voir jusqu'à quelle hauteur on les trouve sur les flancs des montagnes; quelle peut être leur origine, et par où ils peuvent être venus.

15.° Dans les vallées qui ne renferment point de cailloux étrangers, on peut suivre à la piste ceux qu'on y découvre; et remonter ainsi jusqu'au rocher d'où ils se sont détachés; ce qui a souvent conduit à des découvertes curieuses et utiles.

C H A P I T R E X I I I.

Observations sur les Montagnes tertiaires, ou qui sont composées de débris des autres montagnes.

1.° Si elles ne forment pas la lisière extérieure des autres chaînes de montagnes.

2.° Si à l'issue des grandes vallées qui sortent des grandes chaînes de montagnes, on ne trouve pas des collines, et même des montagnes tertiaires, qui paraissent formées par l'accumulation des matières déposées par d'énormes courans sortis anciennement de ces vallées.

3.° Si leurs couches ne descendent pas du côté d'où venaient les matières dont elles ont été formées.

4.° Grosseur et nature des fragmens, sables et terres dont elles sont composées.

5.° Observer l'ordre qui a été suivi dans les dépôts successifs des matières dont elles ont été formées.

6.° Les comparer avec les substances que produisent les montagnes, soit primitives, soit secondaires, dont on les suppose sorties.

7.° Voir si l'on y trouve des vestiges de corps organisés. (*Voyez le chapitre XVII.*)

8.° Voir si l'on ne trouve point dans leur extérieur, ou à leur surface, des couches qui paraissent avoir été déposées par des eaux tranquilles, ou du moins peu agitées; ou si, au contraire, tout en elles paraît avoir été transporté par un mouvement violent.

C H A P I T R E X I V.

Observations à faire sur les Montagnes secondaires.

1.° DÉTERMINER, avec précision, des caractères distinctifs entre les montagnes primitives et secondaires.

Cela est difficile, sur-tout dans les genres que l'on trouve également dans les montagnes primitives, comme les ardoises, les serpentines et quelques espèces de trapps et de porphyres. Quant aux calcaires, la cassure grenue paraît caractériser les primitives; cependant M. *Fichtel* révoque ce principe en doute, et croit qu'il y a des calcaires grenues secondaires et des compactes primitives.

2.° Est-il certain, comme l'affirme M. *Dolomieu*, que dans les montagnes secondaires il n'y ait point de couches entièrement composées de pierres grenues et cristallisées?

3.° Déterminer l'ancienneté respective des genres et des espèces de terres et de pierres qui entrent dans la composition des montagnes secondaires.

Ne pourrait-on pas même assigner des caractères auxquels, dans un même genre, on reconnaîtrait les espèces ou les variétés les plus modernes?

4.° Si les montagnes secondaires sont toujours inclinées en appui contre les primitives les plus proches.

5.° Si leur couche supérieure, sur-tout dans les calcaires compactes, n'est pas souvent une brèche dont les fragmens anguleux sont, pour la plupart, de la même nature que la couche qui leur sert de base, et liés par une pâte qui est aussi de la même nature. (*Voyage dans les Alpes, tome I.°* §. 242 A et 243.)

5.° A. Observer dans les montagnes de craie, les pierres à fusil qui y sont renfermées, leur volume, leur forme, &c.; si elles y sont disposées par lits; réfléchir sur leur origine: mêmes recherches sur les pétro-silex renfermés dans les pierres calcaires compactes; les mêmes enfin, sur les rognons durs ou pierres de touche, renfermés dans les montagnes d'ardoises: s'assurer si ces pétro-silex et ces rognons ne se trouvent point dans les montagnes primitives.

6.° Si l'on trouve dans ces montagnes secondaires, des vestiges de corps organisés, et à quelle élévation (1). (*Voyez le chapitre XVII.*)

C'est sur-tout dans l'hémisphère austral, que cette observation est importante. (*Voyez le mémoire de M. Dolomieu, Journal de Physique, 1791, tome II.*)

7.° Si l'on trouve, soit à leur surface, soit dans leur intérieur, des cailloux roulés, ou des blocs d'une nature différente de celle de la même montagne, et jusqu'à quelle élévation.

(1) G.° A. Les corps organisés ne contribuent-ils pas quelquefois à la dureté des pierres, sur-tout de celles qui contiennent du fer, en rapprochant ce fer de l'état métallique? (*Hypothèse de Gadd. Mém. de l'acad. de Suède, 1787.*) C.

8.° Ces montagnes paraissent-elles avoir été formées par les alluvions de violentes marées, ou par des accumulations de dépôts d'eaux tranquilles?

9.° Si les montagnes secondaires ne se présentent pas quelquefois en couches verticales, ou du moins très-inclinées, et avec des pics aigus et décharnés comme ceux de quelques montagnes primitives.

10.° Si dans une seule et même montagne secondaire, on trouve des couches de différentes espèces de pierres, plus souvent que dans les primitives.

11.° Si, en revanche, dans les montagnes secondaires, chaque pierre n'est pas ordinairement simple, et non pas composée comme dans les primitives.

12.° Faire des recherches sur l'origine et sur l'ancienneté des montagnes de gypse, et sur leur rapport avec les montagnes de sel et avec les sources salées.

C H A P I T R E X V.

Observations à faire sur les Montagnes primitives.

1.° Si l'on ne trouve aucune exception à l'opinion généralement reçue, que, dans les montagnes primitives, on ne découvre aucun vestige de corps organisés.

2.° S'il est vrai que dans ces montagnes on ne trouve non plus aucun indice de bitume ni de sel marin.

3.° Chercher à déterminer l'âge respectif des différens genres de montagnes primitives, tant composées, comme le granit, le porphyre, le gneiss, que simples, comme les ardoises, les serpentines et les calcaires primitives.

4.° Si, en particulier, le granit est bien certainement la pierre la plus ancienne d'entre celles qui

forment l'écorce de notre globe, en sorte que l'on ne trouve jamais le granit superposé à une pierre d'un autre genre.

5.° Si les grandes montagnes de granit en masse, même le mieux caractérisé, ne donnent pas des indices certains de stratifications ou de divisions par couches, quoique moins régulières que celles des montagnes schisteuses.

6.° Si dans les basses montagnes de granit, ce n'est point le nombre des fissures ou des divisions spontanées et irrégulières, qui nuit à la manifestation des couches.

7.° Si même, dans les blocs de granit séparés, un œil attentif ne discerne pas quelques veines de mica qui affectent la même direction, et tels que les ouvriers qui veulent faire des meules de moulin, ou d'autres ouvrages plus étendus dans un sens que dans un autre, préfèrent d'attaquer la pierre dans une direction déterminée.

8.° Si les indices de stratification ne s'observent pas dans l'intérieur des montagnes de granit, aussi bien qu'auprès de leur surface.

8.° A. Si entre les granits en masse et ceux qui sont décidément veinés, on ne trouve pas des nuances intermédiaires, telles qu'il est difficile de marquer la ligne de séparation.

9.° S'il ne se trouve pas des rochers, et même des montagnes, où des couches de granit en masse alternent avec des couches de granit veiné.

10.° Déterminer les caractères distinctifs des granits de formation nouvelle.

11.° Vérifier l'assertion du *Plin*e de la France, « qu'à mesure que l'on fouille dans une montagne » dont la cime et les flancs sont de granit, loin de » trouver des granits plus solides et plus beaux à

» mesure que l'on pénètre, l'on voit, au contraire,
 » qu'au-dessous, à une certaine profondeur, le
 » granit se change, se perd et s'évanouit à la fin,
 » en reprenant peu-à-peu la nature brute du roc
 » vif et quartzeux (*Minéraux, page 105*) ».

12.° S'il est vrai que chaque montagne primitive soit ordinairement composée d'une seule et même espèce de pierre.

13.° Chercher si l'on trouve sur les montagnes primitives, à de grandes hauteurs, des débris épars de montagnes secondaires : quant à moi, je n'en ai jamais trouvé.

14.° Si la pierre calcaire primitive se trouve toujours avec une cassure grenue, ou la forme d'un marbre salin, et jamais sous une forme compacte.

15.° Le schiste porphyrique de M. *Werner*, ou porphyre schisteux à pâte de pétro-silex primitif, doit-il être considéré comme primitif ou comme secondaire? La même question sur le *mandelstein* ou *amygdalöide*.

16.° Est-il bien constaté, comme j'ai cru le voir dans les Alpes, et M. de *Fichtel* dans les monts *Crapaks*, qu'il existe des poudingues ou des grès, sinon primitifs, du moins d'une formation antérieure à celle de toutes les autres pierres secondaires?

17.° Si les granits en masse ont été déposés les premiers, parce qu'ils étaient moins dissolubles, et s'ils ont cristallisé dès que la quantité ou la force dissolvante des eaux a souffert quelque diminution, et si c'est par la raison contraire que les gneiss, les mica, les pierres magnésiennes ont cristallisé plus tard.

C H A P I T R E X V I.

Observations à faire sur les transitions.

1.° OBSERVER les genres et les espèces de fossiles intermédiaires entre un genre ou une espèce de fossile, et les genres ou les espèces qui leur ressemblent le plus.

2.° Observer sur-tout les transitions par lesquelles la nature a passé, lorsqu'après avoir produit un genre ou un ordre de montagnes, elle a commencé à en produire d'un genre ou d'un ordre différent; car il n'est aucun changement d'ordre qui n'ait été l'effet d'une révolution, et c'est dans les transitions que l'on peut trouver des traces de ces révolutions.

