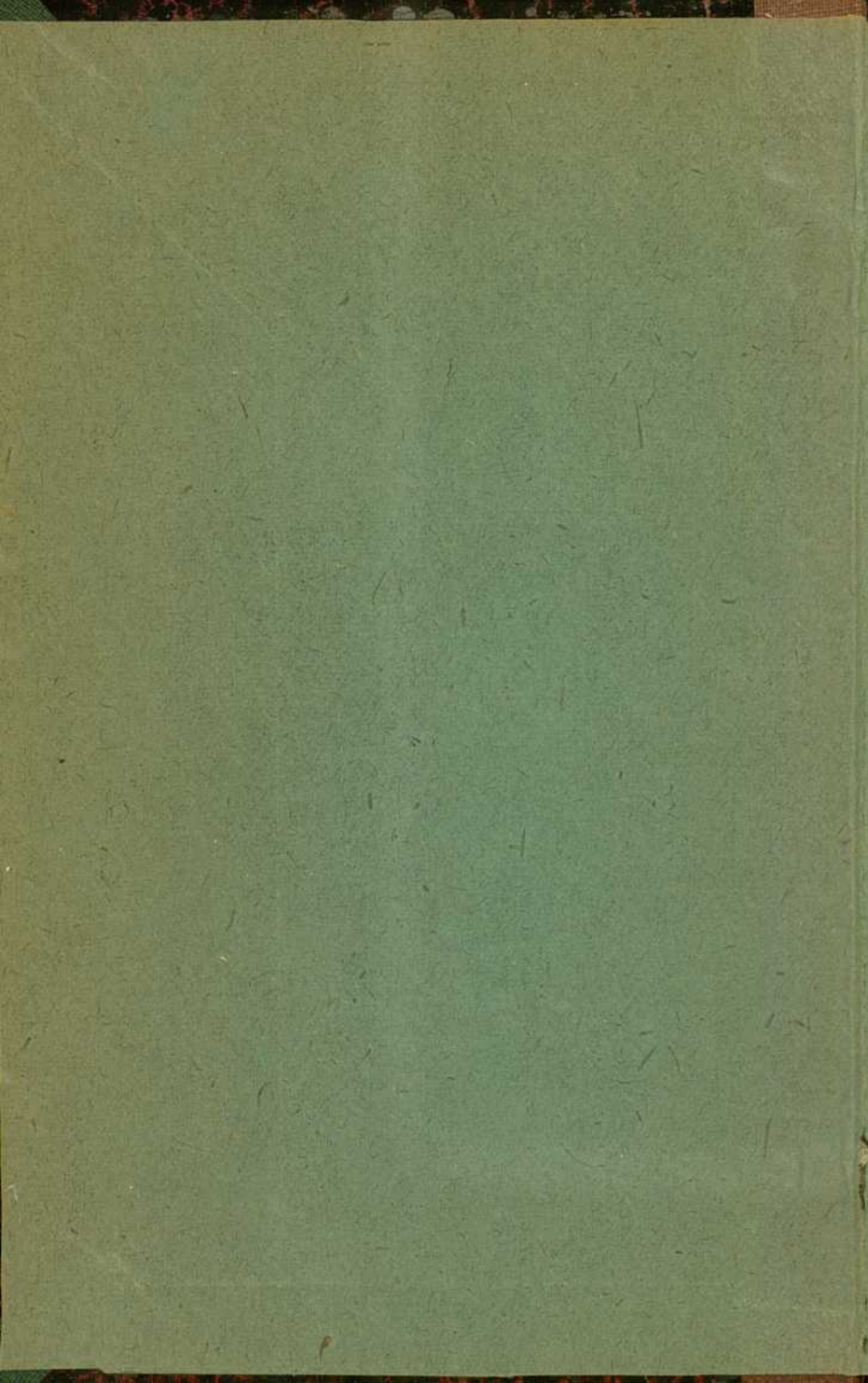


15

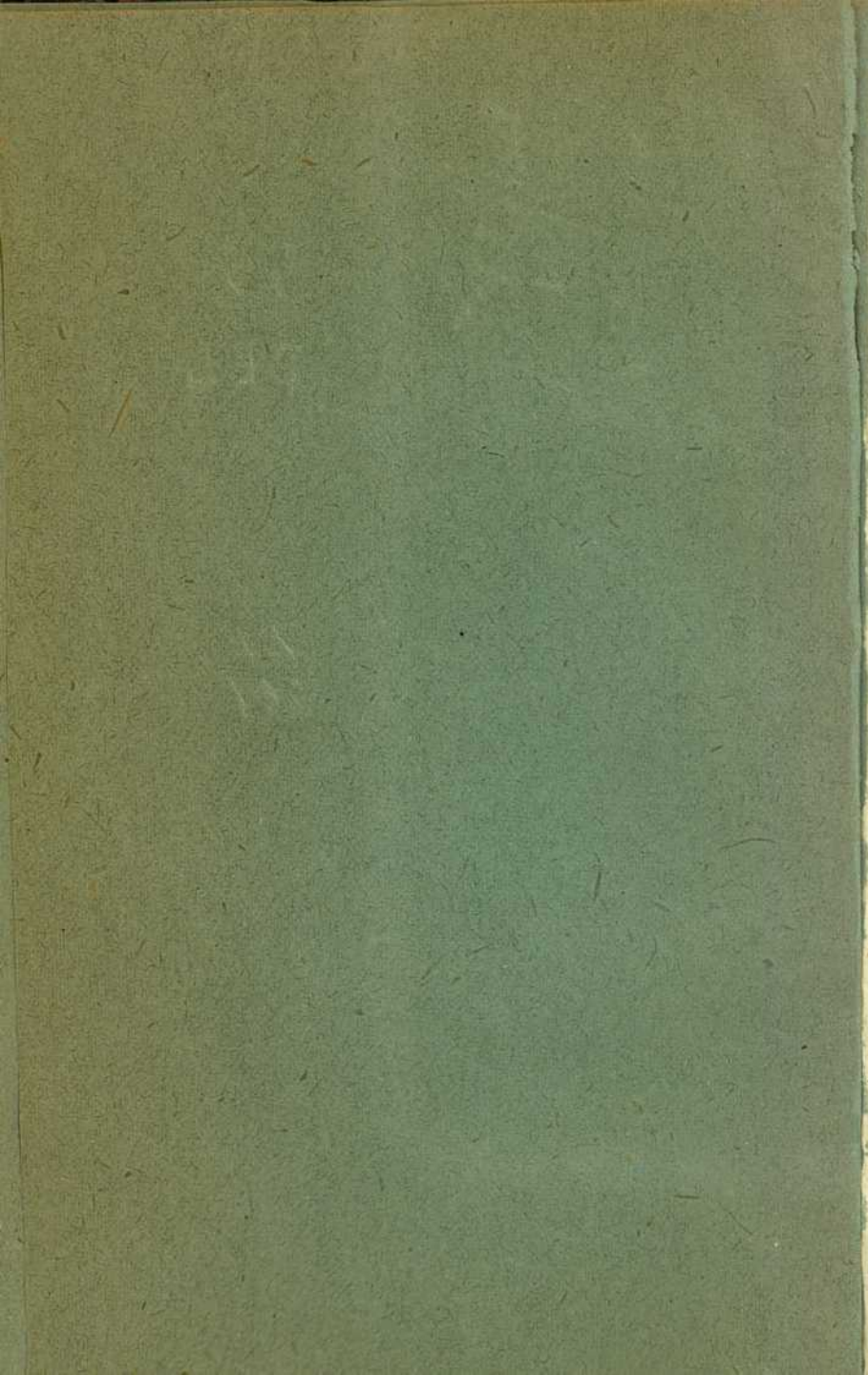
6-21

BIBLIOTECA HOSPITAL REAL GRANADA	
Señal:	A
Estantería:	47
Número:	361



15
6-21

BIBLIOTECA HOSPITAL REAL GRANADA	
Sala:	A
Estantería:	47
Número:	251



D-Y-15

THÉORIE

DE

LA TERRE.

TOME SECONDE.



THE

DE

LA FERRE

TOME SECOND

THÉORIE

DE

LA TERRE;

PAR JEAN-CLAUDE DELAMÉTHÉRIE.

*Sed quibus ille modis conjectus materiai
Fundarit cœlum ac terram, pontique profunda,
..... Ex ordine ponam.*

LUCRET. lib. V, vers. 397.

T O M E S E C O N D .

1829

A P A R I S ,

Chez M A R A D A N , Libraire , rue du
Cimetière André-des-Arcs , n^o. 9.

L'AN III DE LA RÉPUBLIQUE.

1795 (vieux style).

TABLE DES CHAPITRES

DU TOME SECOND.

D ES pierres composées ,	Pag. 1
Des Granits ,	4
Des Kneis ,	7
Des Porphyres ,	8
Des Porphyroïdes ,	18
Des Amygdaloïdes ,	19
Des Poudings ,	20
Des Brèches ,	21
De la cristallisation des pierres composées de plusieurs autres pierres ,	23
Des Pierres volcaniques ,	46
Des verres volcaniques ,	47
Des pierres volcaniques qui n'ont éprouvé qu'une demi-vitrification ,	48
Des laves ,	ibid.
Des pierres volcaniques qui ont subi un ramol- lissement pâteux ,	62
De la lave prismatique ou basalte ,	55
Des substances étrangères qui se trouvent dans les matières volcaniques ,	62
De la partie colorante des terres & des pierres ,	71
Des Tourbes ,	87
Des Bois fossiles ,	91
Du Succin ,	97
Du Cahoutchou fossile ,	99

<i>De la pétrification des animaux & des végétaux ,</i>	100
<i>Des débris d'animaux & de végétaux fossiles ,</i>	102
<i>Des coquilles fossiles par familles ,</i>	105
<i>Des débris d'animaux & de végétaux des pays chauds enfouis dans les pays froids ,</i>	106
<i>Des poissons fossiles ,</i>	113
<i>Des coquilles fossiles ,</i>	114
<i>Des insectes fossiles ,</i>	116
<i>Des plantes fossiles ,</i>	ibid.
<i>Des Charbons de terre ,</i>	120
<i>Des différentes espèces de charbons ,</i>	121
<i>Des bitumes liquides & demi-liquides ,</i>	124
<i>Des couches bitumineuses ,</i>	126
<i>Des terrains où se trouvent les charbons ,</i>	128
<i>Des minéralisateurs des bitumes ,</i>	130
<i>De la formation des couches bitumineuses ,</i>	132
<i>De la cristallisation des matières bitumineuses ,</i>	143
<i>De la cause de la cristallisation des pierres , des filons métalliques & des charbons ,</i>	146
<i>Evaporation ,</i>	ibid.
<i>Refroidissement ,</i>	148
<i>Agitation du dissolvant ,</i>	149
<i>Excès d'acide ,</i>	152
<i>Addition d'un sel plus soluble ,</i>	154
<i>Cristallisation au fond d'une grande masse d'eau ,</i>	155
<i>Composition des sels ,</i>	158
<i>Décomposition des sels ,</i>	162
<i>Des Eaux-mères de la cristallif. du globe ,</i>	171
<i>De la surface de la terre ,</i>	175
<i>Des terrains primitifs & secondaires ,</i>	196
<i>Des terrains primitifs ,</i>	197
<i>Des terrains secondaires primitifs ou des knets ,</i>	201

DES CHAPITRES. vij

<i>Des terrains calcaires secondaires ,</i>	203
<i>Des terrains tertiaires coquilliers ,</i>	ibid.
<i>Des terrains gypseux ,</i>	204
<i>Des terrains schisteux ,</i>	206
<i>Des terrains bitumineux ,</i>	ibid.
<i>Des terrains métalliques ,</i>	ibid.
<i>Des chaînes de montagnes ,</i>	210
<i>Des galets & des attérissemens ,</i>	229
<i>Galets des fleuves ,</i>	ibid.
<i>Galets des lacs & des mers ,</i>	231
<i>Des Sables ,</i>	241
<i>Des masses granitiques éparfes sur les couches calcaires ,</i>	251
<i>Des fentes & des cavernes ,</i>	263
<i>Fentes & cavernes des terrains primitifs ,</i>	264
<i>Fentes & cavernes des terrains secondaires ,</i>	265
<i>Fentes & cavernes volcaniques ,</i>	274
<i>Fentes & cavernes produites par le refroidissement du globe ,</i>	279
<i>Affaiffement & renversement des montagnes ,</i>	282
<i>De l'origine des fontaines ,</i>	290
<i>Quantité d'eau qui tombe sur la surface de la terre ,</i>	303
<i>Quantité d'eau qui s'évapore ,</i>	308
<i>Quantité d'eau que les fleuves versent dans les mers ,</i>	313
<i>Du cours des fleuves & de leurs effets ,</i>	322
<i>Des lacs ,</i>	329
<i>Lacs formés par la retraite des mers ,</i>	ibid.
<i>Lacs formés accidentellement ,</i>	330
<i>Lacs formés par affaiffement ,</i>	ibid.
<i>Lacs formés par retraite des terrains ,</i>	331
<i>Lacs qui n'ont point de canaux d'écoulement ,</i>	ibid.

<i>Lacs qui ont des canaux d'écoulement,</i>	334
<i>Des mers,</i>	343
<i>Du mouvement des eaux des mers,</i>	348
<i>Des marées,</i>	ibid.
<i>Mouvement des eaux de l'orient à l'occident,</i>	350
<i>Mouvement des eaux des pôles vers l'équateur,</i>	351
<i>De l'effet des courans dans le sein des mers,</i>	361
<i>Des falaises,</i>	364
<i>Falaises produites par cristallisation,</i>	365
<i>Falaises produites par soulèvement,</i>	366
<i>Falaises produites par affaissement,</i>	ibid.
<i>Falaises produites par tremblement de terre,</i>	367
<i>Falaise: produites par retraite,</i>	ibid.
<i>Falaises produites par l'action des eaux,</i>	ibid.
<i>Falaises des continens,</i>	371
<i>Des volcans, & de leurs effets,</i>	375
<i>Qu'est-ce qui entretient les feux souterrains?</i>	388
<i>Comment les volcans brûlent-ils sans communi-</i> <i>quer avec l'air?</i>	395
<i>Des communications des volcans,</i>	399
<i>Des profondeurs des volcans,</i>	402
<i>De la force d'explosion des volcans,</i>	404
<i>Du soulèvement des montagnes par les volcans,</i>	412
<i>Des tremblemens de terre,</i>	416
<i>De la nature des pierres volcaniques,</i>	425
<i>Des cratères des volcans,</i>	443
<i>Des pluies volcaniques,</i>	446
<i>De l'électricité des volcans,</i>	448
<i>Des époques des volcans,</i>	449
<i>Des eaux minérales,</i>	452



THÉORIE DE LA TERRE.

DES PIERRES COMPOSÉES.

§. CL. ELLES forment la plus grande partie des montagnes appelées primitives & méritent par conséquent toute l'attention du géologue ; je les réduirai à quatre classes :

- 1°. Les granits,
- 2°. Les porphyres,
- 3°. Les knéis,
- 4°. Les amigdaloïdes.

On peut y joindre :

- 5°. Les poudings,
- 6°. Les brèches,

quoique ces deux dernières espèces diffèrent absolument des autres.

J'appelle ces pierres composées, parce qu'elles

font formées de plusieurs des différentes pierres dont nous venons de parler, & qui sont réunies & cristallisées dans la même masse.

Je compare leurs cristallisations à celles de plusieurs sels mélangés & qui cristallisent ensemble.

J'ai fait trois grandes divisions de ces pierres.

La première renferme les pierres cristallisées ensemble, tels sont les granits & knéis.

Les pierres composées empâtées cristallisées, forment la seconde division. Ce sont les porphyres, les porphyroïdes & les amigdaloides.

Les pierres composées empâtées non cristallisées ou agglutinées, forment la troisième division. Ce sont les poudings & les brèches.

La nature de toutes ces pierres variera,

Premièrement à raison des différentes pierres qui sont réunies;

Secondement à raison de la manière dont elles sont réunies.

Il se présente ici plusieurs questions principales :

1^o. Comment les différentes terres & les chaux métalliques qui composent chacune des pierres diverses, dont la réunion forme les pierres composées, ne se font-elles pas combinées toutes ensemble, pour faire une seule

substance composée homogène, par exemple, des pétro-flex, des trapps, des cornéennes... au lieu de former plusieurs cristaux séparés, par exemple, dans le granit, du quartz, du feld-spath, du mica, de la tourmaline, de l'hornblende, des gemmes....

2°. Comment ces différens cristaux se réunissent-ils séparément en petits cristaux, & ne font-ils pas d'énormes cristaux en se réunissant chacun à part?

Toutes les parties quartzeuses, par exemple, devroient se réunir pour former de grosses masses de quartz.

Toute la partie feld-spathique devroit se réunir pour former de grosses masses de feld-spath.

Toute la partie micacée devroit se réunir pour former de grosses masses de mica.

Toutes les parties de tourmaline devroient se réunir pour former de grosses masses de tourmaline.

3°. Comment quelques-unes de ces substances sont-elles cristallisées confusément & les autres régulièrement? dans les porphyres, par exemple, le feld-spath est cristallisé régulièrement, & sa pâte est cristallisée d'une manière confuse.

Tous ces phénomènes tiennent à la théorie

de la cristallifation, qu'on ne sauroit trop étudier pour traiter ces matières.

Consultons toujours les analogies : éclairons les phénomènes de la nature, qui présentent quelques difficultés, par d'autres qui soient bien connus.

D E S G R A N I T S.

§. CLI. Il n'est aucune pierre qui soit plus digne de fixer l'attention du naturaliste géologue, que les granits. Ils forment la majeure partie du globe. Au moins on a toujours trouvé le granit dans les endroits les plus profonds où nous ayons pu pénétrer.

On a donné le nom de granit à un grand nombre de pierres qui, souvent, paroissent différentes. Les minéralogistes entendent ordinairement par granits, une pierre du genre quartzeux, composée de plusieurs pierres cristallisées ensemble.

Ces différentes pierres sont :

1°. Le quartz.

2°. Le feld-spath.

3°. Le mica pur ou stéatiteux.

4°. La tourmaline ou hornblende.

Ces quatre substances ne sont pas toujours

réunies dans un granit. Quelquefois il n'y en a que deux , d'autres fois il n'y en a que trois.

Plusieurs granits ne contiennent que du quartz & de la tourmaline , & un peu de mica. On n'y trouve presque point de feld-spath.

Le granitelle ne contient presque point de quartz. Il est composé de feld-spath & de tourmaline.

Mais très - souvent avec deux ou trois , ou quatre de ces substances , on rencontre dans les granits plusieurs autres substances : & même toutes les différentes espèces de pierres simples dont nous avons parlé , peuvent s'y trouver.

Il y a des granits qui contiennent :

- 1°. Des grenats.
- 2°. Des hyacinthes.
- 3°. Des émeraudes.
- 4°. Des saphirs.
- 5°. Des chrysolites.
- 6°. Des corindons.

Il n'est peut-être pas de pierres précieuses qui ne se trouvent dans les granits , excepté le diamant.

- 7°. Des stéatites.
- 8°. De l'hornblende.
- 9°. Du trapp.

10°. De la cornéene.

11°. Du lazulite.

Cependant le granit pur, le vrai granit, ne contient que deux, trois ou quatre des substances principales qui sont les élémens du granit, savoir : le quartz, le feld-spath, le mica & la tourmaline.

Quelquefois la tourmaline devient lamelleuse & passe à la nature de l'hornblende. Elle cesse, pour-lors, d'être pyro-électrique.

Le mica devient aussi quelquefois plus magnésien & rapproche de la stéatite, quoique conservant sa forme hexaèdre. J'ai des granits de Norwege, où le mica devient mol, griffâtre & approche de la stéatite.

Le feld-spath acquiert de même cette qualité magnésienne. Dolomieu a décrit un feld-spath qui a un aspect gras, approchant de celui de la pierre de lard : ce qui sans doute est dû à une plus grande partie de magnésie.

Enfin, il y a aussi des quartz qui ont le même aspect gras & qu'on distingue des autres par le nom de quartz gras. L'analyse n'en a pas encore été faite. Ainsi on ignore s'ils contiennent de la magnésie.

La dureté & la pesanteur des granits varient à raison des différentes substances dont ils sont

composés. Mais on peut en général estimer :

Leur dureté 1100.

Leur pesanteur 2750.

D E S K N E I S.

§. CLII. Par kneis ou gneis, j'entends, avec les minéralogistes Saxons, les granits feuilletés. Ceux-ci contiennent à peu-près les mêmes élémens que les granits primitifs. Mais la partie micacée y domine; ce qui leur donne ce tissu lamelleux, tel que l'ont toutes les pierres où la magnésie est en certaine quantité.

Les knéis sont composés :

1°. De mica ou pierre magnésienne, qui en fait la majeure partie.

2°. Du quartz.

3°. Il s'y trouve quelquefois du feldspath.

4°. La tourmaline ou schorl des granits s'y rencontre également.

Les knéis peuvent, comme les granits primitifs, contenir toutes sortes de pierres, des gemmes, des grenats, des schorls, des pierres magnésiennes, des pierres calcaires, & même c'est principalement dans les knéis que

se rencontrent ces autres pierres, tels que les grenats, les staurosites, les grenatites, les schorls...

Les knéis renferment encore les plus riches filons métalliques.

Les knéis ne se trouvent pas ordinairement avec les granits primitifs. Ils sont sur les limites de ceux-ci & les commencemens des terrains secondaires calcaires. C'est là qu'ils forment des masses assez considérables, se rapprochant des granits primitifs dans les endroits où ils les touchent, & contenant déjà des portions calcaires dans les lieux où ils sont contigus avec le calcaire.

DES PORPHYRES.

§. CLIII. On paroît avoir réservé le mot de porphyre à une pierre dont la base ou la pâte quelconque est de nature quartzeuse & renferme des cristaux de feld-spath.

Il s'y trouve aussi quelquefois des petits cristaux de tourmaline ou de l'hornblende.

On distingue un grand nombre de variétés de porphyres, à raison de la densité de la pâte d'un côté, & de l'autre, de la couleur & de la grandeur des cristaux de feld-spath.

qui y sont contenus, & de ceux des tourmalines qui, quelquefois, s'y trouvent mélangés. Les principales variétés sont les porphyres rouges, les porphyres verts, les porphyres d'un noir plus ou moins foncé,

Les porphyres rouges sont ceux dont la pâte est colorée en rouge, depuis le rouge le plus vif jusqu'au rouge brun d'un côté, & de l'autre jusqu'au rouge pâle ou gris: tandis que les cristaux de feld-spath sont d'un blanc plus ou moins rouge. Ces cristaux sont en général petits & peu prononcés.

Bayen a retiré d'un porphyre rouge antique :

Terre quartzeuse	0,73.
Terre argileuse	0,15.
Terre calcaire	0,00 $\frac{1}{2}$.
Magnésie	0,10.
Chaux de fer	0,01.

Les porphyres verts, serpentins ou ophites, ont le fond vert plus ou moins foncé. Les cristaux de feld - spath sont ordinairement grands, bien prononcés, & d'un blanc plus ou moins vert. Néanmoins ils n'ont point de pyramides.

Bayen a retiré des porphyres verts, des produits analogues à ceux du porphyre rouge.

Mais il y avoit moins de magnésie ; quelques-uns même n'en contenoient point.

Les porphyres noirs ne diffèrent de ces derniers que par la couleur. Les cristaux de feld-spath en sont également bien prononcés.

La pâte des porphyres est très-fusible & donne un verre poreux.

La pesanteur spécifique du porphyre est 2750.

Sa dureté est 1100.

Les porphyres se trouvent par-tout mélangés avec les granits primitifs ; & souvent il seroit difficile de déterminer si telle substance doit être rangée parmi les porphyres ou parmi les granits.

Les porphyres sont cependant en beaucoup moins grande quantité que les granits.

§. C L I V. Jetons maintenant un coup d'œil général sur ces trois espèces de pierres composées, les granits vrais, les porphyres & les knéis, qui ont de si grands rapports.

Les granits vrais & les porphyres sont par-tout confondus ensemble & forment la majeure partie des terrains primitifs. Il est même si difficile d'assigner les nuances qui les distinguent, que telle pierre qui sera regardée comme un granit par de savans minéralogistes, sera

un porphyre pour d'autres non moins instruits.

Mon opinion est connue à cet égard. Je les regarde comme composés des mêmes principes : & je crois qu'ils ne diffèrent que par la manière dont ces principes sont cristallisés les uns avec les autres.

Tous les élémens du granit sont-ils cristallisés distinctement? Ce sont les vrais granits.

N'y a-t-il que le feld-spath cristallisé d'une manière distincte? & le reste forme-t-il une cristallisation confuse, un magma, une pâte? ce sera le porphyre.

La nature de la pâte du porphyre, a causé de grands débats parmi les minéralogistes. Pour prononcer sur cette substance, il faut examiner ses qualités.

Elle ne fait point effervescence avec les acides. Cependant ils en dissolvent une portion, mais avec une extrême lenteur:

Cette pâte n'est donc ni de la terre calcaire, ni de la magnésie, ni de l'argile pures. Elle doit être de la nature des pierres composées de plusieurs terres. Elle contient des terres argileuse, magnésienne, calcaire, mêlées avec la terre quartzeuse qui en fait la majeure partie, & une portion de chaux de fer. C'est ce que nous a fait voir l'analyse.

Cette pâte est très-fusible : par conséquent elle ne peut pas être de la nature des pierres quartzieuses ; c'est - à - dire qu'elle ne sera ni quartz, ni fîlex, ni agate, ni jaspe, qui sont des pierres à peu - près infusibles ou plutôt qui ne fondent qu'à un grand degré de feu.

Il ne reste donc que trois ou quatre substances pierreuses avec lesquelles elle a de l'analogie, savoir : la cornéene, le trapp, le pétro-fîlex & le feld-spath : & j'avois cru, dans mes notes sur la Sciagraphie, qu'elle étoit de la nature de ces trois premières substances. Mais cette opinion me paroît moins probable que celle que je vais exposer.

Je ne pense pas qu'elle soit de feld-spath, parce que celui-ci conserve toujours son tissu lamelleux : cette pâte, au contraire, n'a presque jamais de lames : son grain est très - fin. D'ailleurs, aucun des élémens du granit ne se présente en grandes masses. Le quartz, le mica le schorl ou tourmaline & le feld-spath sont toujours en très-petits morceaux. Il n'y a que le quartz qui, quelquefois, dans des géodes, forme des masses d'un certain volume.

Cette pâte ne peut pas être du pétro-fîlex ; celui-ci a la cassure conçoïde, semblable à celle de la cire, a une demi-transparence. Or,

la pâte du porphyre n'a ordinairement aucune de ces qualités. Son grain, quoique fin, l'est moins que celui du pétro-filix.

Elle diffère aussi de la cornéène ou pierre de corne avec laquelle cependant elle a beaucoup de rapports par ses principes constituans. Mais la cornéène donne l'odeur terreuse en soufflant dessus, ce que ne fait pas la pâte du porphyre. On ne peut donc dire que cette pâte soit de la nature de la cornéène.

Ce seroit donc le trapp avec lequel elle auroit le plus de rapport. Néanmoins celui-ci a le grain moins fin. Il ne contient point, ou peu de magnésie, & on en retire toujours de la base du porphyre.

Mais de quelle nature sera donc cette pâte ?

Je la considère comme un mélange, une cristallisation confuse, de tous les élémens du granit, excepté le feld-spath, qui est cristallisé d'une manière distincte dans le porphyre.

Cette pâte sera par conséquent un mélange

De quartz.

De mica.

De tourmaline ou hornblende.

Aussi l'analyse de cette pâte nous a-t-elle

donné les mêmes principes que ceux de toutes ces substances réunies.

Cette pâte n'est pas toujours la même dans tous les porphyres, & ne doit pas l'être, parce que la nature des granits varie.

Il est des granits qui ne contiennent point de mica. La pâte des porphyres qui sera résultée de ces granits, ne contiendra point de magnésie. Mais la terre quartzeuse, la terre argileuse & la chaux de fer y feront en plus grande quantité : & cette pâte rapprochera beaucoup de la nature des pétro-filix.

D'autres granits contiennent quartz, feldspath, mica & tourmaline. La pâte des porphyres qui en résultera contiendra de la magnésie, & rapprochera plus des trapps.

Enfin d'autres granits, comme les kneis, contiennent une très-grande quantité de mica. La pâte des porphyres qui en résultera, contiendra donc beaucoup de magnésie & rapprochera de la cornéene.

Les granits dont la tourmaline rapproche de l'hornblende donneront aussi une pâte de porphyre qui contiendra beaucoup de magnésie, ainsi que ceux dont le mica approche de la stéatite.

Ces aperçus indiqueront en quoi cette pâte

différera des autres pierres, composées de plusieurs terres, & en rapproche.

La pâte des porphyres est le mélange ou la cristallisation confuse des différens élémens des granits, excepté le feld-spath, qui cristallise distinctement.

Le pétro-filix, le trapp, la cornéène sont des mélanges ou les résultats des cristallisations confuses de ces mêmes granits, sans en excepter le feld-spath, qui y est demeuré également confondu : excepté quelquefois de petits cristaux de feld-spath qu'on apperçoit avec peine ; par conséquent ces trois espèces de pierres ne différeront entr'elles qu'à raison des principes différens des granits, dont elles sont le résultat.

Le pétro-filix est le résultat de la cristallisation confuse d'un granit, qui ne contiendrait point ou peu de mica ; puisque le pétro-filix ne contient point ou peu de magnésie.

Le trapp seroit le mélange de tous les élémens d'un granit, le fel-spath, comme les autres, mais d'un granit qui ne contenoit qu'une petite quantité de mica ; puisque la magnésie est peu abondante dans le trapp.

Enfin , la cornéene est le mélange de tous les élémens d'un granit , qui contient beaucoup de magnésie , puisqu'il y a beaucoup de magnésie dans la cornéene. Cette magnésie peut venir ou du mica , qui y sera très-abondant , ou sera stéatiteux , ou de la tourmaline , qui y sera à l'état de hornblende.

La pâte des porphyres ne sera donc ni du pétro-filix , ni du trapp , ni de la pierre de corne.

Ce sera une substance particulière qui ne sera pas toujours la même , qui variera suivant la nature des granits dont elle sera composée , & rapprochera plus ou moins de ces trois espèces de pierres dans différentes circonstances.

On pourroit cependant trouver des substances analogues à cette pâte ; savoir , des pierres composées formées des élémens d'un granit , qui ne contiendrait point de feldspath.

Supposons deux granits qui contiennent les mêmes quantités de quartz , de mica , & de tourmaline , & que l'un d'eux contienne de plus du feldspath.

Si ces deux granits cristallisent d'une manière confuse , ils donneront ou des pétro-filix , ou des

des trapps, ou des cornéenes, suivant la proportion de leurs élémens.

Mais si celui qui contient du feld-spath cristallisé en porphyre, c'est-à-dire, que le feld-spath cristallise distinctement, sa pâte sera égale absolument au résultat que donnera l'autre granit, puisque nous supposons qu'aucune portion du feld-spath ne demeure dans cette pâte, & qu'il cristallise tout entier.

Néanmoins il faut que ces accidens arrivent rarement, puisque les pâtes des porphyres, sous certains aspects, diffèrent toujours des pétro-filex, des trapps, & des cornéenes.

Il n'est cependant pas impossible sans doute que la pâte de certains porphyres soit d'une de ces trois substances, & qu'il y ait par conséquent des porphyres qui aient pour base une de ces trois substances.

La nature fait sans cesse de ces mélanges. Et effectivement, on trouve des porphyres à base de pétro-filex, d'autres à base de trapp, d'autres à base de cornéène.

Néanmoins la base de la plupart des porphyres diffère de ces trois espèces de pierres, & doit être rapportée au genre de pierre dont je viens de parler.

DES PORPHYROIDES.

§. CLV. J'ai donné le nom de *porphyroïdes* aux pierres composées qui contiennent des cristaux de feld-spath, mais dont la pâte n'est pas la même que celle des porphyres. Il y a un assez grand nombre de ces pierres dont les pâtes sont de différentes natures. Voici les principales.

Porphyroïde à base de pechstein.

Porphyroïde à base de jade.

Porphyroïde à base argileuse ou schisteuse.

Porphyroïde à base de pierres magnésiennes.

Porphyroïde à base calcaire.

Porphyroïde à base de terre pesante.

Porphyroïde à base de pierres volcaniques.

Enfin, toutes les substances où le feld-spath peut se trouver cristallisé, seront des porphyroïdes, si leur pâte est d'une nature différente de celle des porphyres véritables.

Je crois que cette distinction est essentielle pour établir une différence entre ces espèces de pierres, qui sont si nombreuses.

 DES AMIGDALOÏDES.

§. CLVI. Toutes ces mêmes pâtes, dont nous venons de parler, peuvent envelopper d'autres cristaux que ceux de feld - spath : par exemple, des schorls, des micas, des quartz, des grenats, des spaths calcaires, des zéolites, des spaths boraciques . . . Ce sont de nouveaux composés, auxquels j'ai donné le nom d'*amigdaloides*, avec Wallerius. Plusieurs naturalistes les appellent *roches glanduleuses*.

Les amygdaloïdes varient, & quant à la nature de leur pâte, & quant à la nature des pierres cristallisées qu'elles enveloppent. Il y a :

Amigdaloides à base de cornéene ; ce sont les variolites, les toadstones. Ces dernières contiennent ordinairement du spath calcaire cristallisé.

Amigdaloides à base de trapp. Ce sont les variolites qui renferment des grains, d'autres trapps d'une teinte différente.

Amigdaloides à base de pierre magnésienne.

Il y a un grand nombre de stéatites, de serpentines . . . qui renferment des grenats, des

schorls, des cristaux de fer attirables... On peut les regarder comme des espèces d'amigdaloides.

Amigdaloides à base de pâte calcaire. Ce sont des pierres calcaires, qui contiennent d'autres substances cristallisées, comme le vert antique, le marbre d'Ecosse, qui contient de l'hornblende.

Amigdaloides à base argileuse.

Amigdaloides à base de pierres pesantes.

Amigdaloides à base de pierres volcaniques.

D E S P O U D I N G S .

§. CLVII. On appelle communément *poudings* des pierres aglutinées, composées d'un ciment ou d'une pâte de nature quartzeuse, qui a enveloppé des pierres roulées, arrondies, du genre quartzeux; ce sont, le plus souvent, des filex ou cailloux qui ont perdu leur transparence. Mais ce peuvent être des jaspes, des cornéennes, des granits & des porphyres.

La nature de cette pâte peut être du genre des filex, des jaspes, des pétro-filex, des trapps, des cornéennes...

Cette pâte peut envelopper des pierres qui ne soient pas du genre des quartzesuses. Ce

peuvent être des pierres magnésiennes, des pierres argileuses, des pierres calcaires, des pierres volcaniques.... enfin des substances métalliques.

On sent tous les jeux que la nature peut faire dans ces mélanges.

DES BRÈCHES.

§. CLVIII. Les brèches sont, comme les poudings, des pierres composées, empâtées, non cristallisées, qui renferment d'autres pierres non cristallisées. Dans la brèche proprement dite, les pierres aglutinées sont calcaires, & ne sont point roulées ou arrondies. La pâte est également calcaire.

Mais il peut y avoir d'autres espèces de brèches qui varieront, soit à raison de la nature de la pâte, soit à raison de la pierre que cette pâte enveloppera. Cette pâte peut être,

Magnésienne.

Argileuse.

Calcaire.

De terre pesante.

Volcanique.

Ferrugineuse.

Les pierres qu'elle enveloppera peuvent également être de toutes espèces.

On voit que les brèches ne diffèrent pas des poudings, quant à leur composition. Mais leur différence consiste dans la nature de leur pâte, & dans celle des pierres que renferme cette pâte.

La pâte est-elle quartzeuse, & renferme-t-elle des pierres quartzeuses arrondies? C'est le véritable pouding.

La pâte est-elle calcaire, & renferme-t-elle d'autres pierres calcaires arrondies ou non arrondies? C'est la véritable brèche.

La pâte est-elle de nature différente de celles du pouding, de la brèche, & renferme-t-elle des pierres également différentes? La substance rentrera dans le genre des amigdaloides, soit toadstone, soit variolites, soit toute autre espèce. Mais elle en différera, en ce que, dans les amigdaloides, la substance enveloppée & la pâte qui l'enveloppe, sont cristallisées confusément : au lieu que, dans ces dernières substances, la substance enveloppée a été roulée.

DE LA CRISTALLISATION
DES PIERRES COMPOSÉES DE
PLUSIEURS AUTRES PIERRES.

§. CLIX. Après avoir dit quelle est la nature de ces pierres, composées de plusieurs de celles que nous venons de voir, il reste à examiner la manière dont elles ont été formées. Elles cristallisent ensemble, font une seule masse, sans néanmoins se confondre.

(1) « Pour saisir tout ce qui se passe dans » cette opération de la nature, il faut bien avoir » présens les phénomènes qu'offrent plusieurs » sels qu'on fait cristalliser ensemble.

» Lorsque la cristallisation est précipitée, ils » cristallisent confusément, on a une masse » saline, dans laquelle on ne distingue aucune » forme régulière.

» Si la cristallisation est moins accélérée, » les sels qui demandent plus d'eau de cristal- » lisation, cristallisent les premiers régulière- » ment, & les autres d'une manière confuse. » Du sel marin, par exemple, cristallisant avec

(1) Ceci est extrait de mon Mémoire sur les cristallisations géologiques. *Journ. de Phys.* Fév. 1793, pag. 139.

» du nitre, pourra cristalliser régulièrement,
 » tandis que le nitre ne cristalliferoit que con-
 » fusément.

» Enfin, lorsque la cristallisation s'opère
 » avec toute la lenteur nécessaire, on trouvera
 » chaque sel cristallisé séparément, & d'une
 » manière régulière.

» Supposons une quantité d'eau quelconque,
 » tenant en dissolution une masse de pierres,
 » dont est composé le granit; savoir, feld-
 » spath, schorl ou tourmaline, mica, &
 » quartz. Suivons les différens tems de cette
 » cristallisation.

1^o. » Si la cristallisation est très-précipitée,
 » toutes ces substances cristalliseront confusé-
 » ment, & on aura une pierre composée de
 » toutes ces pierres, dont on ne pourra dif-
 » tinguer aucune.

» Telles me paroissent être à-peu-près cer-
 » taines espèces de trapps que j'ai rencontrés
 » dans les montagnes primitives. La matière
 » schorlique de la tourmaline le colore en
 » noir.

» Le trapp analysé donne les mêmes pro-
 » duits que les différens cristaux qui composent
 » le granit; savoir, terre quartzeuse 0,51,
 » terre argileuse 0,15, terre calcaire 0,08, ma-
 » gnésie 0,06, chaux de fer 0,10.

» La cornécène, ou pierre de corne, a les
 » plus grands rapports avec le trapp, dont elle
 » ne diffère que parce qu'elle contient un peu
 » plus de terre argileuse & de magnésie, &
 » moins de terre quartzeuse. Elle a donc pu
 » être produite, comme le trapp, par la cris-
 » tallisation confuse des élémens du granit.

2^o. » Lorsque la cristallisation sera plus
 » lente, sans avoir néanmoins tout le tems
 » nécessaire pour que toutes ces matières dif-
 » férentes cristallisent chacune régulièrement,
 » il ne cristallifera que les substances qui exi-
 » gent le plus d'eau de cristallisation, & nous
 » aurons le porphyre.

» Il paroît que c'est le feld-spath à qui il
 » faut le plus d'eau de cristallisation; c'est pour-
 » quoi il cristallise le premier.

» On a demandé comment ces cristaux de
 » feld-spath se trouvoient en partie noyés dans
 » la pâte du porphyre?

» Il faut bien qu'ils aient été formés avant
 » que cette pâte ait pris de la consistance: de
 » même que les cristaux de sel marin se for-
 » ment avant que le nitre qui les enveloppe
 » cristallise confusément.

» Il seroit sans doute difficile de déterminer
 » tous les phénomènes de la cristallisation.

» Mais il est certain qu'il faut que les cristaux
 » de feld - spath se trouvent englobés dans la
 » pâte du porphyre , comme les cubes du sel
 » marin se trouvent enfermés dans la cristallifa-
 » tion confuse du nitre.

» La pâte du porphyre contient les mêmes
 » élémens que le mica , la tourmaline , & le
 » quartz. C'est ce que prouve l'analyse de cette
 » pate. On en retire environ , terre quartzeuse
 » 0,70 , terre argileuse 0,15 , terre calcaire
 » 0,03 , magnésie 0,10 , chaux de fer 0,02.
 » Cette magnésie est fournie par le mica.

3°. » Si la cristallifation a été encore un peu
 » plus lente , on aura , avec les cristaux de
 » feld - spath , des cristaux de tourmaline ou
 » schorl.

» Il y a des porphyres qui , avec les cristaux
 » de feld-spath , contiennent quelques petits
 » cristaux de tourmaline.

» En général , les volumes de ces cristaux
 » de feld - spath & de tourmaline dépendront
 » de la lenteur de la cristallifation du porphyre.
 » Dans le rouge , les cristaux de feld-spath sont
 » ordinairement petits ; ce qui annonce une
 » cristallifation moins lente que dans le por-
 » phyre vert ou ophite , dont les cristaux de
 » feld-spath sont d'un assez grand volume.

4°. » Si la cristallifation s'opère encore plus

» lentement, on aura une substance dont tous
 » les cristaux seront réguliers & distincts ;
 » savoir :

» Des cristaux de feld-spath.

» Des cristaux de tourmaline.

» Des cristaux de mica.

» Des cristaux de quartz.

» Mais il faut que le quartz cristallise avec
 » beaucoup de difficulté : car ordinairement il
 » n'est pas cristallisé dans les granits & knéis.
 » J'en ai cependant vu quelquefois de cristallisé
 - » dans ces pierres mêmes.

» Néanmoins on ne trouve ordinairement
 » le quartz cristallisé que dans des géodes. Il a
 » pour lors sa forme régulière ».

Le knéis est un granit feuilleté, dans lequel
 la partie micacée domine. Par conséquent il
 contient beaucoup de magnésie. Il y a aussi
 beaucoup de quartz. Le feld-spath s'y trouve
 rarement, & en petite quantité, ainsi que les
 tourmalines. La quantité de magnésie a gêné la
 cristallisation, & lui a donné le caractère de
 feuilleté.

« Ce que nous venons de dire des quatre
 » élémens principaux des granits, doit s'ap-
 » pliquer aux autres substances qu'on y trouve
 » quelquefois, telles que le grenat, l'hya-

» cinthe , l'émeraude , le corindon , l'asbeste ,
 » l'amiante

» Cette théorie simple de la formation des
 » granits & des porphyres explique pourquoi
 » on les trouve ordinairement dans les mêmes
 » lieux , & souvent confondus. C'est qu'ils ne
 » diffèrent qu'en ce que dans l'un la cristallifation
 » a été un peu plus lente , & plus accélérée dans
 » l'autre.

» On conçoit en même tems que puisque
 » les granits ne contiennent pas tous les mêmes
 » élémens ; puisque les uns sont composés de
 » quartz & de tourmaline , les autres de tour-
 » maline & de feld - spath , de quatrièmes de
 » quartz & de feld-spath , d'autres de quartz &
 » de mica . . . la pâte des porphyres doit égale-
 » ment varier.

» Le trapp est beaucoup moins commun que
 » le porphyre ; ce qui annonce que rarement la
 » cristallifation a été assez précipitée pour donner
 » le trapp ».

On trouve quelquefois dans du trapp des
 cristaux très-petits de feld-spath , ce qui indi-
 que qu'il passe déjà à l'état de porphyre.

Les trapps varieront comme les porphyres ,
 puisque les granits , dont ils sont formés , peu-
 vent varier , comme ceux qui composent les
 porphyres.

Il pourra y avoir par conséquent des trapps verdâtres, rougeâtres...

La cornéène ne diffère du trapp qu'en ce qu'elle est plus tendre, donne l'odeur terreuse lorsqu'on souffle dessus, a le grain plus fin, & contient plus de magnésie. On y observe aussi quelquefois des petits cristaux de feld - spath, mais très-rarement.

La cornéène peut donc être regardée comme un trapp qui contiendrait moins de terre quartzeuse que le trapp ordinaire, & une plus grande quantité des autres terres, l'argileuse, la magnésie, & la chaux de fer. On pourroit par conséquent dire qu'elle est le résultat de la cristallisation confuse d'un granit qui contiendrait peu de quartz, mais plus de mica : tel est, par exemple, le knéis.

Le pétro-filex a encore les plus grands rapports avec le trapp & la cornéène; il contient plus de terre quartzeuse, & moins de terre argileuse & de magnésie. On pourroit par conséquent le regarder comme une cristallisation confuse d'un granit qui contenoit beaucoup de quartz, & point de mica, ou au moins une très-petite quantité.

§. CLX. Résumons tout ce que nous venons de dire sur la formation de ces six substances, qui ne sont que différentes manières

d'être des élémens du granit ; savoir, quartz, mica, feld-spath, tourmaline, & quelquefois hornblende.

Ces élémens cristallisent-ils confusément & d'une manière précipitée ? on aura :

1°. Le pétro-silex, si le quartz domine, & qu'il y ait peu & point de mica.

2°. Le trapp, si ces quatre élémens sont à-peu-près en même quantité.

3°. La cornéenne, si la partie micacée domine comme dans le knéis.

4°. Les porphyres, si la cristallisation s'est faite un peu plus lentement, de manière que le feld-spath ait eu le tems de cristalliser d'une manière distincte.

5°. Les granits vrais, si la cristallisation s'est faite avec le tems nécessaire pour que chaque substance ait cristallisé distinctement.

Ces granits varieront, en raison de la quantité de chacune de ces quatre pierres qui les composent.

6°. Les knéis, ou granits feuilletés, si la cristallisation s'est faite avec lenteur, mais que la partie micacée domine.

Cette théorie simple de la formation de ces différentes substances expliquera toutes les variétés qu'elles présentent. Elles se rapprocheront souvent, & se confondront au point

qu'on ne pourra décider souvent le nom qu'on doit leur donner.

Le pétro-filix, le trapp, & la cornéène varieront, suivant la nature des granits qui les composent.

La pâte des porphyres variera également, suivant la nature de ces mêmes granits, puisque cette pâte n'est que ce granit, moins le feld-spath, qui a eu le tems de cristalliser.