3.° Ainsi, l'on voit souvent des couches de grès ou de poudingues interposées entre les montagnes primitives et les secondaires; on voit des brèches former la couche la plus élevée, et par conséquent la plus nouvelle, de quelques montagnes calcaires. Il faut donc étudier la nature, les dimensions, la position de ces couches remarquables.

4.° Si après avoir trouvé ces transitions ou d'autres quelconques dans quelques montagnes, on ne les trouve pas dans d'autres, on verra si leur absence ne viendrait point de leur destruction; on en cherchera des vestiges; et s'il paraît qu'elles n'ont point existé, on cherchera dans la nature et dans la position des montagnes, quelle peut avoir été la raison de leur absence (1).

(1) La meilleure manière d'observer les montagnes pour les bien connaître, c'est de ne pas se borner à suivre les vallées, mais de couper aussi, autant qu'il est possible, les chaînes principales et les rameaux qui s'en détachent, dans le sens de leur largeur. C.

Observations à faire sur les restes et les vestiges des Corps organisés qui se trouvent dans la terre, dans les montagnes ou à leur surface.

1.° LEUR nature, leur volume, leur quantité; étendue, profondeur et autres dimensions des couches où on les trouve (1).

2.° Leur conservation; entiers ou rompus, décomposés ou non; les coquillages avec leur nacre, leur couleur, ou dépouillés de l'une et de l'autre; restes ou vestiges de leurs chairs ou de leur peau, s'il y en a.

Déduire, s'il est possible, de ces données, quelque idée du temps qui s'est écoulé depuis que ces êtres organisés ont été déposés dans le sein ou à la surface de la terre.

3.° Nature des objets qui les accompagnent, comme sable, gravier, cailloux; s'ils sont anguleux ou arrondis, s'il se trouve dans leur voisinage d'autres vestiges de corps organisés (2).

4.° Leur nature, s'ils sont couchés ou renversés, culbutés, pour en conclure s'ils sont morts dans la place qu'ils occupent, ou s'ils y ont été transportés par quelque mouvement violent et irrégulier; si, par exemple, les coquillages ont la même attitude que dans le sein de la mer, les univalves sur leur bouche, les bivalves sur leur valve la moins convexe.

(1) 1.° A. Si ce sont des arbres, noter dans quelle direction ils sont couchés, et s'ils sont placés horizontalement ou inclinés soit du côté de la tête ou des racines. C.

(2) Faire une attention particulière à ceux de ces corps organisés qui pourraient se trouver dans de vrais filons. C.

5.° S'ils sont par familles, comme dans les eaux tranquilles, ou, au contraire, pêle-mêle et dans un état de confusion.

6.° Si toutes ces circonstances sont les mêmes dans toute l'étendue du même banc, dans les bancs contigus des mêmes terres et des mêmes montagnes, et dans celles du voisinage.

7.° Constater s'il y a des coquillages fossiles qui se trouvent dans les montagnes les plus anciennes, et non dans celles d'une formation plus récente; et classer ainsi, s'il est possible, les âges relatifs et les époques de l'apparition des différentes espèces.

8.° Comparer exactement les ossemens, les coquillages, les plantes fossiles avec leurs analogues vivans; et vérifier ainsi l'assertion de M. *Michaëlis*, que les ossemens fossiles des quadrupèdes, tels que l'éléphant, le rhinocéros, les bœufs, les cerfs, n'ont point une exacte ressemblance avec ceux que l'on trouve actuellement vivans.

9.° S'ils sont réellement différens, déterminer si ces différences ne sont que des variétés, ou si elles caractérisent des espèces.

10.° Si, au contraire, on constate leur identité avec quelques analogues vivans, savoir si ces analogues se trouvent actuellement ou se sont trouvés de mémoire d'homme dans les pays qui renferment leurs restes; et si la réponse est négative, savoir quelle est la situation et la distance du pays le plus proche où ils se trouvent.

11.° Si ces analogues ne vivent plus aujourd'hui que sous des climats d'une température très-différente, rechercher s'il y a des indices qu'ils aient anciennement vécu, et se soient propagés dans les pays où se trouvent actuellement leurs restes, ou si au contraire ces restes paraissent y avoir été transportés

par des courans, des marées, ou quelque autre grand mouvement des eaux.

12.° Si, de même que l'on trouve dans les pays froids, des vestiges des productions des pays chauds, on trouve réciproquement, dans les pays chauds, des vestiges des productions des pays froids.

13.° Si des bois fossiles, ou d'autres vestiges de corps organisés, sont situés de manière à indiquer qu'il y a eu dans l'ancien océan des îles peuplées d'animaux et de végétaux.

14.° Étudier avec soin les immenses amas d'ossemens déposés par nids et par couches dans les îles de Cherso, d'Osero et ailleurs.

15.° Étudier de même les cavernes qui en renferment, comme la *Batmannshöhle* (1) et autres.

16.° S'il paraît que ces cavernes aient été les retraites volontaires de ces animaux, et qu'ils y soient morts naturellement, ou si ce sont leurs cadavres qui y ont été transportés par les eaux (2).

CHAPITRE XVIII.

Observations à faire sur les Volcans.

A. Au moment d'une éruption.

- 1.° FORME, dimension et élévation du cratère,
- 2.° Couleur, élévation et autres qualités sensibles de la flamme et de la fumée.
- 3.° Phénomènes qui ont précédé l'éruption,

(1) dans le Hartz, celles de Gailenreuth en Franconie. C.

(2) Ou si enfin les ossemens ne se trouvent pas seulement dans les cavernes, mais aussi dans les couches où ces cavernes elles-mêmes ont été creusées. C.

bruits souterrains, tremblemens de terre, mouvemens extraordinaires de la mer.

4.° Phénomènes qui accompagnent l'éruption, comme tonnerre, éclairs, électricité positive ou négative, bruits souterrains, tremblemens de terre, scories, cendres et pierres lancées, à quelle hauteur, à quelle distance.

5.° Odeur de la fumée : elle indique communément l'acide sulphureux ; mais elle pourrait aussi indiquer des bitumes, des charbons de terre.

6.° Nature des gaz qui s'échappent pendant l'éruption.

7.° Vitesse de la lave, son degré de fluidité, comparée avec l'inclinaison du terrain sur lequel elle coule.

8.° Mesurer, s'il est possible, le degré de sa chaleur à la sortie du volcan.

9.° Si la lave paraît être dans un état de combustion ou de simple incandescence.

10.° Si son refroidissement se fait avec plus de lenteur, et suivant d'autres lois que celui des corps chauffés ou fondus dans nos fourneaux.

10.° A. Pourrait-on supposer que les matières vomies par les volcans, ne sont point enflammées ni même incandescentes dans le sein de la terre, et que ce n'est que le contact de l'air qui leur donne ces qualités.

11.° Si le refroidissement subit d'une lave dans l'air ou dans l'eau, la divise en colonnes prismatiques, telles que celles des basaltes.

12.° S'il est vrai que souvent les scories nouvellement lancées, et qui ont été subitement refroidies par leur prompt trajet au travers de l'air, paraissent enduites d'un vernis bitumineux.

13.° Et en général si le volcan vomit des matières

bitumineuses, ou quelque chose qui ressemble au résidu de la combustion du charbon de terre, ou si plutôt il rejetterait des pyrites ou des résidus de leur décomposition.

14.° Vérifier par quelques observations, et même par des expériences, s'il ne serait point possible que des pyrites ou d'autres matières ferrugineuses décomposées par l'eau, subissent une fermentation qui, agissant sur de grandes masses, dégagerait une chaleur suffisante pour produire les effets d'un volcan.

15.° Ou si, comme le pense M. Romme, ce sont des matières chariées par les fleuves et par les courans de la mer, qui entretiennent le feu des volcans.

16.° Chercher les moyens d'estimer la profondeur du foyer du volcan.

17.° S'informer si, dans le moment de l'éruption d'un volcan, il y a quelque changement notable dans les marées, dans les courans, dans les sources, dans les fumaroles, ou dans les volcans les plus proches.

18.° Éruptions boueuses, leur hauteur, leur volume, chaleur de la boue, nature de l'eau qu'elle contient; si elle est salée; nature des terres et pierres qu'elle charie; si elle renferme des coquillages marins, de quelles espèces et dans quel état.

Éruptions aqueuses: mêmes recherches; si elles tiennent en dissolution des terres qui ne soient pas ordinairement solubles dans l'eau (1).

(1) Observer les excavations dont il sort des courans d'air considérables, soit périodiquement, soit constamment. C.

B. Observations à faire, en tout temps, sur un Volcan décidément tel.

19.° Nature du pays et des montagnes entre lesquelles il se trouve.

20.° Histoire du volcan; sa forme, sa hauteur et son étendue dans les temps les plus anciens; ses changemens successifs jusqu'au moment actuel.

Bouches latérales, et époques de leur formation.

21.° Chronologie et énumération de ses différentes éruptions; descriptions et caractères des plus remarquables.

22.° Descendre, s'il est possible, dans les cratères des volcans éteints, mesurer leur profondeur, décrire leur forme, la nature de leurs parois, leurs couches, les concrétions qui s'y sont attachées, comme soufre, sel, &c. &c.

22.° A. Observer les fumaroles ou jets de fumée souvent acides qui s'y trouvent, leur chaleur, leur nature, leurs effets sur les laves qu'elles frappent.

23.° Chercher dans les crevasses si elles renferment des cristallisations métalliques ou pierrees, que l'on puisse considérer comme sublimées et formées par la cristallisation de substances réduites à l'état de fumées ou de vapeurs.