Cette pâte aura donc les plus grands rapports avec le pétro-filix, les trapps, & les cornéènes, dont elle ne diffère que parce qu'elle ne contient point de feld-spath. Il pourroit même y avoir quelques-unes de ces substances qui ne contiennent point de feld-spath; savoir, si elles étoient composées de granits, dans lesquels il n'y eût point ou peu de feld-spath.

Mais la plupart de ces substances renferment le feld-spath, qui quelquefois même y est cristallisé : & elles ont toutes des caractères qui les distinguent de la pâte des porphyres.

La cornéène a l'odeur terreuse, que n'a pas cette pâte; elle est moins dure...

Le trapp a le grain moins fin que cette pâte. Sa fracture est en rhomboïde, en escalier...

Cependant c'est la substance qui a le plus de rapport avec cette pâte.

Le pétro-filix a la cassure concoïde , l'aspect de la cire cassée , est presque demi-transparent.

On pourroit peut-être en conclure qu'il faudroit classer le trapp, la cornéene & le pétro-filix au rang des porphyres.

Mais il faudroit donc aussi y mettre toutes les autres pierres que j'ai appelées *pierres homogènes*, composées de plusieurs terres, telles que les asbestoïdes, asbestes, amianthe, serpentine...

Je pense qu'il faut laisser dans cette division toutes celles de ces pierres, dans lesquelles on n'apperçoit point de feld-spath.

Et on rangera parmi les porphyres toutes celles qui présentent des cristaux de feld-spath bien prononcés.

Au reste, on sait que, dans toutes les productions de la nature, il y a de ces transitions insensibles.

§. CLXI. La suite nécessaire de ce que nous venons de dire, est que les eaux, dans lesquelles s'est formée la masse du globe & ont cristallisé les granits, les porphyres, & les knéis, tenoient en dissolution toutes les substances qu'on retrouve dans les pierres composées ;

posées; savoir, quartz, feld-spath, mica, tourmaline, grenat, hyacinthe...

Lorsque la cristallisation aura été lente & tranquille, toutes ces substances se feront séparées de la masse, & auront formé des cristaux distincts.

Mais lorsque la cristallisation aura été trop précipitée, elles n'auront pas eu le tems de se séparer, & seront demeurées confondues dans la masse. Il pourra y avoir telle pâte de porphyre, tel granit, tel knéis, ou toute autre substance qui contienne des grenats, de l'hyacinthe, de la topaze . . . en masse, & non cristallisée.

Les différens élémens des pierres composées, savoir, les quartz, les tourmalines, les micas & les feld-spaths, existoient donc avant la formation des granits, des porphyres & des knéis.

§. CLXII. Mais doit-on dire que dans le moment qui a précédé la cristallisation des granits, c'est-à-dire, celle du globe, toutes les pierres quartzieuses, toutes les différentes espèces de gemmes, tous les schorls, toutes les pierres magnésiennes, toutes les pierres argileuses, toutes les substances métalliques & leurs minéralisateurs, enfin toutes les substances que nous retrouvons dans ces terrains

primitifs, fussent existans dans la masse générale des eaux ?

Qu'en tels endroits elles ont cristallisé séparément, & en cristaux distincts, parce que le repos & les autres circonstances l'ont permis ?

Qu'ailleurs elles sont demeurées confondues dans la masse des granits & des porphyres, parce que le défaut des circonstances ne leur a pas permis de cristalliser séparément ?

Voici comme je conçois la chose.

Lors de la grande cristallisation du globe, les terres primitives & leurs dissolvans, les chaux métalliques, ainsi que leurs minéralisateurs, étoient dissous dans la masse des eaux.

Les terres, & quelques chaux métalliques, se sont réunies & combinées pour former les quartz, les feld-spaths, les micas & les tourmalines.

Ces quatre substances se sont combinées entr'elles pour former les granits & les porphyres de la manière dont nous l'avons expliqué.

Ces granits & porphyres se sont déposés lentement & successivement, suivant les loix de la cristallisation.

Ailleurs, elles ont formé les knéis.

Lorsque ces quatre substances, ou seulement trois, ou même deux, ont cristallisé confusé-

ment, elles ont formé les pétro-filix, les trapps & les pierres de corne.

Mais dans des endroits qui jouissoient d'un grand repos, des circonstances locales ont favorisé des combinaisons particulières de ces terres : d'où sont résultées ces combinaisons, qui ont formé les schorls, les gemmes, les pierres quartzieuses, les pierres magnésiennes, les pierres argileuses.

Les fours à cristaux en offrent une preuve. Ce sont de petites cavités, dans lesquelles il devoit y avoir grand repos. On y trouve le quartz cristallisé, des aiguilles de schorl, du schorl rouge, des filets d'amiante, de la stéatite cristallisée en écailles, des spaths calcaires . . .

C'est dans de pareilles cavités, ou au moins dans des lieux tranquilles, que les élémens de toutes ces substances particulières se sont réunies, & ont formé des cristaux plus ou moins volumineux.

Et ce qui confirme que c'est le procédé de la nature pour former ces substances, c'est qu'il demeure toujours une portion de ces substances, confondue avec la masse qui les enveloppe. Le plus souvent la gangue ou matrice de ces pierres en contient une portion disséminée entre ses propres molécules.

J'ai des granits qui contiennent des grenats très-distincts & cristallisés. La masse même du granit est imprégnée d'une pâte de grenat, qui n'a pas eu le tems de se séparer, & de se former en cristaux distincts.

J'ai un morceau du Saint-Gothard, sur lequel sont de beaux cristaux d'adulaire, & d'un schorl vert, qui cristallise à-peu-près comme le schorl violet. Le morceau est tout imprégné de la matière de ce schorl & de l'adulaire.

J'ai des topazes de Sibérie cristallisées avec des quartz bruns cristallisés en belles aiguilles. Toute la masse, sur laquelle reposent ces cristaux, est imprégnée de la substance de la topaze. Ces morceaux prouvent, 1°. que ces cristallisations se sont faites dans une géode; 2°. qu'une partie de la topaze n'a pas eu le tems de se séparer de la masse.

La substance dans laquelle se trouve la topaze de Saxe, ou sa gangue, offre le même phénomène. Elle est toujours imprégnée de la substance même de la topaze, & a beaucoup d'éclat.

L'aigue-marine de Sibérie, l'émeraude du Pérou, le péridot... offrent les mêmes phénomènes.

On peut même établir comme une vérité générale, qui néanmoins a quelques excep-

tions , que les matrices ou gangues qui renferment des pierres particulières , ou des substances métalliques , sont toutes plus ou moins imprégnées de la matière de ces substances , dont une partie n'a pas pu se séparer de la gangue , tandis que l'autre en est séparée , & a cristallisé distinctement , soit d'une manière régulière , soit d'une manière confuse.

On en doit donc conclure qu'en général toutes ces pierres particulières , ces gemmes , ces schorls , ces pierres quartzeuses , ces pierres magnésiennes , ces pierres argileuses , n'ont point existé confondues dans la masse totale des granits primitifs. Il ne faut les regarder que comme des productions particulières , qui se sont formées çà & là par des circonstances locales , sur-tout dans des lieux tranquilles. Je dis en général , parce qu'il peut y avoir des exceptions. On trouve des hyacinthes & quelques autres gemmes dans la substance même des granits primitifs.

Mais ordinairement ces substances se rencontrent dans des gangues particulières , & absolument différentes des granits ou porphyres primitifs , comme nous venons de le voir pour les topazes de Saxe , de Sibérie , l'aigue-marine , l'émeraude ...

On pourroit même dire qu'elles sont , le

plus souvent, des productions postérieures aux grandes cristallisations primitives. Car on les trouve plus particulièrement dans les knéis ou terrains secondaires primitifs, que dans les vrais granits.

La gangue des gemmes est souvent un guhr ferrugineux.

Le diamant se trouve dans des terres ferrugineuses.

L'aigue-marine de Sibérie dans des argiles ferrugineuses.

Le péridot dans une argile ferrugineuse.

Il seroit cependant possible qu'étant plus solubles que les élémens des granits primitifs, ces substances particulières fussent demeurées dans les eaux-mères de ces cristallisations, comme y sont demeurés les élémens des knéis & les matières qui ont formé des filons métalliques, & que par conséquent elles fussent formées dès ces tems-là. Mais il est vraisemblable que la plupart de celles qui se trouvent dans les knéis ont été formées lors de la cristallisation de ces knéis dans des lieux tranquilles, & par des combinaisons particulières des différentes terres.

Mais peut-il encore se former maintenant des gemmes, des schorls, des pierres magnésiennes . . . ?

Il est certain qu'il se forme journellement des flex, des agates, des hydrophanes, des opales..

Nous voyons aussi se produire la zéolite dans les pierres volcaniques.

Il paroît aussi que les volcanites ou schorls des volcans, que les hyacinthes, les olivins ou chrysolites des volcans s'y produisent journellement...

Il seroit de même très-possible que, dans des circonstances favorables, d'autres gemmes, d'autres schorls... se produisissent journellement: & je ne doute pas que cela n'ait lieu très-souvent.

On répondra, il est vrai, que les molécules de ces substances existoient déjà dans la masse, & qu'elles ne font que de se réunir.

Cela peut être quelquefois. Mais très-certainement ces molécules elles-mêmes se forment, le plus souvent, par de nouvelles combinaisons, comme nous voyons se former chaque jour les autres substances minérales.

§. CLXIII. Pour jeter plus de jour sur cette matière, examinons ce qui se passe dans la production des sels que nous connoissons mieux.

Nous avons vu se former dans les nitrières un certain nombre de sels différens: & il ne

s'en forme jamais d'autres. Les principes qui entrent dans leur composition sont :

- 1°. L'air pur.
- 2°. L'air phlogistique.
- 3°. L'air inflammable.
- 4°. La matière de la chaleur.
- 5°. L'eau.

6°. Peut-être le fluide électrique, le fluide magnétique, le fluide lumineux.

- 7°. Peut-être quelques terres.

Nous voyons également se former dans la nature différens cristaux, & il ne s'en forme jamais d'autres. Les principes qu'elle emploie à cette formation sont :

- 1°. La terre quartzeuse.
- 2°. La terre argileuse.
- 3°. La magnésie.
- 4°. La terre calcaire.

5°. Vraisemblablement la matière de la chaleur.

- 6°. Quelques acides.

7°. Peut-être les fluides électrique, magnétique, lumineux.

- 8°. Des chaux métalliques & l'air pur.

Tous ces principes dissous dans la masse des eaux & mélangés, se sont combinés de la même manière que ceux qui se combinent dans les nitrières pour former les différens

fels. Il en sera résulté les différentes pierres dont nous nous occupons. Pour connoître la manière dont elles se sont réunies & ont formé des masses cristallisées composées de plusieurs substances, suivons toujours ce qui se passe dans nos nitrières.

Si on en lessive les terres, qu'on évapore la lessive & qu'on fasse cristalliser rapidement, on a un magma salin. Mais lorsque l'évaporation se fait lentement & que la cristallisation n'est pas précipitée, chaque sel cristallise séparément & forme des cristaux plus ou moins distincts, en raison de la lenteur de la cristallisation.

On doit supposer que la même chose a lieu dans les grandes cristallisations minérales des substances dont nous parlons. Si la cristallisation a été rapide, toutes ces terres se réunissent & forment des masses cristallisées confusément : telles sont les trapps, les cornéènes, les pétro-flex...

Mais si les cristallisations se sont opérées lentement, les choix d'élection ont le tems de se faire : & on a des masses composées de cristaux plus ou moins distincts, plus ou moins volumineux de ces différentes substances.

Les quartz ont le tems de cristalliser d'un côté.

Les feld-späths cristallisent de l'autre.

A côté se font les cristallisations du mica :
Ailleurs celles des tourmalines :

Plus loin, celles des autres pierres des terrains primitifs.

Tel est le procédé de la nature pour former les granits, les porphyres, les knéis, les amigdaloides.

Enfin il est des circonstances qui ont donné des cristaux absolument séparés ; tels sont les pierres précieuses, les schorls, les pierres magnésiennes.

Tout ce que nous venons de dire suppose que les différentes terres, les différentes chaux métalliques & autres principes des pierres dont nous parlons, ont été dissous dans la masse des eaux, & ont obéi aux loix des affinités & aux choix d'élections.

Si on demandoit comment avec un aussi petit nombre de substances, savoir : quatre terres la chaux de fer & quelques autres principes, on peut former une aussi grande quantité de pierres différentes, savoir : une vingtaine d'espèces de pierres quartzeuses ; vingt une gemmes, douze schorls, une douzaine de pierres magnésiennes & plusieurs pierres argileuses... je répondrai qu'avec un aussi petit nombre de principes, la nature forme bien encore une plus grande quantité de sels, savoir : les

trois alkalis , & un nombre d'acides que nous ne connoissons pas encore tous.

§. CLXIV. Mais les mêmes élémens qui forment les granits, les porphyres, ou plutôt les cristaux dont ils sont composés, peuvent-ils former les autres cristaux qui s'y rencontrent quelquefois, tels que les gemmes, les schorls, les pierres magnésiennes, les pierres argileuses ?

Les analyses que nous avons de toutes ces pierres nous font voir qu'elles sont composés des mêmes principes, savoir : les différentes terres & les chaux de fer qui y sont seulement en quantités différentes.

Supposons réunies & dissoutes des terres quartzeuse, argileuse, magnésienne & calcaire, avec de la chaux de fer, & que toutes ces substances soient dans les circonstances nécessaires à leur cristallisation.

Elles s'uniront & se combineront pour former des molécules de telle substance, par exemple, de feld-spath, plutôt que de telle autre, par exemple, de tourmaline : comme les airs dans les nitrières formeront plutôt tel acide, l'acide nitreux, par exemple, que l'acide marin. Cet acide nitreux n'existe pas dans ces airs, pas plus que l'acide marin. Ils sont donc formés l'un & l'autre. Mais l'acide

nitreux est toujours formé en beaucoup plus grande quantité que l'acide marin.

De même le feld-spath ni la tourmaline n'existent pas dans ces terres, mais ils s'y forment.

Il en est de même de toutes les autres pierres que nous pouvons supposer se former dans cette masse de terres que nous avons supposées réunies. Il pourra s'y former du grenat, des gemmes, des schorls, des pierres magnésiennes... suivant les circonstances, comme dans nos nitrières il se forme de l'acide nitreux, de l'acide marin, du natron, de la potasse... car ces substances n'y existoient pas.

Il ne nous est pas possible de dire pourquoi il se forme plus d'acide nitreux que d'acide marin, plus de potasse que de natron...

Nous ne pouvons pas dire davantage pourquoi il se forme dans les granits, plus de feld-spath que de grenat, plus de grenat que de saphir... cela tient à des causes qui ne nous sont pas encore connues, à des affinités plus grandes entre telles & telles terres.

L'acide boracique ne se forme que dans des circonstances rares.

Le diamant ne se forme également que dans des circonstances rares, ainsi que les autres gemmes.

Tous ces acides, tous ces alkalis font des productions nouvelles.

Tous ces cristaux particuliers sont vraisemblablement des productions nouvelles. Nous avons vu que chez les êtres organisés, il se produit journellement différentes terres, différentes substances métalliques, du soufre, du phosphore . . .

Enfin la marche de la nature est la même dans la production de toutes ces substances, soit salines, soit minérales.

Je me suis servi de la comparaison des substances salines, parce qu'on n'a aucun doute aujourd'hui qu'elles ne se forment journellement par le concours des différens airs : d'où on doit conclure que celles qui ont été produites primitivement l'ont été par les mêmes moyens.

On ne doit pas plus douter que la formation des différentes espèces de pierres dont nous parlons, n'ait été faite primitivement par le concours des terres & des chaux métalliques : mais il se forme chaque jour de nouvelles combinaisons pierreuses, comme il se forme de nouvelles combinaisons salines.

Si on me demandoit pourquoi tel granit contient des saphirs, & pourquoi tel autre n'en contient pas ?

Je demanderai aussi pourquoi il existe du natron, par exemple, dans tel endroit, & qu'il n'en existe point dans tel autre.

Toutes ces combinaisons sont des effets des affinités & des choix d'élections; nous savons que ces effets existent; mais nous ne pouvons pas dire pourquoi ils existent là, plutôt qu'ailleurs.

Tous ces effets tiennent à des circonstances locales, dont il n'est pas encore possible de rendre raison dans l'état où sont nos connaissances.

DES PIERRES VOLCANIQUES.

§. CLXV. Ces sortes de pierres n'ont point été cristallisées dans l'eau. Elles sont un produit du feu à qui elles doivent leur dureté, comme le verre, les scories, les frites. Mais elles n'en ont pas toutes éprouvé la même action: ce qui nécessite à en faire plusieurs classes.

La première comprendra celles qui ont été réduites en verre.

La seconde comprendra celles qui n'ont éprouvé qu'une demi-vitrification: telles sont les pierres ponce.

La troisième comprendra celles qui sont encore moins altérées : telles sont ,

La lave poreuse boursoufflée ;

La lave compacte noirâtre ou basalte.

La quatrième classe renfermera les pierres qui ont éprouvé l'action du feu sans être dénaturées à un certain point.

La cinquième classe contiendra les pierres étrangères qui sont enveloppées dans les substances volcaniques.

DES VERRES VOLCANIQUES.

§. CLXVI. Le verre volcanique est composé des matières qui ont été réduites au véritable état de verre par l'action de la chaleur du volcan. Ce verre est le plus souvent noir & ressemble au laitier, que donnent certaines mines de fer fondues : ce qui prouve que les substances dont est composé ce verre, sont des mines ferrugineuses : tels sont la plupart des schistes ferrugineux, qui recouvrent des mines de charbon. Ce verre noir s'appelle au Pérou, pierre obsidienne, pierre gallinace. On l'a pris souvent en Islande pour des agates noires.

On trouve, dans les volcans des îles Bourbon, un verre brunâtre, en filets assez longs & très-déliés. Hubert prétend que ce verre est formé de la matière qui est à la partie supérieure de la voûte du volcan, laquelle déjà très-chauffée

retombe dans le centre du foyer & se réduit en verre.

DES PIERRES VOLCANIQUES QUI N'ONT ÉPROUVÉ QU'UNE DEMI-VITRIFICATION.

§. CLXVII. La plus grande partie des pierres volcaniques n'a pas éprouvé une véritable vitrification & n'est qu'une espèce de fritte. On distingue différens degrés dans cette opération.

Les pierres-ponces sont celles dont la demi-vitrification est la plus avancée. Elles sont composées de fibres, ou fils presque entièrement vitrifiés, mais éloignés les uns des autres : ce qui rend cette substance très-poreuse. Elle est assez rare. Celle du commerce vient presque toute des îles Lipari.

D E S L A V E S.

§. CLXVIII. Mais les laves sont le produit principal des feux souterrains & composent la plus grande partie des pierres volcaniques : elles sont de deux espèces, poreuses, ou compactes.

1^o. Les laves poreuses ressemblent à des scories ferrugineuses. Elles sont dures, noirâtres, cassantes, sonores, font mouvoir le barreau aimanté. Exposées à l'air, elles prennent
une

une croûte ferrugineuse. Elles sont remplies de vides plus ou moins considérables. A Volvic, on trouve une lave du Puy-de-Dôme, dont quelques morceaux n'ont que des trous assez petits, tandis que dans d'autres, ces cavités sont de plusieurs pouces, & même de quelques pieds.

Ces laves poreuses ont certainement été fondues & très-altérées par le feu. Néanmoins elles n'ont point l'aspect vitreux proprement dit, pas plus que les scories. Elles sont sonores, cassantes...

Enfin elles ont toutes les propriétés de ce qu'on appelle une fritte.

2°. La lave compacte ne présente point de vides au moins sensibles. C'est une substance homogène, dure, sonore, noirâtre, ferrugineuse, qui fait mouvoir le barreau aimanté.

Elle est fragile & casse presque comme le verre. On allume un feu léger auprès des plus gros prismes. Dès qu'ils sont un peu échauffés, on les arrose avec de l'eau froide, & ils se brisent aussitôt.

Leur cassure est terne. On y distingue un grain très-fin, qui, sans être vitreux, est cependant différent de celui des pierres formées par l'eau. On y apperçoit assez souvent de petites soufflures ou vides, dans lesquelles il se

trouve quelquefois une matière terreuse. Enfin elle ne diffère de la lave poreuse, que parce qu'elle n'a pas de vides ou soufflures aussi considérables.

Elle est plus compacte que les pierres communes. Car sa pesanteur spécifique est depuis 3000 jusqu'à 3500.

3°. LE RAPILLO. Les Italiens appellent ainsi une pierre volcanique en petite masse qui est rejetée par le volcan.

4°. CENDRE VOLCANIQUE. Si ce rapillo est encore plus petit, il se rapproche de la forme des cendres, & il prend le nom de cendre volcanique.

5°. POUZZOLANE. Cette substance n'est autre chose que la cendre volcanique qui n'a point été assez chauffée pour s'agglutiner & former une masse solide.

La plupart des pouzzolanes ont été altérées par l'air & passent à l'état argileux.

La nature de la lave poreuse & de la lave compacte paroît indiquer qu'elles sont formées par des matières schisteuses, argileuses & ferrugineuses, qui ont été plus ou moins altérées par le feu. Celle de la pouzzolane confirme ces apperçus. On fait qu'on fait de la pouzzolane factice en chauffant des matières argilo-ferrugineuses.

Tous les schistes ferrugineux, poussés à un grand degré de feu, donnent des frites dures, sonores, cassantes, noirâtres, agissant sur l'aiguille aimantée, & plus ou moins poreuses & spongieuses. Néanmoins, lorsque ces substances ont été chauffées très-long-tems, elles entrent dans une fusion plus parfaite, les fluides élastiques se dissipent, & on obtient une matière plus homogène, plus solide & moins poreuse. C'est ce qui constitue les laves compactes. Elles composent les grandes masses des courans de laves.

La lave poreuse se trouve plus volontiers à la surface de la lave compacte.

La même chose a lieu dans la fusion des grandes masses métalliques. Les parties supérieures sont remplies de *soufflures* produites par le dégagement des fluides élastiques contenus dans les chaux métalliques & autres substances qu'on emploie. Les parties, au contraire, qui sont au centre de la masse, sont plus compactes, parce que les fluides élastiques s'en sont dégagés. C'est ce qu'observent journellement ceux qui fondent les canons, les tables pour couler les glaces....

DES PIERRES VOLCANIQUES QUI ONT
SUBI UN RAMOLLISSEMENT PATEUX.

§. CLXIX. Dolomieu dit avoir ramassé dans des courans de matières volcaniques, des pierres qui n'ont nullement été altérées par l'action du feu. D'où il conclut qu'elles n'ont subi qu'un simple ramollissement pâteux sans avoir éprouvé de vitrification (1). Il en a fait quatre classes.

1°. « Les unes sont des laves compactes » qui ont pour bases des pierres de corne, » des trapps & des schorls en masse (2).

2°. « Les secondes sont des laves com- » pactes dont la base est de pétro-filix.

3°. « Les troisièmes sont des laves com- » pactes qui ont pour bases des feld-spaths. » Il les appelle laves granitiques.

4°. « La quatrième espèce est celle qui a » pour base le grenat; il les appelle laves » granatiques.

(1) Journal de Physique, 1794.

(2) J'ai exclu cette expression, *schorl en masse*, parce qu'elle est équivoque. De quel schorl s'agit-il ?

Ce que les Naturalistes appellent ordinairement *schorl en masse*, est une *cornéene* ou un *trapp*. Il faut donc substituer ces noms à celui de *schorl en masse*.