24.° Nature des courans de lave refroidis; leur étendue, leur épaisseur.

25.° S'il est vrai qu'en général elles sont poreuses à la surface tant supérieure qu'inférieure des courans, et compactes dans leur intérieur.

26.° Étudier la nature des divers courans superposés les uns aux autres, pour en conclure la différence qui a eu lieu dans le foyer du volcan et dans la source même de ses laves.

27.° En général, étudier dans les laves la nature

des terres et des pierres dont elles ont été formées.

27.° A. Étudier l'origine des cristaux qui se trouvent renfermés dans les laves, comme les grenats blancs ou *leucites* dans celles du Vésuve, pour savoir si ces cristaux ont été formés dans les laves depuis leur fusion, ou s'ils préexistaient dans les pierres dont les laves ont été formées.

28.° Nature et progrès de la décomposition des différentes laves, soit par les acides volcaniques, soit par les météores.

28.° A. S'il s'en trouve qui aient réellement coulé et qui aient pourtant conservé tous les caractères extérieurs qu'avait la pierre avant d'avoir subi l'action des feux souterrains.

29.° Origine des cendres volcaniques, des pouzolanes, du trass, des tufs.

30.° Origine des pierres ponceuses; si ce sont des granits ou des feld-spaths, des asbestes, des préhnites, des déodalites, ou des glaises plus ou moins ferrugineuses, ou enfin des restes de la décomposition des charbons de pierre.

30.° A. Si, comme le croit *M. de Fichtel*, l'action du feu des volcans peut augmenter la fusibilité du feld-spath, et le changer, de même que le quartz, en vraie zéolite.

31.° Nature des obsidiennes ou verres volcaniques; si ce sont vraiment des verres et des résultats d'une fusion complète, ou si ce ne sont pas plutôt des pierres d'une apparence vitreuse, et qui n'ont point subi une action du feu suffisante pour les fondre.

32.° S'il existe des laves anciennes qui, comme on le dit de celles d'Ischia, soient susceptibles de se réchauffer par l'humidité des pluies et des brouillards; ce qui appuierait la conjecture du n.° 14.

C. Observations à faire sur les Collines et sur les Montagnes desquelles on doute si elles ont été réellement des Volcans.

33.° Forme, élévation et autres dimensions de la colline ou de la montagne dont l'origine volcanique peut paraître douteuse.

34.° Situation de ses couches; remonter jusqu'au sommet de celles qui sont inclinées; rechercher si l'on n'y trouvera point un cratère ou des vestiges de cratère.

35.° Voir sur-tout si, en partant du point le plus élevé, on trouvera des couches qui se déversent de toutes parts, en partant de ce point comme d'un centre.

36.° Étudier les caractères des pierres qui ont subi l'action du feu, pour les distinguer d'avec les autres pierres poreuses, telles que les pierres glanduleuses ou amygdaloïdes.

37.° Ces caractères une fois reconnus, chercher si, dans le voisinage de la montagne douteuse, on trouve des pierres éparses qui présentent ces mêmes caractères, et qui paraissent venir de cette montagne.

38.° Voir si dans ce même voisinage, on trouve quelque vestige d'un reste de chaleur cachée dans le sein de la terre, comme des eaux thermales ou même des eaux acidules. On sait bien que ces signes sont équivoques; mais leur réunion avec d'autres peut mettre un poids dans la balance.

38.° A. S'il existe des preuves certaines de dépôts alternatifs de laves ou d'autres productions volcaniques, et de matières accumulées ou déposées par la mer.

39.° Entre les pierres qui ont été altérées par le feu, distinguer celles que l'on peut regarder

comme n'ayant subi que l'action d'une couche de houille en déflagration, et que le célèbre *Werner* nomme *pseudovolcaniques*, pour les distinguer d'avec celles qui ont été fondues dans un véritable volcan.

40.° Basaltes ; leurs formes , en colonnes , en tables , en boules ; liaisons , rapports qu'observent entre eux les basaltes de ces différentes formes.

41.° Nature de ces basaltes , celle de leur pâte , des grains qu'ils renferment , des pores ou cellules vides ou pleines que l'on peut y observer ; de leurs divers accidens , de leur décomposition.

41.° A. Leur manière de se comporter dans le feu , soit nu , soit à l'abri de l'action de l'air ; mais avant de tirer des argumens de ces expériences , il faut avoir résolu la question s'il est vrai qu'une pierre puisse avoir été fondue par les feux souterrains , sans qu'aucun de ses caractères présente les indices de fusion que le feu de nos fourneaux aurait donnés à cette même pierre.

42.° Leur liaison , s'il y en a , avec des laves bien reconnues pour telles ; s'il est vrai , par exemple , comme l'affirme *M. Faujas* , que l'on voie des courans de lave terminés par des colonnes de basaltes.

43.° Nature de la base sur laquelle reposent des basaltes ; si l'on en trouve , comme le dit *M. Werner* , qui reposent sur la wakke ou cornéenne à cassure terreuse et compacte , qui repose elle-même sur le sable ou sur le grès.

44.° Si d'autres fois on voit des basaltes reposer sur de lits de houille qui ne présentent aucun indice de combustion.

45.° Voir , en un mot , si le sol qui les porte , ou les parois qui les renferment , présentent des indices de l'action du feu , ou du moins d'avoir

été exposés au contact d'une masse incandescente , ou si , au contraire , on y voit des indices d'un dépôt d'une matière qui a joui d'une fluidité aqueuse.

46.° Si l'on trouve dans les basaltes des vestiges de corps organisés , marins ou autres , et dans quel état s'y trouvent ces vestiges.

47.° Si l'on voit , comme le dit *M. Faujas* , des basaltes qui paraissent s'être fait jour , de bas en haut , à travers des masses de granit.

48.° Dans des cas douteux de ce genre , il faudrait , si l'on pouvait en faire les frais , pousser une galerie sous une butte de basalte , pour voir s'ils s'approfondissent au-dessous du sol qui paraît les porter ; et si on les trouvait au-dessous du sol , abaisser un puits vertical pour vérifier les systèmes qui les supposent soulevés de l'intérieur de la terre au travers des couches supérieures.

CHAPITRE XIX.

Recherches à faire sur les Tremblemens de terre.

1.° PARTIE historique. Exposé de la grandeur , de l'étendue et de la chronologie de leurs ravagés en différens pays.

2.° Paraît-il que certains pays y soient plus exposés que d'autres ; y en a-t-il qui en soient absolument exempts , et quel rapport cela pourrait-il avoir avec la situation locale de ces pays ?

3.° Observer l'étendue , la durée et la direction des vibrations qu'éprouve la terre lorsqu'elle tremble.

4.° Y a-t-il des phénomènes météorologiques qui annoncent ou accompagnent les tremblemens de terre , comme chaleur extraordinaire , calme , orages , mouvemens de baromètre , électricité ,

vapeurs éparses dans l'air, pâleur ou couleur particulière du soleil ou des étoiles !

5.° Autres phénomènes, tels que bruits souterrains, mouvement extraordinaire de la mer, sources augmentées ou taries, odeur particulière, effroi des animaux domestiques.

6.° Y a-t-il des indices que quelques tremblemens de terre soient ou aient été les effets de l'électricité, et que l'on pourrait s'en préserver par le moyen des conducteurs ?

7.° N'y en a-t-il pas aussi qui dépendent immédiatement des feux souterrains, et qui sont précédés ou accompagnés d'éruption volcanique ?

8.° Y en a-t-il qui donnent des indices des effets de l'eau réduite en vapeurs ?

9.° Constater la simultanéité ou du moins l'étonnante rapidité des effets des tremblemens de terre à de très-grandes distances.

10.° Y a-t-il des exemples, que, dans le moment d'un tremblement de terre, une étendue un peu considérable de terrain ou de montagne ait été soulevée fort au-dessus de son niveau précédent, et soit demeurée ensuite dans cet état d'élévation ?

11.° Y a-t-il des brouillards secs, tels que celui de 1783, que l'on puisse considérer comme une vapeur sortie de la terre par l'action des secousses.

CHAPITRE XX.

Observations à faire sur les Mines de métaux, de charbon et de sel.

1.° PARTIE historique. Époque de la découverte d'une mine, de son exploitation, des frais et du produit net à différentes époques; s'il y a eu et s'il y a encore concession, et à quelles conditions.

1.° A. Dans la partie physique, il faut d'abord observer dans une mine, si elle est en filons ou en couches; c'est-à-dire, si elle coupe les couches de la montagne, ou si elle leur est parallèle.

2.° Dans les mines en filon, on considère les dimensions du filon, son épaisseur et sa longueur, son inclinaison relativement à l'horizon, et sa direction relativement aux points cardinaux: les mineurs donnent à cette direction le nom des heures.

3.° Le métal qu'il renferme, la substance qui le minéralise, et l'espèce de minéral qui en résulte.

4.° La gangue ou le fossile non métallique qui se trouve mêlé au minéral.

5.° Nature du sol, plancher (1), ou de cette partie de la montagne sur laquelle repose le filon; nature du toit, couverture, ou partie de la montagne qui le recouvre.

6.° Nature de la *salbande* (2), ou des parties du filon qui sont contiguës à la montagne.

7.° Nature des druses ou géodes cristallisées que renferme le filon.

7.° A. Forme, dimension et nature de la montagne qui renferme le filon.

8.° Situation du filon relativement aux couches de la montagne; sous quel angle il les coupe.

9.° Sa situation relativement à la forme extérieure de la montagne; s'il est parallèle à la pente extérieure de la montagne, ou si cette pente est dans un sens contraire.