» Toutes ces laves, ajoute ce naturaliste,
 » ont conservé leur premier aspect, des pierres
 » dont elles sont formées, au point qu'on
 » ne pourroit soupçonner qu'elles ont subi
 » l'action du feu, si on ne les prenoit dans
 » des courans de laves ».

Il me paroît plus probable de dire : 1^o. que ces espèces de laves n'ont été que chauffées, sans avoir coulé. Car, comment concevoir que des grenats, des feld-spaths, des pétro-filix, tous extrêmement fusibles, des cornéènes & des trapps qui fondent également avec facilité, aient coulé par l'action de la chaleur, sans que leur contexture ait été altérée? Un ramollissement pâteux ou autre, dès qu'il a été opéré par la chaleur, doit avoir enlevé une partie de l'eau de cristallisation, & par conséquent avoir altéré le *facies* de ces pierres.

2^o. Si ces espèces de laves ont la même pesanteur spécifique que les autres laves, savoir : de 3000 à 3500, elles ont nécessairement été condensées par l'action du feu. Leurs parties ont été rapprochées. Dès-lors, leur contexture a été dérangée.

3^o. Leur fragilité annonce de même leur altération.

On ne pourroit, par conséquent, expliquer ce phénomène, qu'en disant qu'il est tombé

dans le foyer du volcan, ou dans la lave coulante des portions de ces différentes substances, grenats, feld-spaths, pétro-silex, cornéens & trapps, ainsi que des serpentines, des asbestes, des asbestoïdes, des granits, des porphyres, que la chaleur n'a pas été considérable pour les réduire en fusion, & qu'elles ont été simplement enveloppées par la matière incandescente. Elles auront cependant subi une altération quelconque, mais pas assez considérable pour les rendre méconnoissables.

Il faut donc dire que la plus grande partie des laves compactes & prismatiques est de la même nature que la lave poreuse & boursoufflée, qui est ordinairement superposée sur la compacte. Or, cette lave poreuse est certainement une scorie des schistes ferrugineux. La lave compacte ne sera donc que cette même lave poreuse, dont les fluides élastiques se sont dissipés & lui ont permis de faire un corps compacte. Cette lave poreuse n'a pas plus l'aspect vitreux que la lave compacte; & tout ce que l'on dira de l'une, on le dira de l'autre, à l'exception des soufflures.

Mais comment expliquer cette ressemblance de ces laves avec les trapps & les autres substances cristallisées par les eaux?

Dolomieu a présenté lui-même un fait qui

pourroit servir à cette explication. Les laves compactes, dit-il, dont on se sert pour les pavés, sont trop cassantes. Pour empêcher qu'elles ne se brisent si facilement, on les trempe dans l'eau, ce qui leur ôte de leur rigidité. Il faut donc que l'eau les pénètre. Elle dissout une portion terreuse analogue à la pouzzolane qui remplit les petites soufflures imperceptibles. C'est vraisemblablement à cette eau, qui se combine, & à cette espèce de pouzzolane dissoute, qu'est dû ce ramollissement qui lui ôte sa fragilité; cette même eau donnera à la lave l'aspect des pierres qui n'ont pas éprouvé l'action du feu.

Je pense donc que c'est l'eau & l'air humide qui altèrent ces laves, leur ôtent cet aspect propre à ces pierres, & les rapprochent plus ou moins des pierres formées par l'eau.

DE LA LAVE PRISMATIQUE OU BASALTE.

§. CLXX. Une grande partie des laves compactes affecte, dans certaines circonstances, une forme prismatique. C'est ce qu'on appelle *les chauffées des géants*. Ces colonnes prismatiques ont trois, quatre, cinq, six, sept, huit, & quelquefois neuf angles. Elles se trouvent, le plus souvent, par milliers. Une des plus belles chauffées qu'on connoisse, est celle de

la grotte Fingal, dans l'île de Staffa. Il y a des prismes qui ont jusqu'à quatre pieds & demi de diamètre, & soixante-fix pieds de hauteur, dit Faujas; & ces prismes y sont dans un nombre incalculable. La plupart des volcans éteints présentent cette multitude de colonnes prismatiques, comme on le voit dans les Cévennes, au Mondor, à Bonn, à Andernach . . .

Il s'est élevé parmi les naturalistes une grande question sur la nature de ces basaltes prismatiques.

Sont-ils cristallisés par le feu ?

Sont-ils cristallisés par l'eau ?

La plus grande partie des minéralogistes avoit regardé la lave compacte, ou basalte prismatique, comme un produit du feu. La figure prismatique étoit due, disoient-ils, à une retraite opérée par le refroidissement de la matière incandescente.

Plusieurs autres naturalistes ont adopté une opinion différente. Ils ont distingué deux espèces de laves.

La lave incandescente.

La lave boueuse.

La première est celle qui coule du cratère volcanique, & forme la lave compacte en masse.

La lave boueuse n'a point été, suivant eux, une lave coulante, mais plutôt une espèce de cendre volcanique ou pouzzolane. L'eau, soit celle des mers, ou toute autre, l'attaque, la dissout en partie, & la dépose en masse. C'est, ajoutent-ils, dans cet état qu'elle lui fait prendre la forme prismatique.

Cette opinion a été embrassée par Bergman & plusieurs célèbres minéralogistes d'Allemagne, qu'on appelle en conséquence *neptuniens*. Ils apportent en preuve de leurs assertions, qu'on a vu des prismes de basaltes qui reposent immédiatement sur des charbons & d'autres matières très-combustibles. Or, disent-ils, si ces prismes avoient été formés de laves incandescentes, les matières combustibles auroient été brûlées, consumées, ou altérées, suivant le degré de l'intensité de la chaleur.

Cependant plusieurs autres minéralogistes, non moins instruits, & auxquels on a donné le nom de *vulcanistes*, persistent à regarder les prismes de basaltes comme formés par la lave incandescente. Ils pensent que c'est dans l'instant où cette lave se précipite dans l'eau, qu'elle affecte la forme prismatique, par une retraite prompte & subite. La lave de l'Etna, qui, dans l'éruption de 1669, a traversé la

ville de Catane, & s'est jetée dans la mer, y a cristallisé en prismes.

S'il m'étoit permis d'avoir une opinion entre des savans aussi distingués, je dirai que les prismes balsamiques sont une véritable cristallisation de la lave incandescente. Cette lave, en se refroidissant lentement, n'affecte point de forme régulière. De même que, lorsqu'une grande masse de métal fondu se refroidit lentement, elle n'affecte point de forme régulière; parce que, dans ce cas, la masse se rapproche insensiblement, & ne laisse point de vide où puisse s'opérer la cristallisation.

Mais lorsqu'un froid subit saisit la masse, une partie se condense promptement, il s'y forme des vides, & la cristallisation s'y opère. Dans toutes les soufflures des grandes masses métalliques fondues, il se forme des cristaux: & c'est le même procédé qu'on emploie pour faire cristalliser les métaux. Lorsqu'on veut avoir des cristaux de bisnuth, par exemple, on fait fondre une certaine quantité de ce métal dans un creuset. Quand la masse est en parfaite fusion, on retire le creuset du feu, & on observe l'instant où le métal se fige à la surface; on ouvre le creuset par le fond, & on fait couler lentement le métal. Lorsqu'il est tout coulé, on trouve l'intérieur du creuset,

& le dessous de cette surface, qui s'est refroidie la première, remplis de cristaux métalliques. La même chose a lieu pour l'antimoine & les autres métaux.

Mais si on laisse refroidir lentement toute la masse fondue, on n'obtient point de cristaux.

Le même phénomène s'observe pour les scories de verre, & celles des mines de fer qui cristallisent (§. XIII). Ces cristaux ne se forment que dans des vides : & ces vides ne s'obtiennent que par un refroidissement subit de la masse, ou en versant par inclinaison une partie de la matière fondue.

Je crois donc que l'eau produit le même effet sur la lave incandescente. La partie extérieure qui touche l'eau prend de la consistance. Tout l'intérieur de la masse est encore rouge de chaleur, & par conséquent plus ou moins dilaté. Mais il se refroidit bientôt. Dès-lors, il se contracte. Il se forme un vide, & la cristallisation s'opère comme dans les matières métalliques.

Je dis la *cristallisation* ; car je regarde ces prismes comme de véritables cristaux. Ils ont la régularité & le poli des cristaux. De simples retraites mécaniques ne présentent jamais cette régularité. De l'argile desséchée éprouve une

retraite : mais cette retraite est irrégulière, comme on le voit dans les ludus Helmontii.

Les prismes de gypse qu'on observe à Montmartre sont produits par retraite, & ils n'ont rien de régulier.

Les prismes de basaltes au contraire ont la plus grande régularité. L'angle est vif . . . C'est donc une véritable cristallisation opérée par le feu, comme le sont celles de verre (§. XIII). Des cristaux de plusieurs pieds de diamètre, & de soixante à quatre-vingts pieds de hauteur, ne doivent pas plus nous surprendre que des cristaux qui n'ont que quelques lignes. Nous avons vu que, parmi les cristaux formés par l'eau, quelques-uns, tels que des cristaux de quartz, des spaths calcaires, des fluors . . . ont de grands volumes.

Il est des prismes basaltiques qui s'emboîtent les uns dans les autres. Des prismes hexaèdres, d'aigues-marines de Sibérie, cristallisés par l'eau, s'emboîtent également.

Quant aux difficultés que sont les neptuniens, il me paroît qu'on peut y donner des réponses satisfaisantes. On trouve, disent-ils, des prismes basaltiques sur des charbons & autres matières combustibles qui auroient dû être consumées par la lave incandescente.

Je réponds, 1^o. que la lave, en tombant

dans l'eau, a éprouvé un refroidissement assez prompt, sur-tout à sa partie extérieure; 2^o. qu'ici il n'y avoit point de communication avec l'air, & que par conséquent la combustion ne pouvoit s'y opérer que difficilement.

Bergman appuyoit encore son opinion sur la ressemblance & l'identité presque parfaite qu'il avoit remarquées entre certaines laves & certains trapps. Or, disoit-il, on ne sauroit douter que ces trapps n'aient été produits par une cristallisation aqueuse. Il faut donc en conclure que les laves prismatiques sont également un produit de l'eau.

Je répondrai à cet illustre chimiste que certaines laves, qui n'ont jamais été dans l'eau, présentent cette même ressemblance apparente avec des cornéenes, des trapps, des pétrofilex, comme nous l'avons vu (§. CLXIX). Ainsi, il n'en peut tirer aucune conséquence en faveur de son opinion.

D'ailleurs, par quels agens fera-t-il dissoudre cette lave dans les eaux de la mer? Et comment supposera-t-il qu'une mer agitée, comme elle l'est toujours dans ces circonstances, pourra déposer des cristaux de soixante à quatre-vingts pieds de hauteur? . . . Il ne me paroît donc pas qu'on puisse soutenir cette opinion.

DES SUBSTANCES ÉTRANGÈRES QUI
SE TROUVENT DANS LES MATIÈRES
VOLCANIQUES.

§. CLXXI. Ces substances sont en assez grand nombre, & fans doute nous ne les connoissons pas encore toutes. Il faut les distinguer en deux classes générales : les unes ne sont point particulières aux volcans ; & les autres n'ont encore été observées que dans les matières volcaniques.

Les premières sont au nombre de six.

1^o. Le feld-spath.

2^o. Le mica.

3^o. Le grenat rouge à douze, vingt-quatre & trente-six facettes.

4^o. L'hyacinthe commune.

5^o. La zéolite commune.

6^o. Le spath calcaire.

Les substances que les naturalistes n'ont encore trouvées que parmi les productions volcaniques, sont plus nombreuses. Ce sont :

1^o. L'OLIVIN, ou chrysolite des volcans.

Sa cristallisation me paroît être un prisme hexaèdre, dont je n'ai pu appercevoir distinctement la pyramide, que je soupçonne avoir trois faces pentagones.

Son éclat est foible.

Nous en avons rapporté ailleurs l'analyse.

2°. SOMMITE. Elle se trouve à la Somma,
& dans plusieurs autres volcans.

Sa couleur est blanche.

Elle a une demi-transparence.

Sa dureté est 1150.

Elle fond avec difficulté, & donne un verre
poreux.

Sa forme est un prisme hexaèdre droit.

Quelquefois il est tronqué sur les bords du
sommets.

D'autres fois les arêtes du prisme sont aussi
tronqués; ce qui le rend dodécaèdre.

3°. HYACINTHE BLANCHE de la Somma,
à laquelle il faudra donner un nom particulier,
si, comme je le crois, elle est différente de
l'hyacinthe.

C'est la troisième variété des hyacinthes de
Romé Delisse.

Elle est blanche, lamelleuse.

Sa dureté est 1300.

Elle fond difficilement.

Sa forme est un prisme tétraèdre rectangu-
laire tronqué sur les angles; ce qui le rend
octogone.

Il est terminé par une pyramide tétraèdre
coupée à son sommet; ce qui la rend à cinq
côtés.

4°. Le LEUCITE, ou grenat blanc à vingt-quatre facettes. Il ne se trouve que dans les volcans.

Ces quatre substances me paroissent devoir être rangées parmi les gemmes.

5°. La ZÉOLITE, que Dolomiëu a trouvée à l'Etna, & qu'il appelle dure, Transparente.

Elle a de l'éclat.

Sa dureté est 1100.

Sa forme est le cube tronqué sur ses huit angles par trois faces triangulaires ou pentagonales ; ce qui donne un cristal à trente facettes.

6°. Zéolite granatique à vingt-quatre facettes, comme le grenat blanc.

J'en ai de rougeâtre-opaque, trouvée dans les volcans d'Ecosse.

7°. HYACINTHINE. Je l'avois placée parmi les gemmes ; mais sa grande fusibilité la doit faire ranger dans la classe des schorls ; elle donne un verre poreux.

Elle a peu d'éclat.

Sa couleur est, le plus souvent, d'un brun foncé.

J'en ai un beau cristal de cette variété, qui paroît venir de la Chine. Il s'y trouve un cristal de grenat blanc.

D'autres

D'autres fois, la couleur de cette hyacinthine est d'un vert plus ou moins jaunâtre, qui rapproche de la chrysolite.

Sa transparence n'est pas bien nette.

Sa dureté est 1200.

Sa forme est un prisme tétraèdre rectangulaire tronqué sur ses angles; ce qui le rend octaèdre. La pyramide tétraèdre est tronquée plus ou moins près de sa base par une face perpendiculaire à l'axe du prisme; ce qui la rend pentaèdre.

Quelquefois il y a de nouvelles troncatures sur les angles de la pyramide; ce qui leur ajoute quatre faces: elle en a pour lors neuf.

On trouve quelques hyacinthines, dont les arêtes du prisme & de la pyramide sont toutes tronquées; ce qui donne un cristal à soixante-fix facettes.

L'analyse de l'hyacinthine a donné :

Terre quartzeuse	0,26.
Magnésie	0,40.
Terre calcaire	0,16.
Chaux de fer	0,16.

8°. Le VIRESCITE, ou schorl vert des volcans, qui se trouve en quantité dans la plupart des volcans.

Sa couleur est d'un vert foncé, comme celui de la tourmaline du Brésil.

Il est très-transparent.

Il a de l'éclat.

Sa dureté est 1100.

Sa forme est un prisme qui me paroît être octaèdre avec une pyramide tétraèdre.

Il paroît différer du thallite commun, ou schorl vert du Dauphiné.

On aura par conséquent trois substances qu'on appeloit autrefois schorl vert : 1^o. le thallite commun, ou du Dauphiné ; 2^o. le virescite ; 3^o. le zillerthite, ou schorl magnésien.

9^o. L'HORNBLLENDE, ou schorl noir des volcans à prisme rhomboïdal ou hexaèdre & pyramide trièdre. On le trouve à Albano. Faujas l'a aussi trouvé à Rochemaure, & dans plusieurs volcans du Vivarais.

Nous en connoissons déjà deux variétés : mais nous ignorons si elles sont de la même nature.

a HORNBLLENDE à prisme tétraèdre rhomboïdal, dont les angles sont 60° & 120°, pyramide trièdre. *Var. 4^o. des schorls, de Romé Delisle, p. 384, tom. II.*

Hornblende à prisme hexaèdre, pyramide trièdre. C'est la variété précédente, dont l'angle

aigu est tronqué. *Var. 5°. des schorls, de Romé Delisle, p. 385, ibid.*

Ces deux variétés se divisent parallèlement à l'axe.

b HORNBIENDE à prisme hexaèdre un peu comprimé, terminé par deux pyramides, dont l'une est dièdre, & l'autre est un tétraèdre obtus. *Var. 6°. des schorls, de Romé Delisle, p. 389, ibid.*

Il y a une seconde variété de celle-ci, dont la pyramide dièdre a deux nouvelles troncatures triangulaires qui partent du sommet de la première face triangulaire de la pyramide.

Cette espèce *b* se divise également en lames parallèles à l'axe du prisme.

10°. *a* VOLCANITE à prisme octaèdre, ayant deux pyramides dièdres. *Variété 9°. des schorls, de Romé Delisle, p. 398.*

b Volcanite à prisme octaèdre comprimé, terminé d'un côté par une pyramide obtuse tétraèdre, & de l'autre par une pyramide semblable, mais rentrante. Ce sont deux cristaux renversés & accolés, ou une macle. *Variété 11°. Romé Delisle, p. 407.*

Ces deux espèces, qui ont encore quelques variétés, paroissent être de la même nature.

Ces quatre dernières substances, l'hyacinthine,

le virefcite, l'hornblende, & les volcanites appartiennent à la classe des fchorls.

Voici un grand nombre de substances qui paroissent particulières aux productions volcaniques. Il est probable qu'il y en a encore plusieurs qui ont échappé aux naturalistes.

Sauffure, dans son mémoire sur les productions des volcans du Brisgaw (1), parle de trois substances qu'il a trouvées, & qu'il croit n'avoir pas encore été apperçues.

1^o. LA CHÛSITE. Cette substance est d'un jaune de cire, pâle, verdâtre & translucide, sa cassure unie, éclatante & l'aspect gras.

2^o. LA LIMBITE est d'un brun jaune, plus ou moins foncé, translucide sur ses bords, fond en bouillonnant.

3^o. LE SIDÉROCLEPTE est d'un verd jaunâtre, translucide, fond difficilement au chalumeau, & donne un verre transparent.

Voilà treize à quatorze substances qui paroissent particulières aux volcans.

Ce n'est que par des recherches assidues & des analyses exactes que nous pourrons nous assurer de la nature de toutes ces substances ; mais voyons les procédés que la nature emploie pour les former.

Les unes sont enveloppées dans la pâte de

(1) Journal de Physique, 1794, 5^e cahier.

la pierre volcanique, comme les feld-spats le font dans la pâte du porphyre: c'est pourquoi j'ai appelé ces pierres porphyroïdes & amygdaloïdes volcaniques.

D'autres, au contraire, se trouvent dans des géodes, des vides que présentent ces substances volcaniques.

On conçoit différens procédés que la nature a pu employer.

1^o. Il se peut que ces substances existassent avant l'éruption volcanique, & aient été enveloppées par la lave lorsqu'elle couloit, & souvent la lave n'aura pas eu assez de chaleur pour les fondre. On rencontre dans les laves du Vivarais des cristaux de feld-spats qui paroissent avoir été ainsi enveloppés par une lave qui n'a pu les fondre. Cette substance n'est souvent qu'un rapillo, d'autres fois des cendres volcaniques, ou de la pouzzolane.

2^o. La lave peut avoir eu assez de chaleur pour avoir fondu toutes ces substances: & lors du refroidissement de la masse, celles-ci s'en seront séparées par les loix des affinités & seront venues cristalliser dans des géodes ou même dans la masse; c'est ce qui paroît être arrivé à l'égard du grenat blanc, de l'olivin, de l'hyacinthine, de la sommite & de toutes les autres pierres particulières aux volcans.

Il se peut encore que ces substances soient des produits nouveaux. Toutes les terres, la calcaire, l'argileuse, la magnésienne, la quartzeuse, se trouvent, ainsi que les différentes chaux métalliques, dans les substances volcaniques. La fusion les dépouille de leurs acides, brise leurs combinaisons & elles sont rendues, à leur état de pureté primitive. L'eau pure ou chargée d'air fixe, les dissout dans cet état. Elles peuvent donc, comme dans l'origine des choses, contracter de nouvelles combinaisons qui donneront ces nouvelles substances.

3°. Mais ces substances peuvent se trouver dans les laves par d'autres procédés.

Où la matière volcanique aura été assez poreuse pour être pénétrée par de l'eau qui tenoit en dissolution ces substances; & elle les déposera dans les cavités qui s'y sont trouvées, comme elle le fait dans quelques amigdaloides.

4°. Ou ce sera une lave boueuse remaniée par les eaux. Il faut supposer que cette eau tenoit en dissolution ces substances étrangères & la lave. Elles auront cristallisé chacune à part, comme nous avons vu que cela a lieu dans les porphyres & porphyroïdes.

On ne peut guère douter que les spaths calcaires qui se trouvent dans les laves, n'y aient été formés postérieurement à la formation de

la lave; car la chaleur, quelque foible qu'elle eût été, les eût altérés.

Il en est de même de la zéolite qui se fond si facilement; d'ailleurs la manière dont elle est le plus souvent cristallisée dans les petites cavités de la lave en petits prismes très-déliés, indique assez que cette cristallisation est postérieure à la formation de la lave.

Mais d'autres substances, telles que le feldspath paroissent avoir été enveloppées soit par la lave coulante, soit par le rapillo, les cendres volcaniques, ou la pouzzolane.

DE LA PARTIE COLORANTE DES TERRES ET DES PIERRES.

§. CLXXII. Toutes les terres dans leur état de pureté, sont blanches & sans couleur: & cependant nous les trouvons rarement sous cette forme. Il y a néanmoins de l'argile assez blanche, de la magnésie & de la craie d'une grande blancheur. On n'a pas encore rencontré la terre pesante sous forme terreuse, ni la terre quartzeuse, au moins en grandes masses.

Lorsqu'on traite ces mêmes terres par l'art, on les obtient toujours sans couleur.

Du spath calcaire pur, du marbre blanc, calcinés, donnent une chaux d'une grande blancheur.

Les mêmes spaths & marbres blancs dissous dans les acides purs, & précipités par des alkalis purs, donnent une chaux très-blanche.

La magnésie calcinée, ou précipitée des sels d'Epsom, c'est-à-dire, des vitriols de magnésie, est d'une blancheur nacrée.

La terre pesante dissoute dans les acides & précipitée par des alkalis purs, est très-blanche.

L'argile précipitée de l'alun est également d'un beau blanc.

Enfin la terre quartzense dissoute par les alkalis purs, & précipitée par les acides, est également d'un beau blanc.

On peut donc assurer que toutes les terres, dans leur état de pureté, sont d'une grande blancheur.

Cependant toutes ces terres dans la nature soit sous forme terreuse, soit à l'état de pierres, sont ordinairement colorées. Il s'agit de savoir quelles sont les substances qui leur donnent ces couleurs.

Dans les couches secondaires les terres & les pierres peuvent être colorées par les dé-

bris des plantes , des coquilles & autres substances végétales & animales , qui sont réduites à un état terreux ou bitumineux. Et dans ce cas , lorsqu'on les expose à une grande chaleur , ces matières végétales & animales sont consumées , & la substance terreuse ou pierreuse demeure à peu-près blanche. Je dis à peu-près , car souvent elle conserve un coup-d'œil gris à cause des matières charbonneuses qui y sont demeurées.

Le soufre peut encore être combiné avec ces terres , sous forme de foie de soufre , & les colorer. Mais il est facile de le découvrir.

Il en seroit de même du phosphore.

La plumbagine peut également se trouver mêlée avec les terres. Mais elle est ordinairement mélangée avec des substances métalliques , particulièrement avec le fer.

Les autres couleurs des terres & des pierres sont dues aux substances métalliques. Or ces substances peuvent s'y trouver sous deux formes ; ou à l'état de métal , & pour lors elles ne se mélangent point ; ou sous forme de chaux. C'est ordinairement à cet état qu'elles colorent les pierres & les terres.

Chaque chaux métallique peut produire un grand nombre de couleurs différentes , suivant

leurs différens degrés de calcination. Les chaux de mercure, celles de plomb... peuvent être grises, blanches, jaunes, rouges... Nous renvoyons, à cet égard, nos lecteurs à tous les ouvrages de chimie, & aux opérations des émailleurs, des potiers....

Il n'y a peut-être pas de chaux métallique qui ne puisse se trouver mélangée avec des terres ou des pierres. On voit effectivement dans les montagnes qui contiennent des mines, que presque toutes les terres & pierres y sont colorées par ces substances. Les spaths pesans d'Idria, sont colorés en rouge par la chaux de mercure. Les zéolites bleues de Hongrie, les vertes du Palatinat... sont colorées par des chaux de cuivre.

La chrysope est colorée en vert par le nickel & le fer.

La manganèse colore toutes les pierres où elle se trouve. On la rencontre dans un grand nombre de pierres à chaux suivant Bergman. La plupart des fers spathiques contiennent de la manganèse. On reconnoît les pierres où elle se trouve, par leur qualité de brunir, lorsqu'elles sont exposées à l'air.

Dans les mines de plomb & d'étain, les gangues y sont colorées par les chaux de ces métaux.

Les chaux de cobalt colorent leurs gangues en rose & en noir.

Les chaux de bismuth colorent en jaune.

Celles d'antimoine en brun rougeâtre...

Celles de cuivre en vert & en bleu, lorsqu'elles sont précipitées par les chaux caustiques...

Toutes ces différentes chaux métalliques ne sont mélangées avec les terres & les pierres qu'assez rarement & dans des cas particuliers. Mais la chose est bien différente relativement aux chaux de fer.

Il est peu de terres, peu de pierres où elles ne se trouvent & qu'elles ne colorent. Elles peuvent produire toutes les couleurs. Aussi les chimistes, dans leurs analyses, ont retiré de cette chaux de fer de presque toutes les substances terreuses & pierreuses, quelques couleurs qu'elles aient.

J'ai recherché sous quelle forme le fer pouvoit se trouver dans ces différentes terres & pierres. Voici un précis des expériences qui l'y constatent.

§. CLXXIII. Cent grains de limaille de fer exposés au feu dans un creuset, se calcinent, deviennent noirs; & après l'opération, leur poids est de cent trente-cinq grains.

Cette chaux noire est très-attirable au barreau aimanté.

2°. De la chaux jaune ou rouge de fer exposée au feu, devient d'un brun noir & attirable en partie à l'aimant.

Je dis en partie, car il en est quelques portions qui ne le sont pas.

3°. De la limaille de fer mise dans l'eau commune (laquelle contient toujours de l'air), est changée :

a En chaux noire attirable en partie à l'aimant, & il s'en dégage de l'air inflammable.

b Cependant il en est quelques portions qui ne sont pas attirables.

Du fer dissous dans un acide quelconque, & précipité ensuite par différentes substances, présente des phénomènes qu'il faut rappeler ici.

4°. Lorsque la précipitation s'opère avec de la chaux vive très-pure, on a un précipité vert noirâtre, dont une partie

a Est attirable par le barreau aimanté :

b Et l'autre ne l'est pas.

Si la chaux n'est pas très-caustique, le précipité est d'un vert plus clair, & n'est pas attirable.

5°. L'alkali ammoniacal caustique, employé

au lieu de chaux, donne un précipité semblable, dont une partie est attirable, & l'autre ne l'est pas.

6°. Si la précipitation se fait par cet alkali ammoniacal qui ne soit pas caustique, ou par les alkalis fixes, on a un précipité d'un vert plus ou moins foncé, & qui n'est pas attirable.

7°. On a encore le même précipité verdâtre non attirable, si on emploie la craie, ou la chaux qui a perdu sa causticité.

8°. De la magnésie caustique agitée dans l'eau pour la tenir suspendue, précipite la dissolution du fer : ce précipité est verdâtre & non attirable.

9°. Ce précipité, par la magnésie, donne quelquefois du bleu avant que de passer au vert.

10°. L'alkali phlogistique, versé dans la dissolution, donne

a Un précipité bleu très-abondant.

b Un précipité jaune peu abondant.

c Un précipité vert peu abondant.

Ce précipité vert résulte du mélange du précipité jaune & du précipité bleu.

Mais lorsque l'alkali est bien préparé, c'est le précipité bleu qui domine, & on a un beau bleu de Prusse.

11°. Si on remplit un flacon de cette dis-

lution contenant le précipité ferrugineux vert, & qu'on le tienne bien bouché, la couleur du précipité ne change point.

12°. Mais si on laisse le flacon débouché, ou qu'on verse la liqueur dans un vase dont la surface soit large, elle absorbera de l'air : la liqueur verte disparaîtra peu-à-peu à la surface, & se changera en un jaune plus ou moins foncé, plus ou moins rouge ; & au bout d'un certain tems, le précipité entier prendra la même couleur.

13°. La dissolution de fer peut encore être précipitée par une dissolution de substances végétales astringentes. Ce précipité paroît noir. Il n'est pas attirable.

14°. Cette couleur noire disparaît par le moyen des acides.

15°. On peut encore avoir une dissolution d'un fer pur, qui soit limpide & transparente.

Du fer mis dans un acide vitriolique très-affoibli, donne une dissolution limpide, & le fer se précipite de lui-même en précipité blanc.

16°. Il faut observer que dans la plupart des dissolutions de fer par les acides, il reste une partie noirâtre qui ne se dissout point, & qui est attirable à l'aimant.

17°. L'analyse a fait voir que la plupart des pierres des terrains primitifs contiennent la terre calcaire. On la trouve dans plusieurs pierres quartzieuses, dans les gemmes, dans les schorls, dans les pierres magnésiennes & dans quelques pierres argileuses. On avoit cru jusques ici qu'elle y étoit à l'état caustique. Mais j'ai fait voir (§. 115), que vraisemblablement elle y est combinée avec l'air fixe. Il est cependant possible qu'il s'y en trouve quelque portion qui soit caustique.

18°. La magnésie se trouve également dans un grand nombre de pierres, principalement dans les pierres magnésiennes, telles que le cyanite, les micas, les trémolites, les hornblendes, les cornéènes, les trapps, les jades, les serpentines, les ollaires, les stéatites, les asbestoïdes, les asbestes, les amianthes..... plusieurs feld-spaths, les adulaires... On avoit également cru qu'elle y étoit à l'état de causticité; mais on doit à son égard faire les mêmes réflexions qu'à l'égard de la terre calcaire : elle y est le plus souvent combinée avec l'air fixe.

19°. La terre pesante se présente rarement comme principe des autres pierres.

Tous ces faits étant bien constatés, on peut en tirer des explications satisfaisantes des

couleurs que le fer donne aux différentes espèces de terres & de pierres.

Le fer à l'état de chaux noire attirable, forme les cristaux de fer octaèdres, & se trouve dans toutes les pierres noirâtres qui font varier l'aiguille aimantée, telles que des trapps, des cornéennes, des hornblendes, des schistes....

Il paroît que dans ces substances le fer a été réduit à l'état de chaux noire par l'action de l'eau (§. CLXXIII, n^o. 3).

Quant aux basaltes & autres pierres volcaniques qui font mouvoir l'aiguille aimantée, il se peut que ce soit le même fer (3) qui s'y trouve. Mais il est encore plus vraisemblable que ces pierres, avant l'action du feu, contenoient des chaux de fer non attirables, telles que celles qui sont dans les schistes, & que la chaleur a rendu fusibles à l'action du barreau aimanté, comme nous l'avons vu (2), *ibidem*.

Les pierres colorées en noir, telles que les tourmalines, les micas noirs... qui n'agissent pas sur l'aiguille aimantée, sont colorées par des chaux de fer non attirables, telles que celles du n^o. 3 *b*, *ibidem*.

Dans les pierres colorées en vert par le fer, telles que les serpentins ou porphyres verts, les

les serpentines, les marbres verts appelés *vert antique*. . . . le fer y aura été précipité sous cette couleur par les terres calcaires ou magnésiennes qu'elles contiennent.

Plusieurs de ces pierres font mouvoir le barreau aimanté, ou parce que la terre calcaire, en la supposant caustique, aura précipité une portion de fer à l'état noirâtre & attirable (4).

Ou parce que, dans la dissolution, il se sera trouvé des résidus de fer noirâtre attirable (16).

Dans les pierres où la terre calcaire n'aura pas eu assez de causticité, le précipité ferrugineux ne sera nullement attirable. La couleur verte sera plus claire, & elles ne feront pas mouvoir le barreau aimanté (7).

Si cette partie verte ferrugineuse, avant de se combiner pour former la pierre, a eu le tems d'attirer une plus ou moins grande quantité d'air, elle changera de couleur & deviendra jaunâtre, rougeâtre, brune & donnera toutes ces variétés de couleur qu'on observe dans les serpentines, dans plusieurs marbres . . .

Cette absorption d'air & ce changement de couleur n'ont pas eu lieu pour les substances qui ont composé le porphyre vert, ou ser-

pentin. Le fer y a conservé constamment la couleur verte & ne passe jamais aux couleurs jaune, fauve, brune.... qu'on observe dans les serpentines; ce qui indique que la cristallisation de ces serpentins s'est faite à une assez grande profondeur dans les eaux, pour que l'air n'ait pu en être absorbé.

Un grand nombre d'autres substances pierreuses sont également colorées en vert, en jaune, en rouge.... par le fer. Il y a des jades verts, des feld-spaths verts, bleus, tels que ceux de Labrador....

Le lazulite ou lapis lazuli, est également coloré en bleu par le fer. On peut supposer que c'est la magnésie caustique qui l'a précipité en bleu (9); sans doute il n'y a pas eu de précipité jaune pour faire passer ce précipité bleu au précipité vert (10).

La couleur violette est encore due au fer modifié par la manganèse. On sait que c'est le propre de la manganèse de donner la couleur violette. Aussi l'yanolite ou schorl violet, contient, suivant Klaproth, fer 0,09; manganèse, 0,01.

Il y a des saphirs, des quartz violets... qui doivent également leurs couleurs aux chaux de fer mélangées avec celles de manganèse.

Enfin les pierres précieuses elles-mêmes

doivent leurs belles couleurs aux différentes chaux de fer. Car l'analyse a fait voir qu'elles en contiennent toutes une plus ou moins grande quantité.

La topaze jaune du Brésil prouve même d'une manière bien évidente, qu'elle est colorée par les chaux jaunes de fer : car en la faisant chauffer, sa couleur jaune devient rouge, comme l'ocre jaune se change en rouge, lorsqu'il est exposé à la chaleur.

Le grenat coloré, exposé au feu, fond & donne un verre noirâtre qui annonce bien la présence du fer.

Le fer peut encore se trouver sous forme de chaux blanche dans des pierres, sans leur donner de couleurs (15); il y a des fers spathiques absolument blancs & même quelquefois transparens. Mais aussi-tôt qu'on les chauffe, ils brunissent & deviennent sensibles à l'aimant.

Il se présente cependant ici quelques difficultés qu'il faut chercher à éclaircir.

On demande comment ont été formées les chaux noires de fer qui ne sont pas attirables, puisqu'il n'y avoit point, pour lors, de substances astringentes.

Je réponds que dans les terrains secondaires, les chaux noires ont pu être précipitées

par les substances astringentes, puisqu'il existoit alors des végétaux. Par exemple, la couleur noire des schistes pourroit être due à cette cause. Nous voyons les dépôts de certains marais être très-noirs : ce sont ceux où il tombe beaucoup de plantes astringentes, telles que le chêne, l'aune...

Mais quant aux substances des terrains primitifs colorées en noir, telles que le mica noir des granits, les tourmalines.... le fer y aura été réduit en chaux noire ou par l'eau (n^o. 3 b), ou par la chaux caustique (n^o. 4 b), en supposant qu'elle s'y trouve à cet état.

On demande encore, qu'est-ce qui aura formé les chaux bleues de fer, qui se trouvent dans le saphir, le lazulite....? car il n'y a point d'alkali phlogistique dans les cristallisations primitives.

Je réponds que nous avons vu que les chaux de fer sont quelquefois précipitées en bleu par des terres caustiques (n^o. 9).

On demande, en troisième lieu, pourquoi plusieurs pierres colorées par des chaux de fer, & exposées au feu, ne deviennent pas noires, tandis que d'autres, telles que les basaltes, deviennent noires & attirables?

Je réponds que la Chimie parviendra à

éclaircir toutes ces difficultés. Mais, en attendant, nous pouvons regarder comme certain que le lazulite est coloré par le fer : & cependant, exposé au feu du chalumeau, il donne un verre blanc.

Le saphir se décolore également au feu.

Certaines hyacinthes colorées blanchissent lorsqu'on les expose au feu avec certaines précautions. Les joailliers en blanchissent souvent de cette manière : & cependant il n'est pas douteux que l'hyacinthe ne soit colorée par le fer.

Parmi les tourmalines noires ou brunes, il en est qui, chauffées au chalumeau, donnent un verre noir, & d'autres un verre blanc opaque. On ignore encore d'où procède cette différence.

Les volcanites, schorls noirs des volcans, sont colorés par le fer, quoiqu'ils ne soient pas attirables. Cependant, exposés aux vapeurs acides des volcans, soit de l'acide sulfureux, soit de l'acide marin, ils blanchissent, ou plutôt ils jaunissent. J'en ai qui viennent du Vésuve, & qui sont d'un jaune pâle. Chauffés au chalumeau, ils donnent un verre blanc.

Il est donc certain que les chaux noires de fer peuvent quelquefois se décolorer par la chaleur, d'autres fois par les acides ; & que

ces chaux, ainsi décolorées par les acides, ne deviennent pas noires au feu.

§. CLXXIV. Les cristaux de roche, qui sont noirs ou d'un brun noirâtre, présentent une autre difficulté. Exposés à une légère chaleur, ils s'éclaircissent peu-à-peu, & deviennent d'une belle transparence. Quel est donc ce principe si fugace & si volatil qu'une très-légère chaleur le fait dissiper ?

Ce ne peut pas être une partie grasse ni huileuse, puisqu'il n'existoit rien de semblable dans les cristallisations primitives.

Seroit-ce de la plombagine ?

Seroit-ce de la chaux de fer ? Nous venons de voir que l'hyacinthe, le saphir, quelques tourmalines... se décolorent au feu. Mais il faut un degré de chaleur plus considérable que pour décolorer ce quartz.

Peut-être le fer est-il moins adhérent à ces quartz ?

Peut-être cette couleur est-elle due à quelque autre principe, qui nous est encore inconnu.

Quant aux couleurs brillantes qu'offrent dans leur intérieur plusieurs pierres transparentes, elles sont dues à des réfractions produites par des fentes qui se trouvent entre leurs lames.

Les quartz fendillés présentent très-souvent ces phénomènes.

Les gypses, les spaths calcaires, en un mot, tous les cristaux spathiques offrent ces accidens lorsqu'ils sont fendillés.

Mais aucune pierre n'offre un jeu plus beau dans les couleurs, que l'opale.

La cause de ces couleurs est connue des physiciens. Ces petites fentes ont différentes largeurs. Les lames d'air qui les remplissent font l'effet du prisme, & décomposent les rayons de lumière, comme l'a fait voir Newton.

D E S T O U R B E S.

§. CLXXV. La tourbe paroît composée d'une terre spongieuse, ferrugineuse, telle qu'elle se trouve dans les terrains humides & mouvans, mélangée avec une plus ou moins grande quantité de racines de plantes, de feuilles, & peut-être de débris d'animaux. La bonté de la tourbe dépend de la proportion de ces différens principes & de leur nature.

Les tourbières se trouvent, le plus souvent, dans des endroits bas & marécageux. Néanmoins il y en a aussi dans des lieux très-élevés. On dit que le Blogsberg, une haute montagne

de la Basse-Saxe , & le *Brohen*, la plus haute fommité du Hartz, font couvertes de tourbes (1).

Cette tourbe paroît ensuite s'être étendue sur toutes les collines voisines par un mécanisme bien simple.

Le terrain des tourbières est toujours très-spongieux. Il retient les eaux des pluies. Lorsque ces eaux sont trop abondantes, la masse entière de la tourbe est soulevée. Si elle est située dans un lieu incliné, elle coule, comme font les glaces dans les hautes montagnes. Elle s'étend de cette manière sur des terrains considérables. On ne peut arrêter ses progrès qu'en faisant des fossés d'écoulement pour les eaux. La tourbe, cessant d'être soulevée, ne peut plus couler.

Dans les lieux bas, la tourbe est également soulevée au point de former quelquefois des îles flottantes. C'est ce qu'on voit en plusieurs endroits de la Hollande, comme en Frise, à Brème, à Groningue, à Oldembourg, au Haut-Pont près de Saint-Omer, &c.

Lorsque les tourbières ont acquis un peu

(1) Geneté, *Mémoire sur la houille*.

Deluc, *Journ. de Physique*, Mars 1792
pag. 186.

de solidité, on en cultive la surface, & on y construit des habitations. Mais de peur que, dans les grandes pluies, la tourbière ne soit soulevée, & ne forme une île flottante, qui pourroit être portée plus ou moins loin par les vents, on est obligé de la fixer à la partie du continent, qui est ferme : ce qui se fait avec des pieux enfoncés d'un côté dans le continent, & de l'autre dans la tourbière, & unis par des câbles.

Les portions de la tourbière, qui ne sont pas ainsi fixées, sont poussées çà & là par les vents. On abandonne ainsi celles qui servent de pâturages aux bestiaux. Lorsque les eaux diminuent, la tourbière cessant d'être soulevée, repose sur le sol.

Quelquefois ces tourbières se trouvent à peu de distance de la mer. Elles y sont entraînées, & forment des îles flottantes.

Il se forme des pyrites dans les tourbières, comme dans les bois fossiles.

La tourbe demeure toujours tourbe, & ne se dénature point, à moins qu'elle n'éprouve des altérations par la décomposition & l'inflammation des pyrites qu'elle contient.

On voit que les tourbières sont formées par les racines spongieuses de plusieurs plantes aquatiques. Ces racines ne pourrissent que

difficilement, & forment un massif léger & ferrugineux. Ce massif spongieux retient avec beaucoup de force les eaux qui l'arrosent. Il se gonfle, & acquiert une légèreté plus grande que l'eau; ce qui fait surnager la tourbière lorsque les eaux sont grandes.

Les plantes aquatiques qui forment la tourbe sont la perle (*equisetum*), le scirpus, la masse d'eau (*typha*).

Ces plantes végètent avec beaucoup de force, & augmentent chaque année la tourbe d'une quantité considérable.

Les fosses ouvertes pour enlever la tourbe se comblent assez promptement, parce que les eaux font couler les terrains voisins, qui les remplissent peu-à-peu.

Les matières pyriteuses qui sont dans la tourbe s'échaufferont par les causes connues, & même s'enflammeront. Pour lors, la partie huileuse sera dégagée, & se minéralisera par l'action de l'acide vitriolique. De cette manière, la tourbe passera à l'état de charbon.

DES BOIS FOSSILES.

§. CLXXVI. On rencontre ; dans le sein de la terre , en un grand nombre d'endroits , des arbres plus ou moins bien conservés , & enfouis à différentes profondeurs. Quelques-uns sont même assez sains pour être employés à des ouvrages de charpente & de menuiserie. Je n'entrerai pas dans de longs détails à cet égard , parce qu'il est peu de contrées où il n'y ait un grand nombre de ces arbres fossiles.

Un des lieux où on en trouve le plus , est la Prusse Ducale. En creusant à cent pieds environ de profondeur , on rencontre des couches considérables de gros arbres , qui sont recouverts d'attérissemens.

Dans toute la Lombardie , on trouve des bois fossiles. Il y en a des quantités considérables sur les bords de l'Arno. Plusieurs paroissent être des chênes qui sont assez bien conservés pour être employés dans les arts (1).

La montagne de Steinberg , dans la Hesse , contient une grande quantité de bois fossiles ,

(1) Dolomieu , *Journal de Physique.*

recouverts de sablon, ainsi que le Robelberg & le Veifner, autres montagnes du même canton (1).

Le Belleberg, montagne auprès du lac de Zurich, est rempli de bois fossiles.

On a trouvé dans les mines de plomb de Pontpéan, près Rennes, un châtaignier à deux cent quarante pieds de profondeur. (Laumont, *Journ. de Phys.* 1785.)

On trouve aussi beaucoup de bois fossiles en France, en Angleterre . . .

Tous ces bois fossiles sont ordinairement recouverts de sables, de galets, ou cailloux roulés.

L'origine de ces bois fossiles paroît due à plusieurs causes, dont les principales sont :

1^o. Les eaux courantes, sur-tout les grands fleuves, déracinent les arbres qui sont sur leurs rivages, principalement lorsque leurs eaux sont enflées, & les charient à des distances plus ou moins considérables ; quelquefois ils les déposent sur leurs propres rivages, ou dans les îles qu'ils forment par leurs attérissemens. C'est pourquoi on trouve des bois fossiles dans toutes les vallées où coulent de grands fleuves.

Mais, le plus souvent, ces bois sont transf-

(1) Deluc, *Journal de Physique*, (1)

portés jusques dans les lacs & dans les mers. Tous les grands fleuves qui traversent les contrées peu cultivées par la main de l'homme, & couvertes de bois, charient des quantités immenses d'arbres qu'ils ont déracinés dans les tems de leurs crues : tels sont l'Amazone, l'Orenoque, le Mississipi . . . Mais c'est particulièrement dans les mers du Nord que l'on voit ces bois flatter sur leurs eaux. Les voyageurs, étonnés de la quantité immense de ces bois, ne se lassent pas d'en parler.

Eddège, qui a demeuré long - tems au Groenland, a vu des amas énormes de ces bois.

Ellis en parle également. « Nos vaisseaux, dit-il, » eurent, sur les côtes de la baie de » Hudson, à traverser une quantité prodigieuse » de bois flottant. C'étoient de grosses pièces » qu'on auroit prises pour des bois de char- » pente, & qui se présentoient de toutes » parts ».

Crantz fait également mention de ces bois, dont les mers du Nord sont couvertes, & qui sont ensuite jetés sur la côte. « On voit, dit-il, » au Groenland des grands arbres déra- » cinés, qui, roulant des années entières sur » les flots & les glaces, ont perdu leurs bran- » ches & leur écorce, & se trouvent rongés

» par le tems & les vers. Ce font ordinaire-
 » ment des faules, des aulnes, du bouleau, qui
 » viennent des baies du sud, ou des trembles
 » que la mer charie de plus loin. Mais la
 » plus grande partie confifte en pins & en
 » sapins... ».