10.° Allure du filon; s'il est sujet à changer de direction ou de situation, et suivant quelles lois;

(1) Mur.

(2) Et de l'éponte.

s'il y a quelques indices précurseurs de ces changemens, et des coins, crans ou failles qui interrompent le cours du filon, et comment on le retrouve quand on l'a perdu; situation et distance des endroits où il est le plus riche (*ertzpunkte*).

11.^o Filons latéraux, ou ramifications du filon principal; filons qui l'accompagnent, ou qui marchent parallèlement à lui.

12.^o Vérifier la théorie de M. *Werner* sur les filons, dont voici les principes fondamentaux.

A. Que les espaces qu'occupent les filons ont été originairement des fentes ou crevasses vides.

B. Que ces fentes ont été ensuite remplies par en haut, dans le temps où la mer couvrait encore les montagnes, et cela par la précipitation ou la cristallisation de substances qui étaient auparavant dissoutes par les eaux de la mer.

C. Que de deux filons qui se croisent, le plus moderne est celui qui coupe l'autre.

D. Que de deux filons dont l'un arrête et détermine l'autre, le plus moderne est celui qui est arrêté par l'autre.

E. Que dans un même filon, les parties les plus voisines des parois, la salbande, par exemple, sont les plus anciennes; celles du milieu les plus modernes, et les intermédiaires, d'un âge moyen.

F. Qu'aussi, dans un même filon, les parties les plus basses sont les plus anciennes.

G. Qu'on trouve dans quelques filons, des cailloux roulés; dans d'autres, des restes de corps organisés, de coquillages, de bois; dans d'autres, du charbon de pierre, du sel marin.

H. Qu'on peut assigner l'âge relatif de la formation des différens minéraux; que, par exemple,

les mines d'étain sont de la plus ancienne formation, puis celle d'uranite, de bismuth, &c. (1).

La plupart des questions suivantes fournissent des confirmations de cette théorie, ou des objections contre elle, suivant la solution que l'on en donne.

13.^o Est-il vrai qu'il existe des montagnes ou des parties de montagnes tellement criblées de filons contemporains, qu'elles n'auraient pas pu se soutenir si la matière dont ils sont remplis n'avait pas été produite en même temps que la montagne même! J'ai dit contemporains; car si l'on pouvait supposer que les fentes remplies par ces filons ont été formées successivement, l'objection que ce fait présenterait contre M. *Werner*, serait par cela même résolue.

13.^o A. Il faut répéter ici la question 10 du chapitre II: comment l'on peut concevoir que tous les métaux et toutes les matières que l'on trouve dans un filon, aient pu être dissoutes par l'eau de la mer (2).

14.^o Est-il vrai qu'il existe dans le Derbyshire, des filons verticaux de mine de plomb qui sont coupés à plusieurs reprises par des couches horizontales d'amygdaloïdes ou de *toadstone*!

15.^o Trouve-t-on dans le voisinage des filons, des couches de même minéral qui remplissent ces filons, et qui paraissent avoir été déposées dans le même temps où les dépôts de la mer remplissaient les fentes qu'occupent ces filons?

16.^o Est-il bien constaté qu'il y ait certains métaux

(1) Voyez l'exposition de ce système, dans le n.^o XVIII du Journal des Mines. C.

(2) Ou dans les eaux du grand océan, que l'on suppose avoir couvert tout le globe de la terre. C.

et certaines espèces de mine que l'on ne trouve que dans certaines espèces de montagnes; et si le fait est vrai, cela vient-il de l'âge relatif de ces minerais et de ces montagnes, ou de ce que la substance de ces montagnes favorise la formation ou la précipitation d'un minéral plutôt que d'un autre?

17.° Est-il vrai, comme le dit M. de Trébra, que l'on trouve les plus riches filons et les points les plus riches d'un filon, dans la ligne verticale qui répond aux fonds ou au rendez-vous des eaux pluviales, et jamais sur les pics et sur les côtes les plus élevées; et si ce fait était constaté, ne prouverait-il pas que les filons sont d'une origine postérieure aux grandes révolutions qui ont donné à la surface de notre globe ses formes actuelles, et que les métaux y ont été déposés par les eaux météoriques?

18.° Est-il de même vrai que les mines les plus riches se trouvent dans les montagnes dont les pentes sont peu rapides (1)?

19.° Y a-t-il des exemples de filons entièrement épuisés, et qui se sont de nouveau remplis de minéral?

20.° La production des métaux dépend-elle de l'influence du soleil et du climat? les trouve-t-on plus fréquemment près des faces orientales ou méridionales des montagnes, qu'auprès des faces occidentales ou septentrionales?

21.° Peut-on généraliser l'observation faite en

(1) Comme le disent trop généralement les auteurs saxons, parce que le fait est vrai chez eux et dans quelques autres pays, tandis qu'il ne l'est point ailleurs, notamment dans les Pyrénées. C.

Sibérie, en Transylvanie, au Mont-Rose et ailleurs, que dans les mines d'or, les filons sont plus riches auprès de la surface, que plus avant dans l'intérieur de la montagne?

21.° A. Est-il généralement vrai que les filons soient plus riches dans leur intersection que dans le reste de leur cours?

22.° Voit-on la pente des filons plus souvent contraire que parallèle à celle de la face adjacente de la montagne?

23.° Arrive-t-il quelquefois que la roche qui forme les parois du filon (*neben-gestein*), soit aussi riche et même plus riche en métal que le filon même, et s'ensuivrait-il de-là, que le métal arrive au filon en s'infiltrant au travers de ses parois?

24.° Est-il vrai que dans les montagnes de granit, le grain du granit est plus fin, et la pierre plus tendre dans le voisinage d'un filon?

25.° Voit-on, dans quelque mine, des preuves que les feux souterrains aient contribué à sa formation, en sublimant des matières métalliques ou en les fondant? En un mot, y voit-on quelques vestiges de l'action du feu?

26.° Ne voit-on pas au contraire, dans la plupart des mines, des preuves de l'action de l'eau, dans la situation des minéraux et de leurs gangues, dans leurs druses, dans l'état, la forme et la nature de leur cristallisation?

27.° Règne-t-il dans le fond des mines une chaleur supérieure à la température moyenne de la terre? et si une telle chaleur règne dans quelque mine, ne peut-elle pas s'expliquer par celle que produisent les lampes, les mineurs eux-mêmes, quelques amas de pyrites ou quelques eaux locales, sans recourir à une cause générale, ou au feu central?

28.° Est-il bien certain qu'en général, les filons vont en s'amincissant à mesure qu'ils s'approfondissent, et se terminent en forme de veine; en sorte que les fentes qui les renferment soient fermées par le bas! Ce fait, s'il était constaté, détruirait la possibilité des sublimations venant de l'intérieur de la terre (1).

29.° Sur les mines en couches, observer leur nature, leurs étendue, épaisseur, inclinaison, profondeur; leurs interruptions par des filons qui les coupent; leurs renflemens et amincissemens alternatifs, de même que l'augmentation et la diminution de leur richesse, et les signes précurseurs de ces changemens.

30.° S'il est très-rare de trouver sous la forme de couches, d'autres mines métalliques que celles de cuivre, de fer, de plomb, de calamine et de manganèse.

31.° Si les mines en couches sont communément pauvres auprès de la surface de la montagne, et s'enrichissent en s'approfondissant.

31.° A. Si les mines en rognons ou en masse (*stockwerke*) doivent se rapporter à celles en filons ou à celles en couches (2).

(1) 28. A. Existe-t-il de véritables filons, dont la puissance soit de dix à vingt toises & plus; ou bien n'a-t-on pas, dans ce cas, pris pour des filons des bancs métallifères, ou des fentes placées entre deux espèces différentes de pierres? C.

(2) 31. B. Observer encore une troisième sorte de gîtes de minéral; ceux qui se trouvent dans les *transitions* (*stein-scheidung*), c'est-à-dire, entre deux espèces de pierres d'une nature très-différente, comme entre le schiste argileux et la pierre calcaire, entre ce même schiste et les roches composées, &c. Ne pas confondre ces gîtes de minéral avec les véritables filons, ni avec les bancs métallifères, les minerais en couche, et les *stockwerke*. C.

32.° Dans les mines de houille, observer la nature de la houille, plus ou moins compacte, plus ou moins riche en bitume, plus ou moins mélangée d'argile ou de pyrites.

33.° Rechercher dans les houilles, les vestiges de leur origine; si ce sont des bois, et de quelle espèce, ou des tourbes, ou des plantes marines (1).

34.° Voir si l'on y trouve des restes d'animaux, ou marins, ou terrestres.

35.° Allure de leurs couches; s'il est vrai que souvent elles commencent par descendre, pour devenir horizontales, et remonter ensuite; et que c'est dans la partie horizontale qu'elles sont plus épaisses, et donnent la houille de la meilleure qualité (2).

36.° S'il y a plusieurs couches les unes au-dessus des autres, avec des bancs d'autres fossiles interposés; qualités et rapports de ces couches.

37.° Nature et épaisseur des couches de terres ou de pierres sous lesquelles se trouve la mine de houille; empreintes et autres vestiges de corps organisés qui se trouvent dans ces couches.

37.° A. Ceux qui attribuent l'origine de la houille à des forêts enfouies dans la terre, comment peuvent-ils expliquer des couches minces de ce

(1) 33.° A. Distinguer avec soin la véritable houille d'avec le jayet, ou charbon fossile (*braun-kohle* des Allemands), et d'avec les terres-houilles, ainsi que d'avec la substance connue par les Allemands sous le nom de *blend-kohle*.

33.° B. Examiner s'il se trouve quelquefois dans les terrains calcaires, de la houille grasse et collante, ou s'il n'en s'y rencontre jamais que du charbon sec et cassant. C.

(2) 35.° A. S'assurer s'il existe quelquefois de la houille ou du charbon fossile en filon, comme on rapporte qu'il s'en trouve à Wehrau dans la haute Lusace. C.

fossile renfermées entre des bancs de pierres calcaires, et qui se répètent dans la même montagne à différentes hauteurs! Cette observation n'indiquerait-elle pas qu'il y a aussi des houilles originaires des fucus, des algues ou d'autres plantes marines.

37.° B. Doit-on supposer que toutes les houilles ont été dans un état de dissolution? Quel est l'agent qui les a dissoutes, et que l'on peut appeler leur *minéralisateur*?

38.° Quoique les mines de sel gemme se trouvent communément par couches, cependant M. *Fichtel* affirme que l'on trouve en Transilvanie des masses énormes de sel pur, compacte, sans apparence de corps étrangers; il les regarde comme d'une formation très-ancienne, et les distingue de celles qui sont en couches, entre des lits d'argiles et de grès mélangés de coquillages. Ces grands faits méritent un examen très-approfondi.

39.° Vérifier aussi l'assertion du même géologue, que ces masses de sel sont entourées d'anciens volcans, et déterminer si l'on doit croire avec lui que ce sel ait été cristallisé par la chaleur de ces volcans, qui ont fait évaporer l'eau qui le tenait en dissolution.

40.° Voir enfin si quelques-unes de ces masses de sel paraissent avoir été soulevées, par les feux souterrains, à une hauteur plus grande qu'elles n'avaient lors de leur formation.

41.° Rechercher la raison de la singulière liaison que l'on observe entre les mines ou les sources de sel et les montagnes de gypse (1).

(1) et particulièrement de gypse coloré par une argile rouge. Rechercher aussi pourquoi il se trouve communément de l'asphalte dans le voisinage des salines.

42.° Observer les efflorescences de différens sels qui se forment

CHAPITRE XXI.

Recherches à faire sur l'Aimant.

1.° La théorie de l'aimant doit entrer dans la théorie de la terre, premièrement parce que les phénomènes qui en dépendent, appartiennent uniquement à la masse entière du globe; ensuite, parce que *Halley*, et après lui d'autres physiciens, ont tâché d'expliquer divers phénomènes de l'aimant, en supposant que la terre est concave, et qu'elle renferme dans sa concavité un ou plusieurs globes magnétiques.

2.° Dans la considération de l'aimant, il faut d'abord examiner si l'on doit, pour expliquer ses phénomènes, supposer, comme *Descartes*, un fluide continu qui tourbillonne autour de l'aimant, en entrant par un de ses pôles, et en ressortant par l'autre; ou, comme M. *Æpinus*, un fluide discret, susceptible de raréfaction et de condensation, qui se raréfie dans un des pôles, et se condense dans l'autre; ou enfin, comme M. *Prevost* (1), deux fluides susceptibles de se combiner l'un avec l'autre, et de se neutraliser par leur réunion; mais aussi de se séparer, de manière que l'un des deux soit seul accumulé autour du pôle-nord d'un aimant, tandis que l'autre est accumulé autour du pôle-sud, et que tous les phénomènes magnétiques s'expliquent par les attractions électives que ces

sur les rochers et à la surface de la terre, en déterminer la nature.

43.° Noter aussi la nature, l'abondance et ce qu'on peut reconnaître sur l'origine des eaux minérales: en déterminer la température. C.

(1) De l'origine des forces magnétiques, in-8.°, Genève, 1788.

fluides exercent soit entre eux, soit avec le fer (1).

3.° Il faut voir ensuite si la direction de l'aiguille aimantée, et son inclinaison, dépendent de la situation d'un grand aimant renfermé dans les entrailles de la terre, comme l'a supposé *Halley*; ou de l'action de l'un de ces deux fluides magnétiques vers un des pôles, et peut-être de l'autre fluide vers le pôle opposé, comme le suppose *M. Prevost*.

4.° Si l'on admet l'hypothèse d'un grand aimant suspendu dans la concavité de la terre, supposera-t-on, comme l'inventeur de cette hypothèse, que cet aimant ait quatre pôles? ou tentera-t-on de tout expliquer, comme l'a fait le grand géomètre *Euler*, par un aimant qui n'ait que deux pôles? ou enfin, supposera-t-on, comme l'a fait dernièrement un physicien américain, *M. Churchman*, que la terre renferme deux pôles magnétiques, l'un au nord,

(1) Le célèbre *Coulomb* admet aussi deux fluides, qui composent le fluide magnétique, et dont les actions s'exercent en raison inverse du carré de la distance; mais dans la théorie des phénomènes qui tiennent à l'action du globe, ce savant est parti de certains faits donnés immédiatement par l'observation, dont un sur-tout serait intéressant à vérifier sur différens points du globe. Il consiste en ce que les forces qui sollicitent vers le nord un des pôles d'une aiguille aimantée, librement suspendue, sont égales à celles qui tirent le pôle opposé vers le midi. *Coulomb* a conclu cette égalité, de ce qu'une aiguille pesée à deux reprises différentes, avant et après qu'on l'eût aimantée, se trouvait avoir exactement le même poids dans les deux cas.

Le citoyen *Borda* a reconnu de son côté, par des observations faites d'abord à Brest, à Cadix, à Ténériffe, à Gorée sur la côte d'Afrique, et ensuite à Brest et à la Guadeloupe, que l'intensité de la force exercée par le globe sur une aiguille aimantée, estimée d'après le nombre d'oscillations que faisait cette aiguille dans un temps donné, était sensiblement la même dans ces différens endroits. Cette observation, répétée à d'autres latitudes, sur-tout en approchant des pôles, pourrait jeter du jour sur la théorie du magnétisme naturel. (*Note du G. Haüy.*)

l'autre au sud, à des distances différentes des pôles de la terre, qui font leurs révolutions dans des temps différens, et que de l'influence combinée de ces deux pôles, on peut conclure avec tant de précision les changemens annuels de déclinaison, que l'on déduirait la longitude d'un lieu quelconque de sa latitude, et du degré de déclinaison que l'aiguille y éprouve. *Heads of lectures by S. Priestley; London, 1794.*

5.° Ainsi, dans la supposition d'un ou de plusieurs aimans intérieurs, les changemens annuels de déclinaison et d'inclinaison s'expliquent par des mouvemens de rotation de ces aimans (1). Mais dans le système de *M. Prevost*, qui n'admet point ces aimans intérieurs, on demande si les changemens de déclinaison ne dépendraient point des mouvemens qui produisent le changement d'obliquité, la précession, la nutation, et peut-être quelques autres phénomènes ou inégalités de ce genre (2).

(1) Recherches physico-mécaniques sur la chaleur, par *P. Prevost*, in-8.°, Genève, 1792, S. 163.

(2) *Æpinus* indique une autre explication indépendante de ces mouvemens. Il serait possible, selon ce savant physicien, que la déclinaison de l'aiguille aimantée provînt en général de la figure irrégulière du noyau magnétique du globe, ou d'une distribution inégale du fluide dans son intérieur; et pour rendre raison de la variation de cette déclinaison dans un même lieu par succession de temps, on pourrait supposer que la figure du noyau, ou la distribution du fluide qu'il renferme, fût elle-même variable. *Æpinus* présume aussi que l'action des mines de fer répandues dans le sein du globe, pourrait influer sur la variation dont il s'agit, et que peut-être même elle en est la seule cause. *Tentamen theoriæ electr. et magnet.*, p. 268, 271, et 334.

Ce savant désirerait que les hommes éclairés qui se trouveraient à portée d'une mine d'aimant, déterminassent par l'observation, si les morceaux de ce minéral, avant d'être tirés du sein de la terre, avaient leurs pôles disposés relativement aux

6.° Quant aux variations diurnes, un savant Anglais, M. *Canton*, considérant qu'il est prouvé par l'expérience, que la chaleur diminue la force de l'aimant, a pensé que les rayons solaires, en réchauffant la terre, doivent diminuer la force attractive du grand aimant qui y est renfermé, et il déduisait de-là, comme on le verra bientôt, l'explication de ces variations. Mais M. *Canton* ne réfléchissait pas à ce qu'a fort bien vu M. *Apinus*, que cet aimant, s'il existe, est enfoncé trop avant dans la terre, pour que l'action des rayons solaires, ou du moins les variations de cette action du soir au matin, puissent y pénétrer. Cependant on peut appliquer aux minéraux ferrugineux, abondamment répandus à la surface de la terre, ce que M. *Canton* pensait du grand aimant renfermé dans son sein; et alors, si l'on admet que ces minéraux exercent quelque action sur l'aiguille aimantée, on ne saurait nier que la chaleur excitée par les rayons du soleil, ne diminue cette action. Il arriverait de ces principes, que le matin, quand le soleil réchauffe la surface du terrain situé à l'est de l'aiguille, celle-ci, moins fortement attirée vers cette partie, doit décliner vers l'ouest, et que, par la raison contraire, elle doit, le soir, décliner vers l'est: or, M. *Canton* prouvait, par une longue suite d'observations, qu'au moins, à Londres, c'est-là le cours ordinaire des variations diurnes.