On retrouve ces bois flottans fur les côtes du Spitzberg, & jufqu'au Kamschatka.

Phipps a également apperçu une grande quantité de bois flottant fur les mers du Nord.

Ces arbres ont été déracinés par les torrens, par les grands fleuves, même par les marées. Les avalanches en auront encore souvent entraînés. Car, dans ces montagnes du Nord, les avalanches doivent, comme dans les Alpes, renverfer des forêts entières. Ces arbres, arrivés à la mer, obéiffent aux différens courans, & font jetés tantôt fur une côte, tantôt fur une autre. Ce font les vents de nord & les vents de nord-oueft, dominant fur ces mers, qui les charient de cette manière.

Les lieux d'où viennent ces bois ont été l'origine de grandes conteftations parmi les voyageurs.

Les uns ont prétendu qu'ils venoient du Canada; on a répondu que, dans le Canada, il y avoit beaucoup de chênes, & qu'on n'en

trouvoit aucuns parmi ces bois flottés. D'autres les font venir d'Irlande, d'Ecosse, du Groenland, de Sibérie, du Spitzberg...

Mais pourquoi n'en viendrait-il pas de tous ces lieux en même tems? Les mêmes causes doivent agir dans tous ces pays.

Les grands sapins, les pins, les mélèzes peuvent être apportés par les grands fleuves de Sibérie, où ces arbres sont très-communs.

Les fleuves du Spitzberg, de la Nouvelle-Zemble, du Groenland, du nord de l'Amérique... doivent également charier des bouleaux, des faules..... qui y sont très-abondans.

On ne sauroit faire trop d'attention à ces faits; ils nous indiquent, non seulement l'origine de cette quantité immense de bois fossiles, mais encore celle des charbons & des bitumes. Car on sent qu'avant l'origine des grandes sociétés d'hommes, la terre étoit couverte de forêts; que les fleuves, encombrés dans leurs cours, entraînoient ces bois, & les amonceloient çà & là.

Tous ces bois, ainsi chariés, sont ensuite recouverts par les sables, les galets, & les attérissemens que charient les fleuves & les mers.

II°. Il arrive quelquefois que des terrains entiers s'affaissent. S'ils sont couverts de forêts, elles s'enfouiront également. Tels paroissent être les arbres fossiles de l'île de Man.

« Dans l'île de Man, on trouve, dans un » marais qui a six milles de long & trois milles » de large, appelé *Carragh*, des arbres sou- » terrains, qui sont des sapins; & quoiqu'ils » soient à dix-huit, à vingt pieds de profon- » deur, ils sont cependant fermes sur leurs » racines ». *Ray*.

III°. Plusieurs bois fossiles ont été enfouis par des inondations particulières. La mer, soulevée par une cause quelconque (comme on l'a vu en Hollande), se porte avec violence sur des terrains couverts de forêts. Aidée de l'action des vents, elle les brise & les renverse.

« On a trouvé une grande quantité d'arbres » souterreins à Youie, province d'Yorck. Il » y en a qui sont si gros, qu'on s'en sert pour » bâtir... Tous ces arbres paroissent rompus, » & les troncs sont séparés des racines, comme » des arbres que la violence d'un ouragan ou » d'une inondation auroit cassés & emportés. » Ce bois ressemble beaucoup au sapin ». *Transactions philosophiques*, n°. 228.

Le courant de la mer, qui aura brisé ces arbres,

arbres, les portera sur les côtes opposées, comme nous avons vu que le font les fleuves. Il les y déposera & les recouvrira ensuite d'attérissemens.

Tous ces bois fossiles conservent leur caractère de bois ; ils sont souvent assez peu altérés pour être employés dans les arts.

Mais un phénomène très-particulier, est qu'ils sont remplis de pyrites, qui s'y forment journellement, comme nous avons déjà dit que cela a lieu dans les tourbes. Ce sera par l'action de ces pyrites, lorsqu'elles se décomposeront, que les bois fossiles passeront à l'état de charbons & de bitumes.

D U S U C C I N .

§. CLXXVII. Cette substance se trouve en grande quantité sur les bords de la mer dans la Prusse Ducale, & en Poméranie. On la ramasse sur le rivage. Elle a été détachée du fond de la mer par l'action des vagues.

Mais on préfère de creuser à quelque distance du rivage. On rencontre, à cent pieds de profondeur, des couches de bois fossiles, recouverts de cailloux roulés : & à travers ces bois, le succin se présente en masses plus ou

moins considérables. Quelques - unes de ces masses pèsent jusqu'à cinq livres.

Ce succin est ordinairement transparent, d'un jaune citron; quelquefois il est presque blanc; d'autres fois il est d'un jaune rouge. Il y en a aussi d'opaque, & dont la couleur varie, comme celle de celui qui est transparent.

Le succin renferme, le plus souvent, des insectes; ce qui ne permet pas de douter qu'il n'ait été liquide, & qu'il ne coula des arbres avec lesquels il est enfoui, comme coulent plusieurs sucs de végétaux. Des insectes se seront trouvés sur son passage, & en auront été enveloppés.

On a trouvé du succin en différens endroits, en Saxe, en Picardie, &c., mais toujours avec des bois fossiles.

Il s'est présenté, dans ces derniers endroits, cristallisé en octaèdre. Ce sont ces cristaux que Werner a appelés mal-à-propos hornistein, *Pierre-de-miel*, puisqu'ils ne sont pas de la pierre.

Les insectes, enveloppés dans le succin, sont tous exotiques; d'où on peut conclure que l'arbre qui a donné le succin, est également exotique.

DU CAHOUTCHOU FOSSILE.

§. CLXXVIII. On trouve , dans les mines de plomb du Derbyshire , un bitume fossile qui a tous les caractères du véritable cahoutchou du Pérou , ou gomme élastique.

Ce bitume est de deux sortes :

L'un est brun , luisant , dur comme de la résine , & cassant de même d'une manière concoïde ou vitreuse.

La seconde espèce est d'un brun un peu plus foncé , mol , élastique , & ressemblant beaucoup au cahoutchou , ou gomme élastique. A l'intérieur elle est d'un jaune verdâtre.

Ces deux espèces , traitées comme la gomme élastique par les différens procédés chimiques , m'ont donné les mêmes résultats (1).

Il paroît donc que ce bitume est une véritable gomme élastique , qui a éprouvé quelques altérations dans le sein de la terre.

(1) Journal de Physique 1787.

*DE LA PÉTRIFICATION
DES ANIMAUX ET DES VÉGÉTAUX.*

§. CLXXIX. Plusieurs parties d'animaux & de végétaux fossiles ont perdu toutes leurs portions combustibles & sont pétrifiées. Un suc pierreux a pris la place de la substance végétale ou animale, & s'y est si parfaitement modelé, qu'il leur ressemble entièrement.

Nous avons déjà vu plusieurs fois le même phénomène. Du quartz prend la place de spath calcaire, de spath fluor, au point qu'on s'y trompe au premier coup-d'œil.

Et c'est aussi un suc quartzeux qui, ordinairement, pétrifie les bois & les parties animales. On trouve très-souvent des cornes d'ammon, des vis... pénétrées d'un suc quartzeux & agatifiées.

Tous les bois pétrifiés sont ordinairement pénétrés d'un suc quartzeux, qui rapproche plus ou moins du flex ou de l'agate.

Ce suc s'est tellement modelé à la fibre végétale, qu'il en a conservé toutes les apparences. On y retrouve les trachées, les utricules & toutes les parties de la plante changées en vraie pierre quartzeuse.

Il est d'autant plus fingulier que ces bois soient ainfi agatifés, qu'il se trouve le plus souvent dans des terrains calcaires ou schifteux. Il paroîtroit donc qu'ils devoient être plutôt pénétrés de fpath calcaire ou de fuc argileux.

J'ai déjà exposé ailleurs la manière dont je concevois que s'opéroit cette pétrification (§. CXL). Toutes les parties animales & végétales contiennent de la terre quartzeuse pure. Cette terre, dans cet état, est soluble par les acides. Ces mêmes substances, en se décomposant, donnent beaucoup d'air fixe. Cet acide se combinera avec cette terre quartzeuse pure, & formera ces fucs quartzeux qui pétrifient toutes ces substances animales & végétales.

Ce fuc quartzeux est ordinairement coloré par les portions du bois ou de l'animal pétrifié.

Souvent ce fuc quartzeux vient cristalliser régulièrement en prismes hexaèdres ou pyramides hexaèdres, dans des géodes ou vides qui se rencontrent dans ces bois. J'en ai de beaux morceaux où le quartz est ainfi cristallisé.

*DES DÉBRIS D'ANIMAUX
ET DE VÉGÉTAUX FOSSILES.*

§. CLXXX. Rien n'est plus surprenant que l'immense quantité de débris d'animaux & de végétaux qu'on rencontre de toutes parts dans l'intérieur de la terre, & au haut des montagnes, & à plusieurs centaines de toises au-dessous du niveau des mers. Comme c'est un des phénomènes les plus intéressans de toute la géologie, il faut en exposer les faits principaux.

On ne trouve aucun de ces débris dans les granits, dans les porphyres, dans les kneis, ni dans aucun des terrains primitifs.

Il en est fort peu dans les terrains secondaires les plus élevés. Quelques-uns même de ces terrains n'en contiennent aucun.

Les gypses & les terrains calcaires qui sont aux environs du Mont-Blanc, ne renferment aucuns débris d'êtres organisés.

Cependant le plus grand nombre de ces terrains secondaires les plus élevés, contient de ces débris. Je vais en citer quelques exemples.

Le Gentil rapporte (1) que Dom Ulloa lui a assuré avoir observé des coquilles pétrifiées dans une montagne calcaire des Cordilières du Pérou, à 2337 toises de hauteur au-dessus du niveau des mers & d'autres à 2222 toises.

Le Blond dit qu'il y a auprès de Santa-Fé de Bogota, à 2200 toises de hauteur, des mines de charbon.

Wild, capitaine des salines du canton de Berne, a trouvé des coquilles fossiles dans les montagnes des Diablerets, auprès de Bex, à environ 1600 toises de hauteur.

Il a aussi trouvé un énorme banc de coquilles fossiles dans la montagne dite *la Dent des morcles*, proche celle des Diablerets, à 1312 toises de hauteur.

Montet dit qu'on a trouvé des cornes d'amon dans les hautes montagnes du Pérou (2).

On trouve des coquilles dans des montagnes les plus élevées des Pyrénées, près ce qu'on appelle *Tour-de-Marboré*.

Mais dans les terrains secondaires moins élevés, & sur-tout dans ceux qu'on appelle

(1) Mémoires de l'Académie des Sciences de Paris, 1771, pag. 280.

(2) *Ibid.* 1768, pag. 542.

tertiaires, la quantité de coquilles & de débris d'êtres organisés est si prodigieuse, qu'en quelques endroits ils paroissent faire la majeure partie des terres & des pierres.

Les Falhuns, en Touraine, ne paroissent être qu'un détritüs de coquilles brisées.

Plusieurs couches calcaires aux environs de Paris, contiennent une immense quantité de coquilles.

D'énormes masses de montagnes auprès de Nice, ne sont qu'un amas de madrépores pétrifiés.

Je connois aussi des bancs considérables de pierres calcaires, presque tous formés de madrépores pétrifiés, auprès de Saffangi, du côté de Tournus en Bourgogne.

Donati, dans son histoire de la mer Adriatique, dit que tout le fond de cette mer & une partie des couches pierreuses qui forment ses bords, sont presque uniquement composés de madrépores.

Il seroit inutile d'accumuler des faits connus de tout le monde & qu'on retrouve partout.

Mais ces débris fossiles présentent des phénomènes du plus grand intérêt.

DES COQUILLES FOSSILES PAR FAMILLES.

1^o. Une remarque précieuse qu'on ne doit point perdre de vue, est que ces coquilles fossiles, ces madrépores, se trouvent communément rangées par familles dans les couches de la terre, comme elles le sont sur les bords de la mer ou dans son sein. La plus grande partie des coquilles d'un canton, sont de la même nature.

Là, sont des ammonites ou cornes d'amon.

Ailleurs, des gryphites.

Ici, des bélemnites.

Plus loin, des camites.

Dans un autre endroit, des ostracites ou huîtres....

Les pierres des environs de Paris, auprès d'Issi, contiennent une immense quantité de vis.

D'autres contiennent des camites.

Après de Soissons, on trouve des bancs immenses de pierres calcaires remplies de pisolites.

La montagne de Saint-Pierre, auprès de Maëstricht, est remplie d'échinites ou oursins pétrifiés.

Enfin il n'est pas de contrées qui ne présentent le même phénomène.

Néanmoins il y a quelques espèces de mélangées & qui se retrouvent dans un grand nombre d'endroits. Les bélemnites, les gryphites, les cornes d'ammon sont extrêmement répandues. Il paroît que ce sont des espèces qui peuvent vivre par-tout, ou au moins dans un nombre d'endroits. Les cornes d'ammon, si communes dans toutes les parties de l'Europe, se retrouvent au Pérou . . . On appelle ces espèces cosmopolites.

DES DÉBRIS D'ANIMAUX ET VÉGÉTAUX ENFOUIS DANS LES PAYS FROIDS.

II°. Mais ce qu'il y a de plus surprenant dans ce phénomène, est qu'on trouve dans toutes les contrées septentrionales de l'ancien continent, les dépouilles d'animaux & de plantes qui ne peuvent vivre aujourd'hui que dans des climats très-chauds.

La Sibérie est remplie de dépouilles d'éléphants. Il y a sur-tout un grand nombre de défenses assez bien conservées, pour être employées dans les arts & être l'objet d'un grand commerce.

Pallas dit avoir trouvé dans toutes ces contrées « des os de rhinocéros, d'éléphants, de

» bubales, mêlés avec des coquilles marines,
 » & d'autres os qui ne peuvent appartenir
 » qu'aux crânes des plus grands poissons de
 » mer. *Imò reperi simul fragmenta ossæ,*
 » *quæ forma & textura non nisi ad majorum*
 » *piscium marinorum crania pertinuisse satis*
 » *evidenter perspici poterat* ». Mémoires de
 l'Académie de Pétersbourg, année 1773,
 tome XVII, page 582.

Le même naturaliste ajoute qu'on trouve
 des os d'éléphans dans la Samoïède. *Ibid.*
 page 584.

Mais le phénomène le plus surprenant dans
 ce genre est celui qu'il rapporte, *ibidem*. « On
 » a trouvé un rhinocéros tout entier, avec sa
 » peau assez bien conservée, enfoui sur les
 » bords du Woulhi, rivière qui se jette dans
 » la Lena, à environ 150 lieues de la mer Gla-
 » ciale (à environ 66° de latitude). Ces ter-
 » reins sont toujours glacés : c'est ce qui a
 » conservé cet animal ». *Ibid.* page 586.

On assure que dans ces cantons on trouve
 beaucoup de rhinocéros ainsi enfouis, & assez
 bien conservés, pour que la plupart soient
 encore couverts de leurs peaux.

Patrin qui m'a confirmé tous ces faits,
 m'a dit avoir vu sur les bords de l'Ob retirer

d'une falaise ou terre élevée de plus de 150 toises au-dessus du niveau du fleuve, un fémur d'éléphant; lequel fémur avoit plus de quatre pieds & demi de hauteur & étoit parfaitement conservé.

C'est une observation assez générale, que dans ces contrées, ces os ne se trouvent que dans des couches de terre, le long des grands fleuves, & presque jamais dans des bancs de pierre.

On observe encore qu'on ne trouve jamais le squelette entier de l'animal, mais seulement quelques os séparés & néanmoins parfaitement conservés.

On rencontre ces mêmes dépouilles d'éléphants & de rhinocéros, en Russie, en Allemagne, en Angleterre, en France, en Italie. Les observateurs sont pleins de ces faits. Je vais en rapporter quelques-uns.

La Rochefoucaud a apporté au cabinet d'histoire naturelle, à Paris, une énorme défense d'éléphant, trouvée en Italie, auprès de Rome. Elle étoit dans des cailloutages, au-dessus des laves. Elle est un peu altérée. Sa longueur devoit être de dix pieds.

Tozzeti & Dolomieu ont observé une grande quantité de débris d'éléphants sur les

bords de l'Arno, en Italie. Ils étoient sur des dépôts de bois de chêne, lesquels sont assez bien conservés pour être employés dans les arts.

Coltellini rapporte, qu'auprès de Cortone, on trouve beaucoup d'os d'éléphants pétrifiés. On a plusieurs morceaux, trouvés par Coltellini, Galeato, Corrazi, Mearini, Muzzio, Angelieri, Alticozzi.

On a trouvé des défenses d'éléphants à Simore, en Languedoc, à Cominges, en Gascogne....

On a trouvé à Mary, près de Meaux, des os d'hippopotame.

Deluc cite des os d'éléphants trouvés en Angleterre.

Il a trouvé une dent d'hippopotame en Piémont.

On a trouvé à Swijatoki, à dix-sept verstes de Pétersbourg, des os monstrueux d'éléphants.

Il paroît que les os énormes qu'on rencontre sur les bords de l'Ohio, dans l'Amérique septentrionale, sont des os d'éléphants, quoiqu'il soit à désirer que des naturalistes instruits nous donnent des relations exactes des os fossiles de ces contrées. Les relations de Collinson, donnent cependant tout lieu

de croire que ces os appartiennent à l'éléphant.

Merck dit (1) « il y a sept rhinocéros » enterrés en Allemagne, d'un desquels je » possède la tête entière, & j'ai fait la première découverte de trois. Dans le pays de » Hesse-Darmstadt & ses environs, il y a plus » de six éléphans enterrés en différens endroits, » & je possède des dents molaires, des défenses, des cubitus, des scapula, des os ischion, des tibia, des fémurs de tous ces animaux. Il y a même des jeunes bêtes de cette espèce dont les restes ont été découverts en Allemagne, ce qui réfute entièrement les objections du demi-naturaliste, qui, effrayé par les monumens de l'ancien Monde, veut que les Romains aient conduit ces animaux dans nos continens. Je possède une tête entière de crocodile pétrifiée totalement & trouvée dans les carrières de marbre, à Altorf, près Nuremberg. C'est le *crocodillus maxillis elongatis, teretibus, subcylindricis Gronovii*. Je viens aux têtes d'un animal inconnu, trouvées dans la grotte de Gaillenreuth, dans le pays d'Anspach, dont je possède deux têtes entières, ce qui

(1) Journal de Physique, Septembre 1785.

» va être bientôt éclairci par les soins de M.
 » Camper. Je l'ai comparé avec le squelette
 » de *Ursus arcticus*, Lin; & il lui est res-
 » semblant, excepté le volume dont la tête
 » fossile surpasse de beaucoup la moderne.
 » Mais M. Camper ne veut pas encore y
 » consentir, & présume que c'est une espèce
 » perdue ».

De Born parle d'os d'éléphans trouvés dans
 les salines de Pologne (1).

Parmi les os fossiles qu'on rencontre dans
 ces continens, il en est plusieurs dont on ne
 connoît pas les animaux auxquels ils ont ap-
 partenu.

Gaillard cite une dent dont on ne connoît
 point l'analogie, trouvée auprès de Vienne,
 en Dauphiné. (*Journal de physiq.* 1773, Fév.
 pag. 135.)

Morveau en cite une autre (*ibid.* pag. 414,
 tome VII).

Servières parle d'une autre dent trouvée
 à Pont-à-Mousson. (*Même Journal* 1779, Oc-
 tobre, pag. 325.)

On ne connoît point les animaux auxquels
 ces dents ont appartenu.

(1) Catalogue d'Eléonore Raab.

On a apporté de la petite Tartarie une dent énorme, qui pèse onze livres, & dont on ne connoît point l'animal à qui elle a appartenu. Elle est au cabinet d'Histoire Naturelle à Paris.

L'abbé Chappe en avoit apporté une semblable de Sibérie.

Collinson en envoya une à Buffon trouvée sur les bords de l'Ohio, dans l'Amérique septentrionale, qui ressembloit à celle apportée de la petite Tartarie.

Dombey a apporté une du Pérou dent qui paroît rapprocher de celle-ci. On ne connoît pas non plus l'animal à qui elle a appartenu.

On suppose que cet animal, qui étoit plus gros que l'éléphant, n'existe plus.

On trouve, dans les gypses de Montmartre, beaucoup d'ossements, sur-tout des mâchoires garnies de leurs dents. On ignore à quels animaux ces os ont pu appartenir.

On a aussi trouvé, à Montmartre, des oiseaux au milieu des blocs de gypse. Je les ai vus; ils sont bien conservés. On ne connoît point leurs analogues.

Mais un des faits les plus curieux que présente Montmartre, sont des morceaux de fer travaillés par la main des hommes, qu'on a rencontrés au milieu des blocs de gypse. L'un étoit

étoit à plus de soixante pieds de profondeur.

DES POISSONS FOSSILES.

Parmi les poissons fossiles, on en trouve dans nos contrées qui ne vivent aujourd'hui que dans les mers des pays chauds.

Bernard de Jussieu (*Mémoires de l'académie des sciences de Paris, ann. 1718*) dit qu'il avoit reçu, des environs de Montpellier, des os fossiles qu'il a reconnus être les dents fossiles d'un poisson qui ne se trouve aujourd'hui qu'à la Chine & aux Indes.

On a trouvé, auprès de Dax, au pied des Pyrénées, la mâchoire d'un crocodile de l'espèce appelée *gavial* dans le Gange.

On a aussi trouvé une tête entière de crocodile pétrifiée, auprès de Maestricht.

Merk a trouvé une tête de crocodile auprès de Neuremberg.

L'abbé Fortis (*Journal de Physique, 1786, mars, pag. 162*) donne les détails les plus intéressans sur les poissons qu'on trouve dans les montagnes de *Bolca* & de *Veslena*, auprès de Vérone. « Le cabinet de M. Bozza (à Vérone) contient, dit-il, six cents pièces très-bien conservées; ce sont des ichtyolithes de la montagne Bolca, dont les individus

vivoient tous dans les mêmes eaux & dans le même tems Ayant eu occasion de parcourir la première décade de poissons, publiée par M. Broussonet (d'après les espèces que lui a communiqué M. Banks , & qu'il avoit rapportées de son voyage), j'ai eu le plaisir d'y trouver trois poissons , dont la figure , les proportions & les nageoires répondent exactement à trois squelettes que j'ai sous les yeux. Ils ont été pêchés dans les mers qui baignent les heureuses îles d'Otaïti. Ce sont :

» *Le polynemus plebeius*, émoï des Otaïtiens.

» *Le gobius strigatus*, jaïpoa de ces insulaires.

» *Le chetodon fuber*.

» *Le chetodon triostegus*.

» *Le frogfish* des mers de Surinam.

» *Le quaperva* du Brésil.

» Des poissons volans ».

.

Il y a plusieurs autres poissons dont les analogues sont connus dans les mers méridionales.

DES COQUILLES FOSSILES.

Les coquilles fossiles offrent encore le même phénomène. Un grand nombre de celles qui se trouvent dans nos continens ne vit aujourd'hui que dans des mers éloignées.

Dicquemare dit en avoir trouvé, au Havre, une qui ne vit qu'à Amboine, où elle se nomme *tay-manufamal* (1).

Linné a décrit une espèce d'ostrée (*ostrea*), qui ne se trouve que dans la mer des Indes, & dont l'analogue fossile se trouve en Scanie. Wallerius l'appelle *ostracitæ pectinato plicati*. *Minéral. t. II, p. 536.*

Scheuzer a décrit un grand nombre de coquilles fossiles de nos contrées, dont les analogues vivans ne se trouvent que dans les mers des Indes.

Il est même plusieurs de ces coquilles dont on ne connoît plus les analogues vivans. Par exemple, on ne trouve plus dans les mers les cornes d'ammon, les poulettes, les bélemnites, les gryphites, les pierres judaïques, les orthoceratites, plusieurs échinites.

« Il est probable, dit Wallerius, que les » analogues de plusieurs coquilles fossiles (telles que *orthoceraïta*, *ammonita*, *gryphita*, *anomia*, *lapides judaici*, *plurimi echinitæ*) » n'existent plus, ou sont dans les » mers les plus profondes : c'est pourquoi on » les appelle *pelagica*, pèlagiens. Le sol de » ces mers profondes auroit-il donc été autre-

(1) Journ. de Physique, Janvier 1776, pag. 39.

» fois dans les lieux où on trouve ces coquilles
 » fossiles ? » *Minér. t. II, p. 537.*

DES INSECTES FOSSILES.

Enfin, jusqu'aux insectes qui se trouvent dans le succin de la Prusse, paroissent exotiques.

DES PLANTES FOSSILES.

La plus grande partie des plantes fossiles est aussi exotique. C'est une chose reconnue de tous les naturalistes. Huyd, Woodvard ont fait voir que la plupart des plantes, dont on trouve les impressions dans les schistes bitumineux d'Angleterre, sont des pays étrangers.

Mill a prouvé la même chose pour celles qui se trouvent en Saxe; ainsi que Léibnitz, pour celles qui se trouvent dans toute l'Allemagne.

Scheuzer a donné un grand ouvrage intitulé, *Herbarium anti-diluvianum*, dans lequel il fait voir que la plupart des plantes fossiles qui se trouvent en Suisse, sont étrangères; & il soutient qu'elles sont antérieures au déluge.

Bernard de Jussieu a fait voir, dans un mémoire imprimé parmi ceux de l'académie des

sciences de Paris, en 1718, que la plupart des plantes fossiles qu'on trouve dans les schistes bitumineux de Saint-Chaumont, auprès de Lyon, sont étrangères à ces contrées. « On » peut assurer, dit-il, que ce sont des plantes » *capillaires, des céterachs, des polypodes,* » *des adiantum, des langues-de-cerf, des* » *lonchites, des osmondes, des flicules, & des* » *espèces de fougère,* qui approchent de celles » que le P. Plumier & M. Sloane ont décou- » vertes dans les îles de l'Amérique, & de celles » qui ont été envoyées des Indes orientales » & occidentales aux Anglois, & communi- » quées à Plukenet, pour les faire entrer dans » ses recueils des plantes rares.

» La multitude des différences de ces plantes » est si grande, qu'il semble que chaque quartier » y soit une source de variétés.

» J'en ai encore remarqué qui appartiennent » aux palmiers, & à d'autres arbres étran- » gers.

» J'ai encore trouvé les fruits de l'arbre » triste, *jasminum indicum fructu compresso,* » *arbor tristis vulgò,* qui ne croît qu'aux Cana- » rics, au Malabar, & sur la côte de Coroman- » del. C'est un *nyctantes*.

» Il y a trois choses remarquables, ajoutez- » t-il, dans ces empreintes de feuilles.

1°. » Elles sont étrangères, & viennent des
» pays chauds.

2°. » Parmi ce nombre infini de feuilles
» de diverses plantes imprimées sur les feuilles
» de ces pierres, aucune ne s'y trouve pliée;
» mais elles y sont étendues, comme si on les
» y avoit collées.

3°. » Les deux lames écailleuses de ces
» pierres ne présentent, chacune sur leurs
» superficies internes, par lesquelles elles se
» touchent, qu'une seule face d'une feuille
» en relief d'un côté, & en creux de l'autre.
» Au lieu que, dans la manière ordinaire
» dont on conçoit ces sortes d'impressions.
» on suppose que la feuille d'une plante, qui
» s'est trouvée pressée entre deux terres molles,
» doit avoir laissé sur la superficie de l'une
» l'empreinte de sa partie supérieure, & sur la
» superficie de l'autre l'empreinte de sa partie
» inférieure ».

Il seroit inutile d'apporter un plus grand
nombre d'exemples pour prouver une vérité
reconnue généralement.

Nous avons vu que le cahoutchou, qui
ne croit qu'au Pérou, est fossile dans le Der-
byshire.

Les insectes exotiques qui se trouvent dans

le fuccin de la Prusse, prouvent que ces bois fossiles sont également exotiques.

Cette masse immense de faits ne permet pas de douter qu'à une époque quelconque, les animaux & les plantes qui ne peuvent vivre aujourd'hui que dans les pays les plus chauds, ont subsisté dans nos contrées, & même dans les zones glaciales. C'est un des phénomènes de la Géologie les plus difficiles à expliquer. Nous tâcherons ailleurs d'en assigner les causes.

Il y a, dans ces faits, deux observations essentielles à faire.

La première est que, parmi ces productions animales ou végétales des pays étrangers, on y en trouve aussi de nos climats. Ainsi, nous avons vu que, sur les bords de l'Arno, il se trouve des bois de chêne mêlés avec les ossements d'éléphants.

Jussieu a trouvé, avec les nyctantes des Indes, des fougères, des capillaires, du de nos contrées.

La seconde observation, qu'il ne faut pas négliger, est que les poissons & les plantes qu'on rencontre dans les schistes & les charbons, sont tous applatis; tandis que ces mêmes poissons & plantes, qui sont dans les

matières calcaires , dans les gypses sont presque entiers.

La cause de cette différence provient de ce que, dans ces derniers cas, ces plantes & ces animaux ont été enveloppés de matières, qui ont pris aussi-tôt de la solidité, & se sont opposées à la pression des masses supérieures.

Au lieu que les schistes, n'ayant point de consistance par eux-mêmes, ont laissé agir tout le poids des couches superposées; ce qui a aplati ces matières végétales & animales.

DES CHARBONS DE TERRE.

§. CLXXXI. Par charbon de terre, j'entends toute substance fossile, combustible, laquelle a été formée des débris du règne organique, & qui est *minéralisée*.

Cette définition exclut du rang des charbons de terre :

1°. Les substances végétales & animales combustibles enfouies dans le sein de la terre, mais qui ne sont point *minéralisées* : telles que les tourbes & les bois fossiles, dont nous venons de parler (§. CLXXV & CLXXVI).

2°. Celles de ces substances qui sont pétri-
fiées (§. CLXXIX).

Les charbons de terre sont très-abondans ,
comme on fait. Des contrées entières en pa-
roissent presque toutes composées.

Cette matière présente plusieurs questions
intéressantes que j'ai déjà traitées ailleurs (1).

1°. Quelles sont les différentes espèces de
charbons de terre ?

2°. Des bitumes liquides & demi-liquides.

3°. Des couches de charbon.

4°. De la nature des terrains dans lesquels
ils se trouvent.

5°. Des minéralisateurs des charbons.

6°. De leurs dépôts par couches & de leurs
cristallisations.

DES DIFFÉRENTES ESPÈCES DE CHARBONS.

§. CLXXXII. Il y a plusieurs espèces
de charbons : & peut-être il n'en est aucunes
qui se ressemblent parfaitement. C'est ce que
savent très-bien ceux qui les emploient dans
les arts. Mais , en général , on peut les distin-
guer :

1°. En charbons gras.

(1) Journal de Physique, Juin 1793.



2°. En charbons secs.

3°. En charbons pyriteux.

4°. En charbons terreux.

5°. En cannel-col.

Les charbons gras contiennent beaucoup de parties huileuses. On est obligé, pour les employer dans les arts, de leur faire subir une espèce de demi-distillation, qu'on appelle improprement *désoufrer*. On les entasse dans des espaces à-peu-près clos. On y met le feu. La partie la plus fluide se dissipe, soit par combustion, soit par volatilisation. Cette espèce de distillation leur donne de la consistance, & les réduit à ce qu'on nomme *coak*.

Le défaut du charbon gras est de se ramollir au feu, de couler, & d'envelopper les matières qu'on veut faire chauffer, qu'il soustrait à la chaleur. D'ailleurs, ceci empêche la circulation de l'air, & diminue l'activité du feu. Sans ces inconvéniens, on éprouveroit une perte de réduire ce charbon en *coak*, puisqu'on le dépouille, par ce procédé, d'une grande quantité de parties combustibles.

Les charbons secs brûlent, comme le *coak*, sans se ramollir, & chauffent très-bien.

La partie terreuse est peu abondante dans ces deux espèces de charbons. Elle n'en fait guère



qu'un trentième ou un quarantième. Tels sont la plupart des bons charbons.

Les charbons pyriteux renferment beaucoup de pyrites, qui, dans la combustion, donnent de l'acide sulfureux. Cet acide empêche qu'on ne puisse les employer aux forges.

Les charbons terreux ne contiennent point une assez grande quantité de matière bitumineuse combustible. La partie terreuse y prédomine : & pour lors, ils ne produisent pas un degré de chaleur suffisant.

Enfin, il est des charbons dont la partie combustible brûle à-peu-près comme les matières végétales ordinaires, tel que le cannel-col. La chaleur qu'il donne a peu d'intensité. Néanmoins il renferme peu de terre ; savoir, trois centièmes, 0,03. C'est que sa partie combustible n'est presque pas *minéralisée*. Car c'est à cette minéralisation qu'est due la grande chaleur du charbon de terre.

Le jayet rapproche du cannel-col. Néanmoins il vaut mieux le laisser dans la classe des bois fossiles.

Tous ces charbons ont un *grain* & une texture particulière, qu'on peut regarder comme une espèce de cristallisation. Leur fracture est souvent en rhomboïde ; ce qui est dû vrai-

semblablement à la terre calcaire qu'il contient.

DES BITUMES LIQUIDES
ET DEMI-LIQUIDES.

§. CLXXXIII. Les charbons de terre donnent à la distillation de l'acide, de l'huile, & de l'alkali volatil.

La nature paroît faire de pareilles distillations dans les entrailles de la terre, pour produire des bitumes qui ont différens degrés de consistance.

Le NAPHTE est le plus léger.

Le PÉROLE l'est un peu moins que le naphte.

L'HUILE DE GABIAN est encore plus épaisse.

L'ASPHALTE, le PISSAPHALTE, le BITUME DE JUDÉE, ont plus de consistance.

Toutes ces huiles minérales, tous ces bitumes se trouvent dans des fontaines, sur les eaux desquelles elles nagent. Il y a de ces fontaines en Silésie, en Lombardie, en France, dans l'Asie mineure, dans la Perse... Sur les côtes de la mer Pacifique au Pérou, on trouve beaucoup de ce bitume, connu sous le nom de *coppéi*.

Quelques lacs contiennent aussi de ces bitumes, tels que la mer Morte, ou lac de

Généfareth, sur les eaux de laquelle on trouve une grande quantité d'asphalte, ou bitume de Judée.

Il est des fontaines en Scanie, en Perse, & auprès de Strasbourg, où on trouve une espèce d'huile minérale, qui a l'apparence du suif. Sans doute elle s'épaissit par l'air pur qu'elle absorbe.

On voit aussi sortir de l'asphalte, ou poix minérale, du sein de la terre & des veines des rochers. Auprès de Clermont, au pied du Puy-de-Dôme, se trouve, dans la plaine, un petit monticule d'où découle une poix minérale. Il en découle de plusieurs autres rochers auprès du pont du Château, à trois lieues du Puits de Pège.

Kolben parle de pareilles fontaines qui se trouvent au cap de Bonne-Espérance. « Dans » le creux des rochers, près des bains chauds » de la colonie de Drakstein, on trouve plu- » sieurs substances bitumineuses vertes, blan- » ches, jaunes, & d'autres couleurs. On » vante particulièrement une sorte de bitume » naturel ou huile de pierre, qui distille des » rochers ».

Toutes ces huiles minérales, ainsi que l'asphalte, sont volatilisées par une chaleur

quelconque, qui provient sans doute de la décomposition des pyrites.

Je ne parle pas ici du succin, ni du cahoutchou fossile du Derbyshire, dont il a été question ailleurs.

DES COUCHES BITUMINEUSES.

§. CLXXXIV. Les charbons de terre sont toujours déposés par couches ou lits parallèles entr'eux, comme les couches de schistes, de pierres calcaires & des pierres gypseuses.

Ces couches de charbons s'étendent à d'assez grandes distances, souvent à plusieurs lieues, & même elles occupent des contrées entières. Celles de Liège, par exemple, s'étendent par Huy, Namur, Anzin, Tournai... jusqu'à la mer : par conséquent un espace de plus de quatre-vingts lieues.

Elles sont plus ou moins horizontales, plus ou moins inclinées ; quelquefois verticales (*pl. V*).

Ces différens lits ont diverses épaisseurs. J'en ai vu qui n'ont que quelques lignes d'épaisseur, & ont la même étendue en surface que les plus épais. Cette étendue est souvent de plusieurs lieues.

On trouve, dans les charbonnières, ou

houillères du Creuzot, auprès de Mont-Cenis, des couches qui ont jusqu'à quarante à cinquante pieds d'épaisseur. On en cite de la même épaisseur dans plusieurs autres endroits.

Jamais on ne trouve une couche de charbon seule. Il y en a toujours plusieurs superposées les unes sur les autres. Elles sont séparées par d'autres couches de différentes substances. Le plus souvent ce sont des schistes de différente nature. Ces schistes sont plus ou moins argileux, quelquefois calcaires; mais, le plus souvent, quartzeux; & ils contiennent des grès. Ils sont presque toujours plus ou moins imprégnés de bitumes.

Genetté dit que dans les montagnes de Saint-Gilles, près Liège, il y a 61 couches de charbons séparées par des couches d'autres substances. Ces couches ont toutes sortes d'inclinaisons, & sont une suite de celles de Namur, Anzin, Tournai... Voyez la planche V.

Toutes ces couches, qui séparent les différents lits de charbons, sont souvent chargées d'impressions végétales. Ce sont des roseaux, des bambous, des fougères, des prêles....

On y rencontre aussi plusieurs impressions de poissons, & quelquefois des coquilles.

La plupart de ces productions sont exotiques.

Il en est cependant quelques-unes d'indigènes, c'est-à-dire de nos contrées.

Les charbons de terre se trouvent quelquefois à de grandes hauteurs : tels sont ceux de Santa-Fé de Bogota dont parle Leblond (1), qui sont à 2200 toises au-dessus du niveau de l'Océan.

D'autres fois ils sont à de grandes profondeurs. Franklin (*tom. II de ses œuvres, traduct. franç., pag. 199*) dit être descendu dans des mines de charbon à Witheaven dans le Cumberland, à 800 brasses au dessous du niveau de la mer. « Les ouvriers me dirent, » ajoute-t-il, que leurs ouvrages s'avançoient » encore à quelques milles au-delà sous la mer. » La pierre qui sert de toit est une ardoise » chargée d'impressions de feuilles de fou- » gère ».

DES TERREINS OÙ SE TROUVENT LES CHARBONS.

§. CLXXXV. La nature des terrains où se trouvent les charbons varie beaucoup : car on les rencontre dans toutes sortes de terrains, excepté dans les primitifs. C'est une observation constante que *jamais les terrains primitifs ne*

(1) Journal de Physique.

contiennent de charbons, ni aucune matière bitumineuse.

Dans le midi de la France, on trouve les charbons dans des terrains calcaires.

En Flandre, les charbons sont sous les terrains calcaires; mais ce sont toujours des schistes qui recouvrent les couches de charbons.

Néanmoins les couches de charbons se trouvent le plus souvent dans des couches schisteuses, lesquels schistes sont plus ou moins argileux, plus ou moins calcaires, plus ou moins quartzeux.

Il y a aussi souvent des pyrites dans les charbons & dans les schistes qui les recouvrent.

Les mines de charbons sont le plus souvent dans les terrains secondaires voisins des primitifs. Quelquefois même elles s'appuient contre les primitifs, & y sont contigues. C'est ce qu'on observe au Creuzot près de Mont-Cénis. Ces lits si épais de charbons sont appuyés contre les granits mêmes. La même chose s'observe tout le long de ce petit rameau granitique, qui s'étend depuis Saint-Etienne & Saint-Rambert jusqu'à Mont-Cénis & Avalon, l'espace d'environ soixante-dix lieues. On y trouve presque partout des mines de charbons plus ou moins riches dans des schistes appuyés contre les terrains primitifs.

La plupart des mines de charbons de France font placées de même le long des chaînes granitiques . . . & c'est toujours en suivant ces chaînes qu'il faut les chercher.

DES MINÉRALISATEURS DES BITUMES.

§. CLXXXVI. Quels sont les minéralisateurs qui ont converti à l'état de charbons les matières végétales & animales fossiles? ou les ont réduites à l'état des mines, les ont minéralisées?

Je me fers du mot *minéralisateurs*, parce qu'ici les matières animales & végétales sont unies à d'autres substances qui les convertissent en mines, comme on dit que les métaux sont minéralisés, lorsqu'ils sont unis à quelques-unes des substances qui les réduisent à l'état de mines.

Car il est certain que les matières animales & végétales, qui forment les charbons, ont subi une altération quelconque. Elles ne sont plus à l'état de tourbes, ni de bois fossiles. Elles ont une texture particulière. Leur combustion est absolument différente. On ne peut donc douter qu'elles ne soient vraiment réduites à l'état de mines, & qu'elles ne soient combinées avec des substances qui leur servent de minéralisateurs.

Mais quels sont ces minéralisateurs? & quels

sont les moyens que la nature emploie dans cette opération ?

La mer, suivant les uns, dans des invasions, telles que celles qui ont eu lieu en Hollande, aura renversé des forêts qu'elle aura rencontrées sur son passage, & les aura portées sur les collines voisines ; elle les aura ensuite recouvertes de dépôts de différentes natures. . . .

Mais cette opinion ne peut se soutenir, & je l'ai combattue par les plus fortes raisons.

1°. Des forêts renversées par une cause aussi violente ne pourroient former des couches telles que le sont celles de charbons, aussi régulières, aussi étendues, & dont quelques-unes n'ont que quelques lignes d'épaisseur, sur plusieurs lieues de surface. . . . Nous le voyons par les bois fossiles qui sont amoncelés sans former de couches régulières.

2°. Ces forêts ne seroient que des amas de bois fossiles, entassés, là en grandes masses, ici en petite quantité mais nous venons de voir que les charbons sont vraiment à l'état de mines.

D'autres ont supposé que les charbons ont été produits par des tourbes. Elles forment quelquefois des îles mouvantes qui auront été charriées dans les mers. Ces îles auront été

submergées, couvertes de dépôts... & converties en charbons.

Cette opinion est sujette aux mêmes difficultés que celle dont nous venons de parler. Des tourbes ne sont pas minéralisées, & ne sauroient former des couches aussi minces, & d'une aussi grande étendue en surface que celles qu'on trouve dans les mines de charbons.

DE LA FORMATION DES COUCHES BITUMINEUSES.

§. CLXXXVII. Voici la manière dont je conçois que la nature a pu produire les charbons.

Ils sont certainement composés de matières végétales, soit tourbes, soit arbres, soit roseaux, soit autres plantes, soit feuilles, soit humus ou débris de toutes ces plantes..... L'analyse chimique qu'on a faite des charbons ne permet pas d'en douter; car on en retire constamment de l'huile & de l'alkali volatil. Nous avons vu quelle quantité de bois fossiles (§. CLXXVI) on trouve par-tout; & que dans les tems antérieurs à la formation des sociétés humaines, la surface de la terre étoit couverte de forêts; dont la plus grande partie étoit entraînée dans

les mers & les lacs par les eaux courantes.

On rencontre aussi quelquefois, au milieu des charbons, des portions de bois ou autres matières végétales qui ne sont pas encore minéralisées, ni converties en charbons. Il en est même quelques-uns, qui sont déjà du très-bon charbon. En réduisant en coak le charbon du Creuzot auprès de Mont-Cenis, on voit souvent des portions de bois dont le tissu ligneux se distingue très-bien, lorsque la partie huileuse a été enlevée par la distillation. Nous avons vu que ces couches de charbons du Creuzot ont jusqu'à 40 & 50 pieds d'épaisseur.

Enfin toutes les matières végétales qu'on retrouve dans le *toit* & le *mur* des houillères, sont de nouvelles preuves que le charbon est composé de matières végétales.

On rencontre également l'impression de poissons dans le *toit* & le *mur* des charbons : d'où on peut conclure que les mêmes matières animales font partie des charbons eux-mêmes. Elles y sont plus rares que les matières végétales.

Ma s toutes ces matières, humus, tourbes, arbres, animaux, n'auroient pu former immédiatement les charbons, par les raisons que nous avons exposées.



1°. Ces substances ne sauroient former des couches aussi minces, aussi régulières, & aussi étendues que celles de charbons, dont quelques-unes ont souvent moins d'une ligne d'épaisseur; car les arbres, en certains endroits, auroient été amoncelés, & la couche seroit fort épaisse: dans d'autres endroits, il y en auroit moins, & les couches seroient minces: enfin souvent elles éprouveroient une interruption totale.

2°. Ces couches de charbons sont toujours faites par choix d'élection, & suivant les loix des affinités. Or des tourbes, des bois, des plantes, des animaux sont déposés mécaniquement par les eaux suivant les loix de leur gravité spécifique, & non point suivant les loix des affinités, ou choix d'élection.

3°. Les charbons ont tous une texture particulière, qu'on peut regarder comme une cristallisation confuse.

Il faut donc reconnoître que toutes les matières végétales & animales qui forment les charbons, ont été d'abord déposées en des lieux particuliers; qu'elles s'y sont décomposées en partie; que les arbres, les plantes herbacées, les animaux, ont perdu leurs formes, sans cependant être dépouillés de leurs parties huileuses & combustibles, & qu'ils ont été con-

vertis en charbons par des agens qui ont fait fonction à leur égard de *minéralisateurs*, & les ont réduits en mines : qu'enfin les choix d'élection qui s'observent dans leurs couches, & le peu d'épaisseur de certaines couches, supposent une véritable dissolution.

La chimie ne connoît cependant point de dissolvans des matières bitumineuses proprement dites. Nous ne pouvons leur en assigner qu'en les supposant dans un état approchant des huiles minérales.

Or les huiles peuvent être rendues solubles dans l'eau, de deux manières.

1°. Par les acides qui en font des savons acides.

2°. Par les substances alkales : savoir, par les alkalis & les terres à l'état de causticité, telles que la chaux vive, la magnésie caustique, les chaux de fer . . . qui les réduisent en savons alkalis.

Plusieurs lacs & fontaines tiennent en dissolution des matières bitumineuses, telles que la mer Noire, les fontaines de Gabian . . . ainsi que nous l'avons vu.

Je pense que les charbons sont sous l'un ou l'autre de ces deux états :

Ou sous forme de savons acides,

Ou sous forme de savons alkalis.

La plus grande partie des charbons, tels que ceux d'Angleterre, d'Ecosse, de Flandre . . . me paroît être principalement de la première nature. Ce sont des huiles minérales combinées avec beaucoup d'acide. Dans leur combustion, il se dégage une grande quantité d'acide sulfureux : & le résidu terreux qui demeure après leur combustion, ne fait pas souvent le trentième ou le quarantième de la masse.

On fait que des huiles, mêlées avec l'acide vitriolique, noircissent & prennent un caractère analogue aux bitumes liquides ou demi-liquides.