7.° Mais il conviendra d'examiner si cette explication, même ainsi corrigée, ne renferme pas un

pôles du monde, comme ceux des aiguilles librement suspendues; et si, dans certains morceaux, les pôles n'étaient pas en sens inverse, ce dont il fait voir la possibilité, au moyen des points conséquens. *Ibid.* page 333. *Note du même.*

paralogisme, et si lorsque toutes les particules ferrugineuses répandues auprès de la surface de la terre, à l'orient de l'aiguille, diminuent également et simultanément de force attractive, l'aiguille ne doit pas demeurer immobile, vu que la diminution de l'attraction exercée sur le pôle-sud de l'aiguille, compense la diminution de celle qui est exercée sur le pôle-nord (1). J'en dis autant de celles qui sont situées à l'occident. Si ce raisonnement est juste, l'aiguille ne doit varier par l'action de la chaleur solaire, que quand cette chaleur diminue la force magnétique des parties ferrugineuses situées au nord de l'aiguille, plus que celle des parties situées au sud, ou réciproquement.

Pour décider cette curieuse question, il faudrait choisir deux rivages opposés, et dirigés à-peu-près de l'est à l'ouest du méridien magnétique, telles que seraient les côtes de Provence au Midi, et celles de la Normandie au Nord; établir deux boussoles bien suspendues, telles que celles de M. *Coulomb*, l'une au midi, à Antibes par exemple, l'autre au nord, près du Cap de la Hagué, et voir si leurs variations

(1) Soit O le centre de suspension de l'aiguille $N'S$ et a, b, c, d , des forces qui sollicitent l'aiguille dans des directions opposées; par exemple, des morceaux de fer: les forces en b et en d , conspirent à faire mouvoir, du côté de l'ouest, l'extrémité N de l'aiguille, et les forces en a et en c , conspirent de même à faire marcher cette même extrémité du côté de l'est; et lorsque l'aiguille demeure tranquille, il y a équilibre, et les forces $a + c = b + d$. Or, dans cette supposition, si les forces du même côté, b et c , par exemple, diminuent également, l'équilibre ne sera point rompu. En effet, soit $b = y + m$ et $c = z + m$; si les forces b et c diminuent également de la quantité m , on aura toujours $a + z = b + y$. Il en sera de même d'une augmentation quelconque, si elle est égale et simultanée sur tout un des côtés de l'aiguille. *Note de l'auteur.*



diurnes ne marcheraient pas en sens contraire ; c'est-à-dire, si celle d'Antibes, qui a le continent au nord et seulement des mers au midi, ne déclinerait pas le matin du côté de l'ouest, comme faisait celle de M. *Canton*, tandis que celle de la Hague, qui a le continent au sud et la mer au nord, déclinerait en même temps à l'est. En effet, M. *Canton*, qui faisait ses observations à Londres, avait au nord de son horizon magnétique, la plus grande partie de l'Angleterre et toute l'Irlande ; et ainsi il devait avoir la variation à l'ouest le matin, et à l'est le soir, comme il l'a observée ; car il est certain que les mers préservent les terres qu'elles couvrent, de l'action du soleil, et qu'ainsi l'attraction de ces terres ne doit point varier par la chaleur qui émane de cet astre.

8.° En répétant et en variant avec soin ces observations dans les lieux choisis avec discernement, on décidera si la variation diurne régulière tient à une cause générale, mais dont l'action soit cependant susceptible d'être suspendue ou troublée par des causes locales ; ou si, au contraire, comme le croit M. *Van-Swinden*, on doit croire que la variation diurne n'est point un phénomène cosmique, ou qu'elle ne dépend point d'une cause générale inhérente au globe, et qui agisse par-tout suivant la même loi.

9.° Y a-t-il quelque action proprement dite du fluide magnétique sur le fluide électrique ; ou n'y a-t-il entre ces deux fluides qu'une ressemblance de propriétés ou de manière d'agir ?

10.° Est-il bien constaté, comme le croit M. *Van-Swinden*, que les aurores boréales agissent sur l'aiguille aimantée, et peut-on concevoir le mode de cette action ?

11.° Même question sur la lumière zodiacale.

12.° En général, la théorie de l'aimant est encore si éloignée de sa perfection, même dans la partie qui dépend uniquement de l'observation, qu'il est bien à souhaiter que l'on multiplie les observations et les observateurs, sur-tout pour ce qui concerne l'inclinaison de l'aiguille. Quant à la déclinaison et à ses variations, M. *Van-Swinden* a donné un bel exemple d'exactitude, de constance dans les observations, et de sagacité dans l'art de classer et de comparer les résultats. Il est bien à désirer que cet exemple soit suivi dans des situations et sous des climats différens. Il est, par exemple, à souhaiter que l'on détermine avec précision les bandes de la terre où la déclinaison est nulle, et leurs changemens de position, et de même pour l'inclinaison.

C H A P I T R E X X I I .

Erreurs à éviter dans les observations relatives à la Géologie.

1.° Il y a des erreurs dans lesquelles il est facile de tomber, lorsqu'on n'a pas un long exercice de l'art d'observer dans un genre donné, et contre lesquelles il est utile de prémunir au moins ceux qui commencent.

2.° Il est très-facile de se tromper sur les distances relatives à des objets éloignés. Toutes les étoiles et les planètes paraissent à la même distance. Les montagnes éloignées paraissent être toutes dans le même plan. Ainsi, celles qui sont situées fort loin derrière d'autres, paraissent faire corps avec celles-ci ; en sorte que l'on croit voir des chaînes suivies et non interrompues, lors même qu'il n'y

en a point, et que les montagnes sont réellement isolées.

Les distances absolues des objets, même peu éloignés, sont aussi très-difficiles à estimer sur les hautes montagnes, où la transparence de l'air et l'absence des vapeurs détruisent la perspective aérienne. Souvent j'ai cru n'avoir que deux ou trois cents pas à faire pour atteindre une cime dont j'étais éloigné de plus d'une lieue en ligne droite.

3.° Il y a bien des erreurs dont les couches peuvent être l'objet.

Leur grande épaisseur peut faire croire qu'il n'y en a pas, quoiqu'elles existent réellement.

De même, si les couches verticales, ou même seulement fort inclinées, présentent leurs plans à l'œil de l'observateur, il croira voir des masses informes et indivises; tandis que, si l'on voyait leurs tranches, on distinguerait aisément leurs divisions.

Il faut donc voir une montagne sous des aspects qui se coupent à angles droits, avant de prononcer qu'elle n'est pas divisée par couches.

4.° D'autres fois des fissures accidentelles, mais cependant produites par une cause qui leur est commune, présentent des apparences de couches, tandis qu'il n'y en a pas, ou que, s'il y en a, leur situation est très-différente de celle de ces fentes. C'est le tissu intérieur de la pierre qui, dans bien des cas, peut seul déterminer si les divisions qu'on observe, sont des séparations de couches, ou de simples fissures, parce que les couches sont constamment parallèles aux feuilletés intérieurs ou au tissu schisteux de la pierre. Les cristaux dont le tissu lamelleux peut quelquefois se confondre avec un tissu schisteux, peuvent présenter une exception à

cette règle, en offrant des lames perpendiculaires aux plans des couches; mais il est aisé de les reconnaître.

5.° On peut aussi porter un jugement erroné sur la direction d'une montagne ou de ses couches, lorsque l'œil n'est pas situé dans leur prolongement, ou du moins tout auprès.

6.° La situation apparente des couches peut aussi induire en erreur. Elles paraissent horizontales, lors même qu'elles sont très-inclinées, lorsqu'on ne les voit que sur la tranche formée par un plan parallèle à la commune section de leurs plans avec l'horizon; on ne peut juger de leur inclinaison et la mesurer avec certitude, que sur une tranche perpendiculaire à la commune section que je viens d'indiquer.

6.° A. Enfin, l'erreur la plus grave est celle que l'on peut commettre sur la superposition des couches. J'ai vu souvent des hommes novices dans l'étude des montagnes, croire qu'une couche reposait sur une autre, un granit, par exemple, sur une ardoise, parce qu'ils avaient trouvé l'ardoise au bas de la montagne, et le granit dans le haut: tandis que l'ardoise n'était qu'appliquée contre le bas de la montagne; le granit, au contraire, s'enfonçait dans la terre fort au-dessous de l'ardoise. Il ne faut donc prononcer qu'une couche est située sous une autre, que quand on la voit réellement s'enfoncer au-dessous d'elle.

7.° Et même lorsqu'on voit un rocher distinctement superposé à un autre, il faut examiner si celui qui est sur l'autre, n'occupe point accidentellement cette situation, s'il n'a point glissé ou roulé d'une montagne plus élevée; et enfin, lors même qu'ils seraient étroitement unis, il faut voir

si leur situation actuelle est bien celle dans laquelle ils ont été formés , et s'ils n'ont point été renversés et unis accidentellement dans une situation contraire à celle de leur formation originaire.

8.° On se trompe aussi fréquemment sur la nature des pierres et des montagnes. Quoiqu'un œil exercé puisse souvent juger à quelque distance, et même à un assez grand éloignement , du genre de pierre dont une montagne est composée , cependant ces jugemens sont souvent erronés : souvent des montagnes de granit ou de gneiss tendres et destructibles, prennent de loin les formes arrondies des montagnes secondaires ; quelquefois aussi des montagnes de pierres calcaires, dures dans leur genre, et en couches verticales ou très-inclinées, présentent les formes hardies, les pics et les crenelures à angles vifs des sommités granitiques.

9.° Même en y regardant de près, on se trompe souvent. Une pierre peut avoir un enduit étranger, de mica par exemple, tandis que l'intérieur est d'une nature très-différente.

10.° On regarde communément l'effervescence avec l'eau-forte comme un caractère certain de la pierre calcaire ; cependant ce caractère peut tromper, puisque la terre pesante et la magnésie font aussi effervescence (1), et il ne faut point se contenter de toucher une pierre avec l'acide nitreux, ou d'en laisser tomber une goutte à sa surface, puisque la terre absorbante, quelle qu'elle soit, peut n'être que disséminée entre des parties argileuses ou siliceuses. Il faut donc plonger un fragment de la pierre dans une quantité d'acide

(1) et qu'il y a au contraire des pierres calcaires non effervescentes. C.

suffisante pour le dissoudre en entier, s'il est tout dissoluble, et voir s'il ne reste point de résidu qui refuse de se dissoudre.

11.° Souvent l'action de l'air et des météores donne aux fossiles des apparences absolument différentes de celles qu'ils avaient avant d'avoir subi cette action. Il ne faut donc pas se contenter d'un examen superficiel ; il faut sonder les rochers jusqu'au vif, et là où l'action des agens météoriques n'a point pénétré.

12.° On se trompe aussi souvent en prenant pour simples, des pierres composées, dont la composition ne se manifeste pas au premier coup-d'œil, soit à cause de la petitesse de leurs parties composantes, soit parce que quelques-unes de ces parties sont renfermées chacune à part dans une enveloppe qui en cache l'intérieur. On se garantira de cette erreur, en observant au soleil, avec de fortes loupes, et après avoir mouillé la surface du fossile avec de l'eau ou de l'acide nitreux, et mieux encore en l'exposant graduellement à la flamme du chalumeau.

13.° On se trompe souvent relativement à la cristallisation, soit sur la vraie forme des cristaux, soit sur-tout en prenant pour de vrais cristaux des cristaux parasites, ou qui se sont formés dans le moule des cristaux d'un autre genre. C'est ainsi qu'on voit des cristaux de quartz, de pétrosilex et de jaspe formés dans des moules de cristaux calcaires, et qui ont pris la forme propre à ces derniers.

14.° Quant aux erreurs que cause l'ignorance des caractères distinctifs des fossiles et celle des noms qui leur conviennent, l'unique moyen de s'en préserver, est d'étudier avec soin les bons auteurs, et sur-tout des collections faites ou du moins étiquetées par d'habiles minéralogistes.

15.° Mais dès qu'on a le plus léger doute sur la dénomination que l'on doit donner à un fossile, il faut faire une description exacte, soit de ses caractères extérieurs, soit de ses propriétés physiques les plus décisives, comme pesanteur, solubilité (1). Si cette description est bien faite, l'erreur sur le nom pourra se redresser, et l'observation ne sera pas perdue, comme elle le serait, si l'on avait quelque raison de suspecter la justesse de la dénomination, et qu'aucune description ne pût servir à la corriger (2).

16.° Lorsque les caractères d'un fossile le rapprochent d'un autre, au point qu'il se trouve près de la limite qui sépare les genres ou les espèces de ces deux fossiles, il faut suivre l'exemple de M. Werner et de ses disciples, en marquant que ce fossile est intermédiaire, ou forme une transition entre ces deux genres. Car si on l'attribue exclusivement au genre *A*, sans noter les caractères qui le rapprochent du genre *B*, un autre observateur qui verra ce même fossile, pourra fort bien le rapporter au genre *B*, et l'on ne saura lequel des deux s'est trompé.

(1) dureté, réfrangibilité, électricité, &c. *H.*

(2) Un homme qui ne vit plus, mais qui a passé dans son temps pour minéralogiste, m'écrivit qu'il avait trouvé des coquilles marines dans un granit. Je le priai de me donner une description exacte de la pierre qu'il appelait granit; il le fit; je reconnus que cette pierre était un grès ou une pierre de sable, et les échantillons qu'il m'envoya ensuite, me prouvèrent que je ne m'étais pas trompé. On peut se rappeler les pyrites de l'Etna du chanoine *Recupero*. Les erreurs de ce genre, qui viennent de fausses dénominations, sont innombrables; car une connaissance exacte des substances minérales, est une chose plus difficile et plus rare qu'on ne le croit communément. (*Note de l'Auteur.*)

17.° On se trompe aussi souvent en mêlant l'opinion à l'observation, et en donnant celle-là pour celle-ci; comme quand on affirme avoir vu des vestiges de volcans éteints, parce qu'on a vu des pierres ou noires ou poreuses, ou de formes prismatiques, sans daigner les décrire avec soin, mais en les qualifiant simplement de *laves* ou de *basaltes*.

18.° Enfin, une source fréquente d'erreurs, est une trop grande confiance à la fidélité de sa mémoire ou à la justesse de ses premiers aperçus. Ces deux genres de confiance marchent souvent de front, et l'on ne peut se préserver du danger des erreurs qui en sont souvent les suites, qu'en notant sur les lieux toutes les observations auxquelles on attache quelque importance, sur-tout si elles sont un peu compliquées, et en emportant des échantillons soigneusement étiquetés des objets qui forment le sujet de ces observations; car ce n'est pas seulement des objets rares et singuliers, qu'il faut emporter des échantillons. En effet, le but d'un voyageur géologue n'est pas de former un cabinet de curiosités, mais c'est des choses les plus communes en apparence qu'il faut prendre des morceaux, lorsque l'exacte détermination de leur nature peut intéresser la théorie. On se ménage ainsi les moyens de confirmer ou de rectifier ses premiers aperçus, et de faire des recherches approfondies et des comparaisons qu'il est impossible de faire sur les lieux (1).

(1) Nous croyons devoir ajouter ici quelques conseils aux voyageurs sur les questions qu'ils peuvent faire dans les villes.

D'où tire-t-on les matériaux propres à la bâtisse, comme chaux, plâtre, tuiles, ardoises, pierres de différentes espèces, sable! Brûle-t-on de la tourbe, de la houille, et où les trouve-

Instrumens nécessaires au Géologue voyageur.

1.° L'INSTRUMENT le plus nécessaire, c'est le marteau du mineur : il en faut au moins de deux grosseurs ; l'un petit, pour casser les petits morceaux et les cailloux roulés, en les tenant de la main gauche, tandis qu'on les frappe de la droite. Son poids doit être, y compris celui du manche, d'environ dix onces ; l'autre, plus gros, pour détacher des fragmens de rocher, et pour rompre de gros cailloux : son poids doit être à-peu-près quadruple de celui du petit.

Quand je voyage à cheval, je tiens ces deux marteaux suspendus à l'arçon de ma selle.

1.° A. Deux ciseaux de tailleur de pierre, l'un petit, d'une ligne à une ligne et demie, pour détacher de petits cristaux ou d'autres objets d'un petit volume ; l'autre de sept à huit lignes.

1-on ! D'où viennent les terres à potier, à foulon, celles pour le terrage du sucre ; les pierres à aiguiser, les meules ! Observer de quoi les rues sont pavées ; de quelle pierre on fait les marches d'escalier, les bornes, &c. , et savoir d'où on les tire. S'informer, si l'on creuse quelque puits ou les fondemens de quelque édifice, s'il y a aux environs quelque ravin ou escarpement. Ces questions servent à faciliter les moyens d'observer la nature des terrains, en indiquant les excavations naturelles ou artificielles qui peuvent exister dans les environs, et qu'on doit visiter. Il est bon, par la même raison, d'examiner les berges des rivières.

On se trouve bien aussi de prendre une idée générale du pays, du haut des tours et clochers les plus élevés.

Il est à propos de s'informer, dans les campagnes, si l'on fait usage de chaux, de marne, de plâtre, de terre-houille, ou de cendres de tourbe, pour l'amendement des terres, et d'où l'on tire ces substances. C.

2.

2.° Pour essayer la dureté d'un fossile, il faut un briquet, une lime triangulaire un peu fine, et une forte pointe d'acier trempé.

3.° Acide nitreux et boîtes à réactifs, de M. de Morveau.

3.° A. Barreau aimanté dans un étui, avec un pivot d'acier sur lequel on le place pour essayer le magnétisme des fossiles.

4.° Loupe de trois pouces de foyer pour prendre une idée générale du fossile ; une autre, d'un pouce pour étudier ses parties séparées, et une de cinq à six lignes pour un examen plus approfondi : ces trois loupes doivent toujours être dans la poche ou sous la main du voyageur ; mais il faut, outre cela, pour le cabinet et pour les séjours, un microscope armé d'un micromètre.

5.° Lunettes d'approche pour observer les mines inaccessibles et les montagnes éloignées.

6.° Porte-feuille de poche garni de papier préparé, sur lequel on écrit avec un crayon de soudure d'étain, qu'on n'est pas obligé de retailler sans cesse, et dont l'écriture ne s'efface pas aussi facilement que celle de la plombagine. C'est là qu'on fait sur les lieux l'esquisse de son journal, et qu'on prend note des observations ; mais il faut s'assujettir à relever chaque jour, et plus en détail, ces notes à la plume, en conservant cependant les notes primitives, qui ont toujours un caractère de vérité qui fait que l'on aime souvent à y recourir.

7.° Quelques mains de papier gris, dont on porte quelques feuilles dans sa poche, pour envelopper et étiqueter à mesure et sur place les échantillons des pierres qu'on ramasse. Il faut ensuite les renfermer avec du foin dans un sac destiné à cet usage, jusqu'à ce que l'on en ait assez pour

Journal des Mines, Floréal, an IV. E

en faire une caisse que l'on envoie chez soi par les voitures publiques là où on en trouve l'occasion ; mais, dans le moment même du voyage, comme il est fatigant d'en charger ses poches, et que souvent les guides les perdent à dessein pour s'en débarrasser, j'ai derrière ma selle deux sacs de cuir où je les mets jusqu'à une halte, où j'ai le temps de les emballer dans le foin et dans le sac de toile. M. Besson recommande aux voyageurs par mer d'écrire avec de l'encre de la Chine les étiquettes qui doivent accompagner les minéraux dans de longs trajets, parce que divers accidens peuvent décolorer l'encre ordinaire.

8.° Chalumeau et son assortiment. Comme j'en fais beaucoup d'usage, et qu'à la longue il me fatigue, quoique je sache fort bien ne faire agir que les joues, sans souffler de la poitrine, j'ai fait faire un soufflet portatif à deux vents, dont les ailes ont chacune 62 pouces carrés de surface : ce soufflet se suspend au bord d'une table quelconque ; je le mets en mouvement en serrant entre mes genoux les deux manches de ces ailes, qui s'écartent de nouveau par l'action du ressort : cet appareil est très-portatif et très-commode.

9.° Demi-cercle tracé et gradué sur une planche mince de cuivre, de forme exactement rectangulaire, avec un aplomb suspendu au centre du demi-cercle. Ce demi-cercle est tout ce qu'il y a de plus commode pour mesurer l'inclinaison des couches, des filons, des pentes du terrain, et on peut le porter toujours avec soi dans une poche de son porte-feuille.

10.° Boussole munie d'une alidade, pour prendre la direction des montagnes, des chaînes, des vallées et des couches.

11.° Baromètres portatifs avec les deux thermomètres, l'un et l'autre de mercure ; l'un adhérent au baromètre pour estimer la température du mercure dans le baromètre, et l'autre à boule nue, destiné à mesurer la température de l'air.

Ceux qui, outre la géologie, s'intéresseraient à la météorologie, porteraient aussi un hygromètre et un électromètre.

12.° Pour la température de la mer à de grandes profondeurs, il faut un thermomètre garni, comme celui que j'ai décrit au §. 1392, pl. 1.^{re}, fig. 3 ; pour les lacs, il suffit de l'appareil que j'ai indiqué dans la note du §. 1399. (*Voyages dans les Alpes.*)

13.° Ceux qui entendent un peu la géométrie, devraient se pourvoir d'un sextant avec son horizon artificiel, et d'une chaîne, pour pouvoir mesurer une base, et prendre ainsi la hauteur d'un pic inaccessible, la largeur d'une rivière, &c. &c. On peut aussi, avec ce sextant, prendre les latitudes ; quant aux longitudes, elles exigent des instrumens et une habileté dans ce genre d'observations que l'on ne peut attendre que des marins ou des astronomes de profession.

14.° Il faut aussi avoir à sa portée quelques outils pour réparer un instrument dans le cas où il viendrait à se déranger, comme pinces, limes, tourne-vis, compas, foret, fil d'archal, aiguilles, fil, ficelle.

15.° Enfin, quelque bonne carte, collée sur toile, du pays que l'on se propose de parcourir, et la comparer souvent avec son itinéraire et les relèvemens que donne la boussole.

16.° Quant aux soins qu'exige la personne même du voyageur, il faut un habit léger, de drap, sans doublure, blanc, de même que le chapeau, pour qu'il soit moins réchauffé par les rayons du soleil,

avec des gilets , les uns frais pour les régions et les vallées chaudes , les autres chauds , pour les régions et les sommités froides ; une bonne redingotte ; des lunettes vertes , et un crêpe noir pour les neiges et garantir les yeux et le visage de leur impression ; enfin , si l'on doit passer la nuit en plein air , une tente ou canonnière , une peau d'ours sur laquelle on se couche , et des couvertures de laine.

17.^o Un bâton solide et léger : le mien , pour les Hautes-Alpes , est un planton bien sec de sapin , long de 7 pieds et de 18 lignes de diamètre par le bas , avec une forte pointe de fer assujettie par une virole : ces dimensions paraîtront fortes , mais il n'y a rien de trop pour les rocs escarpés , les glaciers , les neiges , lorsqu'on est obligé de prendre son point d'appui loin de soi , et de reposer tout le poids de son corps sur son bâton , en le tenant dans une situation très-inclinée et même horizontale , comme cela se voit dans la vignette du voyage dans les Alpes , tome I , page 356 , in-4.^o

Pour les montagnes moins escarpées , on peut se contenter de bâtons moins grands et moins forts ; mais toujours faut-il qu'ils aient 4 à 5 pieds de hauteur , et qu'ils soient assez forts pour qu'on puisse s'y soutenir des deux mains en les tenant dans une situation horizontale , dans l'attitude de la petite figure qui est à gauche au haut de la même vignette ; car , en cotoyant ou en descendant une pente rapide , ou en marchant sur une corniche au bord d'un escarpement , il faut toujours s'appuyer des deux mains , en tenant le bâton du côté de la montagne , et non point du côté du précipice , comme font ceux qui n'ont pas appris l'art de marcher dans les montagnes.

18.^o Pour ne pas glisser sur les neiges dures les

glaces et les gazons ras , qui sont plus dangereux encore , j'avais conseillé des crampons que j'ai fait graver dans la planche III du premier volume , et je m'en suis pendant long-temps servi avec succès ; cependant , dans mes derniers voyages , j'ai préféré des souliers dont l'épaisse semelle de cuir est armée de fortes vis à 8 ou 9 lignes de distance l'une de l'autre ; les têtes de ces vis sont d'acier , et ont la forme d'une pyramide carrée : j'en ai de petites dont la pointe n'a que 2 lignes $\frac{1}{2}$ de hauteur sur une largeur à-peu-près égale , pour les glaces , les rochers et les gazons , et d'autres d'une dimension double pour les neiges dures.

19.^o Enfin , pour la nourriture , lorsque l'on doit séjourner plus long-temps dans les déserts éloignés des habitations et même des chalets , on peut porter quelques pièces de viande salée ou assaisonnée ; mais le salep de pommes de terre de M. *Parmentier* , avec des tablettes de bouillon et du pain , forment la nourriture la plus restaurante et du plus petit volume ; un petit réchaud de fer , un petit sac rempli de charbon , et une casserole de cuivre ou de fer étamé , forment ma vaisselle de montagne ; on trouve des écuelles et des cuillers de bois dans les derniers chalets. Il convient cependant de porter habituellement dans sa poche un gobelet de résine élastique , pour étancher sans aucun apprêt , la soif importune que l'on éprouve si souvent dans ces voyages.

On voit , d'après cet exposé , que l'étude de la géologie n'est faite ni pour des paresseux ni pour des hommes sensuels , car la vie du géologue est partagée entre des voyages fatigans et périlleux , où l'on est

privé de presque toutes les commodités de la vie, et des études variées et approfondies dans le cabinet. Mais ce qui est plus rare encore, et peut-être plus nécessaire que le zèle qu'il faut pour surmonter ces obstacles, c'est un esprit exempt de préventions, passionné de la vérité seule, plutôt que du désir d'élever ou de renverser des systèmes, capable de descendre dans les détails indispensables pour l'exactitude et la certitude des observations, et de s'élever aux grandes vues et aux conceptions générales. Cependant il ne faut point que ces difficultés découragent; il n'est aucun voyageur qui ne puisse faire quelque bonne observation et rapporter au moins une pierre digne d'entrer dans la construction de ce grand édifice. En effet, on peut être utile sans atteindre à la perfection; car je ne doute pas que, si l'on compare avec cet agenda les voyages minéralogiques, même les plus estimés, et à plus forte raison ceux de l'auteur de cet agenda, l'on n'y trouve bien des vides, bien des observations imparfaites et même totalement oubliées; mais j'en ai dit la raison dans l'introduction: d'ailleurs plusieurs de ces idées ne me sont venues que depuis que j'ai fait ces voyages, c'est pour cela que j'ai travaillé avec intérêt à cet agenda, dans l'espérance de mettre des jeunes gens, dès l'entrée de leur carrière, au point où je ne suis arrivé qu'après trente-six ans d'étude et de voyages.

E X T R A I T S
D' O U V R A G E S É T R A N G E R S.

AN ESSAY to direct and extend the inquiries of patriotic travellers, &c.

ESSAI d'instruction pour diriger les voyageurs dont les recherches ont pour but l'utilité de leur patrie, avec l'indication des précautions qu'il convient de prendre pour voyager sans accident; diverses séries de questions sur les objets les plus intéressans pour l'humanité, et un catalogue des meilleures relations de voyages dans les différentes parties de l'Europe, par le comte *Berchtold*. Londres, 1789. 2 vol. in-8°.

LES voyages sont nécessaires à ceux qui cultivent l'art des mines, soit pour étendre leurs connaissances, soit pour mettre à profit celles qu'ils ont acquises. Les études auxquelles ils se livrent, les fonctions qu'ils ont à remplir, les conduisent ordinairement dans des lieux reculés et sauvages; souvent même ils sont destinés à y vivre seuls avec la nature ou avec des hommes aussi simples qu'elle. Est-ce un inconvénient, est-ce un avantage de leur état que de les faire pénétrer ainsi, et quelquefois séjourner dans des lieux dont les autres voyageurs n'approchent guères! La réponse à cette question dépend du genre de ressources qu'ils ont su se faire. Si les objets d'amusement ou d'instruction qu'offrent les villes ont seuls des attraits pour eux, ils seront malheureux, sans doute; mais si,