D'autres charbons me paroissent être à l'état de savons alkalis. L'acide n'y est point sensible, quoiqu'on ne puisse douter que c'est toujours lui qui a converti ces huiles en huiles bitumineuses.

Plusieurs charbons de cette espèce donnent beaucoup d'alkali volatil à la distillation.

D'autres sont à l'état de savons terreux, & contiennent beaucoup de terre, souvent un tiers de leur poids. C'est ce que fait voir l'analyse qu'a donné Sage d'une espèce de charbon qu'on trouve à Saint-Symphorien, auprès de Roanne. Il contient :

Matière bitumineuse 0,65.

Terre calcaire 0,35.

On doit donc supposer que toutes les matières premières végétales ou animales, qui ont formé les charbons, ont été d'abord altérées ou par les acides, le vitriolique particulièrement, ou par les matières alkalines, & qu'elles ont été dans une espèce de dissolution.

C'est cette action qui constitue ce que j'ai appelé MINÉRALISATION de ces substances. Elles deviennent noires, & acquièrent une manière de brûler absolument différente de celle des bois fossiles. Enfin, elles prennent un caractère vraiment minéral, qui les met au rang des *mines*.

La tourbe & les bois purement fossiles au contraire, ainsi que le jayet, ne sont point minéralisés. Ils noircissent seulement, comme tous les bois ou matières végétales qui séjournent dans l'eau par la réaction de leurs acides propres sur leurs autres principes, & il s'y forme quelques pyrites.

Le cannel-col n'est qu'à demi-minéralisé, & donne peu de chaleur.

Cette manière d'envisager la formation des mines de charbons, me paroît la seule qui puisse satisfaire aux phénomènes.

Car ces substances ont une texture qu'on peut regarder comme une cristallisation confuse. Elles ont obéi *aux loix des affinités*, se sont déposées suivant les *choix d'élection*; ce qui suppose une dissolution. Or elles n'ont pu être dissoutes qu'en étant réduites à l'état favorable.

§. CLXXXVIII. On me demandera peut-être d'où vient cet acide, que je suppose avoir dissous ces substances, & comment il les aura minéralisées ?

Je répondrai d'abord que quand même je ne pourrois point assigner l'origine de cet acide, cela ne détruiroit pas les preuves de sa présence dans les bitumes. Mais je crois qu'on peut facilement indiquer d'où vient cet acide.

1°. Toutes les substances végétales, & même les animales, contiennent des acides, qui, en réagissant sur la partie huileuse, l'altèrent à un certain point.

2°. Indépendamment de ces acides, il existe dans ces substances un acide minéral.

Dans tous les systèmes, on reconnoît dans les charbons la présence de l'acide vitriolique, ainsi que celle du soufre & du fer, sous forme de pyrites. Il me semble qu'on peut soupçonner la cause qui les a produits.

Il s'est dégagé de ces matières végétales & animales, avant leur minéralisation, beaucoup de vapeurs contenant de l'air inflammable, de l'air impur ou phlogistique, de l'air fixe... telles que celles qui se dégagent des marais & de toutes les matières animales ou végétales amoncelées.

Or, nous savons que, dans les cloaques & autres lieux où il y a de semblables dégagemens d'airs, il s'y forme du soufre. Ce soufre se combine ou avec le fer de ces substances, ou avec du fer de nouvelle formation, & forme des pyrites.

Nous retrouvons ce même acide & des pyrites dans les tourbes, dans quelques bois fossiles, & jusques dans les argiles, les schistes & les ardoises.

Il ne faut cependant pas conclure de ces faits, que toutes les mines de charbon ont pu être produites par cette action des feux souterrains, puisque ces feux sont eux-mêmes entretenus par des matières bitumineuses. Mais les pyrites en efflorescence, dont sont remplis les bois fossiles, peuvent produire les mêmes effets que ces feux souterrains.

On voit que les charbons & les différentes espèces de bitumes ont été formés par l'humus, par les tourbes, par les bois fossiles, & les

matières animales fossiles. Mais toutes ces matières ne produisent du bitume qu'après qu'elles ont été attaquées & minéralisées par la décomposition des pyrites qui se sont formées au milieu d'elles.

Ces pyrites, se décomposant par les causes connues, contracteront de la chaleur qui se communiquera à ces tourbes & à ces bois fossiles où elles se trouvent, mais sans aller jusqu'à l'inflammation.

La partie huileuse de ces substances se dégagera, par cette chaleur, sous forme de pétrole, d'asphalte; elle se mêlera avec l'acide qui se fera formé de la décomposition de la pyrite, & contractera tous les caractères bitumineux.

Si l'acide est assez abondant, cette partie huileuse passera à l'état de savon acide.

Mais il se peut que l'acide ne soit pas assez abondant, ou qu'il se combine aussi-tôt avec les terres qui se trouvent dans la pyrite, ou avec celles qui sont mêlées avec ces substances: pour lors, la partie huileuse se combinera ou avec l'alkali volatil qui sera dégagé, ou avec des terres à l'état de caussicité, & elle passera à l'état de savon alkalin.

D'autres fois, une partie de ces huiles se volatilifera sous forme de naphte, de pétrole, de pissaphalte....

La chaleur des volcans sous-marins a pu influer beaucoup sur la formation d'une partie des huiles minérales de plusieurs mines de charbons. Elle volatilise une partie des huiles minérales, comme nous voyons que cela a lieu dans la mer Morte. Ces huiles & ces pissaphaltes sont mélangés aussi-tôt avec des terres, sur-tout avec l'argile, & vont former de nouvelles couches de charbon.

Je dis de nouvelles couches, parce qu'il est vraisemblable que ce sont déjà des charbons qui entretiennent ces feux, quoiqu'il soit possible que quelques-uns le soient par des bois fossiles ou des tourbes.

Les observateurs rapportent un grand nombre de faits qui confirment ce que j'avance.

Denon, dans son voyage en Sicile (p. 5), dit : « Une des particularités de ce gouffre de » Messine, c'est qu'à la rive la plus proche, » les cailloux s'enduisent d'un bitume, qui les » attache de la même manière que le sucre » lie les amandes au caramel : à quoi cette » production ressemble assez. D'abord molle, » elle se durcit à l'air J'ai trouvé la même » pétrification sur les côtes de la Sicile . . . ».

Ce bitume est sans doute soulevé par les feux souterrains, si abondans dans toutes ces régions, comme l'est le pissaphalte, que nous

avons vu soulevé dans la mer Morte, comme l'est le pissaphalte d'Auvergne.

Dampier parle d'un pareil bitume sur la côte d'Amapella au Mexique. « A peu de » distance du village, dans la même baie, & » tout au plus à cinq pas des bornes de la » haute mer, on voit sortir d'un petit trou » une matière bitumineuse & bouillante que » les Espagnols nomment *alcatrane*. Elle est » de la liquidité du goudron. A force de bouil- » lir, elle prend la consistance de la poix : » aussi sert-elle aux mêmes usages ; & les » Indiens du pays la recueillent soigneusement » dans des cruches. Elle est plus bouillante » dans la plus grande hauteur de l'eau : & c'est » alors que les Indiens s'empressent de l'amaf- » ser ». (*Pag.* 145.)

Le même phénomène doit avoir lieu dans le sein des mers, par-tout où il se trouve des volcans sous-marins.

DE LA CRISTALLISATION
DES MATIÈRES BITUMINEUSES.

§. CLXXXIX. La dernière question que nous ayons à résoudre, est de savoir comment se sont formées les couches de charbons, & comment s'est opérée leur cristallisation confuse.

Toutes les matières bitumineuses, réduites à un état favonneux, soit acide, soit alkalin, sont ensuite mélangées avec les différentes terres, soit la quartzeuse, soit l'argileuse, soit la calcaire, soit la magnésienne, soit la ferrugineuse.

L'eau dissout ces espèces de savons & ces terres.

Elle les dépose ensuite, suivant les choix d'élection & les loix des affinités, comme elle dépose les schistes & les autres substances minérales. Ces dépôts formeront différentes couches, qui seront séparées par des couches d'autres substances, comme cela a lieu dans les couches schisteuses, calcaires, gypseuses...

Ces couches alternatives de différentes matières sont un phénomène fort difficile à expliquer. Mais comme il est général pour toutes

les couches de la terre, il nous suffit à présent d'avoir démontré par quels moyens les matières bitumineuses ont pu être tenues en dissolution.

Je ne doute pas qu'il ne se forme journellement, dans la mer Morte, des mines de charbons de cette manière.

Peut-être un grand nombre de mines de charbons a-t-il été formé ainsi dans des lacs.

Quelques-unes de ces couches de charbons sont parallèles à l'horizon : mais le très-grand nombre est plus ou moins incliné. D'autres sont partie horizontales, partie inclinées, & se relèvent souvent d'une colline à l'autre. (*Pl. V.*)

Enfin, quelques-unes sont presque verticales. Il est certain que plusieurs de ces couches, à-peu-près verticales, ont été formées dans cette position, comme le fait voir la simple inspection de la *pl. V.*

Mais on ne fauroit douter que quelques autres de ces couches ne doivent leur position verticale à des événemens postérieurs à leur formation. Il faut supposer que, dès l'origine, plusieurs étoient horizontales, ou peu inclinées. Les couches inférieures ayant fléchi, celles-ci ont subi un mouvement qui leur a donné une position verticale. Ceci a également

ment lieu pour les couches schisteuses, gypseuses & calcaires. Néanmoins nous verrons que plusieurs couches de ces différentes substances ont été primitivement verticales, ou au moins très-inclinées.

Les mines de charbons sont si abondantes, qu'on a d'abord de la peine à concevoir quelle quantité immense de matières végétales & animales la nature y emploie.

Mais on a la même difficulté relativement aux madrépores, aux coquilles qui se trouvent dans les couches calcaires, & qui, en certaines occasions, paroissent en faire la plus grande partie. La seule conclusion qu'on en doit tirer, c'est que la nature a employé beaucoup de tems à la production de toutes ces substances.

Et si on fait attention que, dans les premiers tems, avant l'origine des grandes sociétés d'hommes, la surface de la terre étoit couverte de forêts immenses; qu'une partie de ces forêts étoit emportée dans les mers, dans les lacs, comme cela a encore lieu aujourd'hui dans les mers du Nord (§. CLXXVI), on aura moins de peine à concevoir qu'il ait pu s'accumuler une aussi grande quantité de bois fossiles & de matières bitumineuses.

Les mines de charbon se trouvent très-

souvent le long des chaînes granitiques, & leur sont adossées. Elles étoient chariées par les eaux qui les déposoient dans les lieux où se rencontroient des obstacles pour les arrêter. Ce sont les chaînes granitiques qui se sont présentées.

DE LA CAUSE DE LA CRISTALLISATION DES PIERRES, DES FILONS MÉTALLIQUES, ET DES CHARBONS.

§. CXC. Quelle est la cause qui a opéré la cristallisation des différentes substances pierreuses, métalliques & bitumineuses, supposées dissoutes par des agens quelconques?

Pour parvenir à la solution de cette question difficile & intéressante, il faut rappeler les différens procédés par lesquels on opère la cristallisation des substances salines. Car celle des substances minérales a suivi les mêmes loix.

L'ÉVAPORATION.

§. CXCI. *C'est la méthode la plus usitée pour faire cristalliser les sels.*

Il ne paroît pas que pour la cristallisation générale des matières qui composent le globe,

on puisse avoir recours à l'évaporation ; car il semble prouvé qu'il est impossible qu'une certaine quantité de l'eau qui appartient à la terre, pût passer en d'autres globes.

Il pourroit seulement y avoir eu une plus grande quantité d'eau suspendue dans l'atmosphère, qu'aujourd'hui. Mais cette quantité ne peut être bien considérable.

L'évaporation a pu, à des époques postérieures, contribuer à des cristallisations particulières. Dans les lacs, par exemple, des pays chauds, dont les eaux s'évaporent & qui se dessèchent en totalité, ou en partie, les substances qui pourroient y être tenues en dissolution, telles que le sel marin, le natron... si ce sont des eaux salées, y cristalliseroient (§. C).

Des spaths calcaires, des spaths pesans, des spaths fluors, des gypses, des spaths boraciques, des substances métalliques, bitumineuses... qui y seroient dissous, cristalliseroient également par cette évaporation.

Mais ces phénomènes particuliers dans des lacs, n'ont pu avoir lieu qu'après la retraite des eaux, & la découverte des continens.

LE REFROIDISSEMENT.

§. CXCII. *La chaleur favorise la dissolution des substances solubles. Mais la portion que cette chaleur fait dissoudre, cristallise aussitôt que cette chaleur se dissipe, & que la liqueur se refroidit.*

Les cristallisations des terrains primitifs, époque à laquelle il n'existoit point d'êtres vivans, ont pu s'opérer en partie par un refroidissement. Il paroît, qu'alors la chaleur étoit plus considérable qu'aujourd'hui, puisqu'il est bien prouvé que la masse du globe se refroidit continuellement.

Les jets d'eaux bouillantes d'Islande, surtout ceux de Rhuikum, de Geyzer... tiennent en dissolution de la terre quartzeuse combinée avec le natron. Or, ces terres se déposent par le refroidissement de ces eaux.

Il paroît, ainsi que je l'ai supposé, que les eaux qui, dans le principe, couvroient tout le globe, avoient un assez grand degré de chaleur, & tenoient également en dissolution la terre quartzeuse & toutes les autres terres qui ont formé les substances des terrains primitifs. Ces eaux se refroidissant, toutes ces terres se seront rapprochées, combinées,

pour former quartz, feld-spath, tourmaline, mica.... & le tout aura cristallisé suivant les loix des affinités & les choix d'élection.

Mais le refroidissement n'aura pas pu avoir une grande influence dans la cristallisation des terrains secondaires & tertiaires: car, à cette époque, les eaux étoient remplies d'êtres vivans, de poissons, de coquillages, de vers, de plantes... dont nous retrouvons les débris dans ces couches. Or, ces êtres vivans ne peuvent supporter une chaleur guère plus forte que celle qui existe aujourd'hui. Nous devons supposer, qu'à cette époque, la chaleur n'étoit pas considérable, & que le refroidissement n'a pas été sensible.

L'AGITATION DU DISSOLVANT.

§. CXCIII. *Un dissolvant qui est agité, tient en dissolution une plus grande quantité de sels, que lorsqu'il est en repos.*

Les eaux courantes qui tiennent en dissolution du spath calcaire, du gypse.... les déposent aussi-tôt qu'elles sont en repos. C'est ce que l'on observe dans la plupart des conduites d'eau de cette espèce. Elles déposent dans tous les lieux où leur cours est ralenti.

Les eaux de la fontaine Saint-Allyre, à Clermont en Auvergne, sont extrêmement chargées de ce spath calcaire. Elles le tiennent en dissolution tant que leur cours n'est pas ralenti. Mais elles le déposent aussi-tôt qu'elles cessent d'être en mouvement ; si, au milieu de leur cours, on place un corps qui en ralentisse la marche, elles forment un dépôt sur ce corps qui, au bout de 24 heures, se trouve couvert d'une incrustation fort épaisse. C'est ainsi qu'elles ont formé un pont sur un petit ruisseau où elles se versent. Un arbre couché sur le ruisseau, a servi de base à cette incrustation qui forme le pont.

Les eaux de Saint-Philippe, en Toscane, & beaucoup d'autres, présentent les mêmes phénomènes.

Des eaux qui, étant agitées, tiendroient en dissolution différentes substances pierreuses, métalliques ou bitumineuses, les déposeront donc dans les tems de repos, & les laisseront cristalliser.

Néanmoins le repos absolu n'est point nécessaire pour opérer des cristallisations. Elles ont lieu même dans des fluides assez agités.

Mais en même tems, cette agitation pourra

tenir suspendues des substances qui ne sont point dissoutes, telles que des coquilles, des os, des sables, des argiles... Ces substances, dans des instans de repos, se précipiteront au milieu des masses qui cristallisent, & s'y trouveront enveloppées.

Ce sera de cette manière qu'auront été déposés les coquilles, les os, les argiles, les graviers quartzeux... au milieu des marbres, des pierres calcaires, des gypses... ce qui annonce que ces cristallisations ne se sont pas faites dans un fluide parfaitement tranquille.

Cette cause aura beaucoup influé sur les cristallisations des substances des terrains primitifs. Il est certain que dans la première réunion de toutes les parties de matières qui forment le globe, elles ont dû être agitées d'un grand mouvement qui étoit augmenté par l'action des marées & celle des vents. Les différens élémens se sont formés, les airs, l'eau, les terres... toute la masse a pris la figure sphéroïde. Les combinaisons minérales & les cristallisations ont commencé à se faire; le mouvement intérieur de la masse totale s'est un peu ralenti....

Ce premier noyau de matière solide étant formé, le mouvement intérieur des eaux s'est

calmé de plus en plus ; les vents & les marées ont cessé d'avoir la même intensité. Et les cristallisations postérieures se sont opérées avec plus de facilité.

L'EXCÈS D'ACIDE.

§. CXCIV. *De l'eau surchargée d'acide, tenant en dissolution des substances, pourra les laisser cristalliser, si cet excès d'acide lui est enlevé.*

Toutes les eaux minérales qui contiennent beaucoup d'air fixe ou acide aérien, sont dans ce cas. Elles sont surchargées d'acide en sortant de la terre, & tiennent en dissolution différentes substances, particulièrement des chaux de fer, du spath calcaire... Cet excès d'acide se dissipe aussi-tôt qu'elles sont à l'air, & elles laissent déposer les chaux de fer.

Les eaux de Saint-Philippe sont chargées d'air fixe, d'air hépatique, & tiennent en dissolution de la terre calcaire. L'air hépatique & l'acide se dissipent dès que les eaux sont sorties de terre, & le spath calcaire se précipite.

La même chose a donc pu arriver aux grandes masses d'eau qui tenoient en dissolution les substances minérales. Elles pou-

voient contenir quelques acides en excès. Ces acides se dissipant par une cause quelconque, elles auront abandonné les substances que ces acides en excès tenoient en dissolution. C'est sur-tout l'air fixe qui étoit le plus abondant dans les eaux de ces premiers tems : & il se dissipe avec beaucoup de facilité.

L'air hépatique y étoit aussi en assez grande quantité, comme minéralisateur des substances métalliques : & il se dissipe également avec facilité.

Supposons que des fontaines, telles que celles dont nous parlons, se rendissent directement dans le sein des mers, il est certain que leur air fixe, leur air hépatique.... se dissiperoient en partie & qu'elles laisseroient déposer les substances que ces excès de dissolvans tenoient dissoutes.

Peut-on supposer qu'avant la cristallisation générale du globe, les eaux qui tenoient en dissolution toute cette masse, fussent surchargées de dissolvans quels qu'ils fussent? & que ces dissolvans, par leur évaporation, eussent facilité la cristallisation des granits, des porphyres, & de toutes les matières qui forment les terrains primitifs?

Il est très-possible que cette cause ait influé

sur les cristallisations minérales. Nous avons vu que l'air fixe paroît être le dissolvant principal des substances qui composent les terrains primitifs. Or, toutes les eaux qui sont surchargées d'air fixe en laissent échapper une partie, dès qu'elles sont exposées à l'air.

L'air hépatique & l'hépar de soufre paroissent être les principaux dissolvans des substances métalliques. Or, cet air hépatique se volatilise avec beaucoup de facilité.

Ces deux airs, l'air fixe & l'air hépatique, auront donc pu, par leur volatilisation, beaucoup contribuer à la cristallisation des substances minérales.

L'ADDITION D'UN SEL PLUS SOLUBLE.

§. CXC.V. *Si dans une dissolution d'un sel quelconque, on ajoute un autre sel plus soluble, celui-ci se dissoudra, & une partie du premier cristallisera.*

Que dans une dissolution saturée de sel marin, on ajoute du nitre, ce nitre se dissoudra, & une portion de sel marin cristallisera.

Cependant il faut observer que l'eau saturée d'un sel, peut, dans certaines circonstances, en dissoudre différentes quantités

d'autres, sans rien laisser précipiter du premier.

Cette cause peut influer sur les cristallisations minérales.

Supposons que de l'eau tenant en dissolution du spath calcaire, rencontre du sel marin calcaire ou de la magnésie, ces derniers sels sont plus solubles que le spath calcaire : l'eau les dissoudra donc, & abandonnera une portion du spath calcaire, ou même tout, suivant la quantité des sels marins calcaire ou de magnésie.

§. CXCVI. DE LA CRISTALLISATION OPÉRÉE
AU FOND D'UNE GRANDE MASSE D'EAU.

Du sel dissous dans une grande masse d'eau qui a beaucoup de profondeur, gagne le fond de l'eau par l'effet de la pesanteur. Car de l'eau salée est plus pesante que celle qui ne l'est pas. Nous avons des faits qui prouvent cette vérité.

D'Arcet en rapporte un que nous avons déjà cité, celui de la fontaine salée de Salins (§. XIX), dans laquelle l'eau d'une petite rivière entre quelquefois. Celle-ci surnage constamment l'eau salée de la fontaine.

La même chose doit donc arriver dans les

bassins profonds; la portion inférieure qui touche le fond du bassin, pourra se surcharger de sel au point de le laisser cristalliser par le concours d'un repos long-tems continué. Nous avons plusieurs faits qui ne permettent pas d'en douter. Un liquide chargé de sels à saturation, & mis dans un flacon parfaitement bouché, ne laisse rien cristalliser. Mais si on le laisse dans un parfait repos, il s'y formera des cristaux quelquefois au bout de plusieurs jours. Il faut d'autres fois des mois, ou même des années, pour que ces cristaux se forment. Mais il s'y en forme toujours.

Des bouteilles de vin chargé de tartre, parfaitement bouchées, goudronnées & couchées de manière qu'elles ne perdent pas, ne laissent rien déposer pendant plusieurs mois: mais à la fin, il se forme un dépôt tartareux plus ou moins épais.

Les eaux, dans les hautes mers, les lacs profonds, pourront donc se surcharger, dans leurs parties inférieures, des substances minérales qu'elles tiennent en dissolution, de manière que ces parties en soient saturées, tandis qu'il n'y en aura pas, ou peu, dans les parties supérieures. Ainsi, des eaux séléniteuses pourront être surchargées de gypse dans leurs parties inférieures, & leurs parties supérieures en contenir fort peu.

Il pourra même y avoir des cristallisations dans ces parties inférieures, sur-tout lorsqu'elles jouiront d'un grand repos.

Il s'est formé certainement beaucoup de cristallisations par cette cause, dans les eaux qui contenoient en dissolution les substances des terrains secondaires & tertiaires, tels que les pierres calcaires, les gypses, les appatits, le sel marin, les substances métalliques, les substances bitumineuses.

Ces mêmes effets doivent encore avoir lieu maintenant dans les hautes mers. On ne voit point de ces cristallisations sur les côtes où les eaux sont peu profondes & fort agitées. Mais elles ont encore lieu dans les hautes mers, où les eaux inférieures sont surchargées des substances dissoutes, & sont dans le plus grand repos.

On ne peut pas douter que cette cause n'ait aussi beaucoup influé sur les cristallisations des terrains primitifs. Les eaux avoient, dans le principe, une profondeur immense, celle du demi-diamètre du globe. Elles étoient donc, à cette profondeur, surchargées des matières dissoutes, & les ont laissées cristalliser.

Mais, à mesure que le noyau du globe a été formé, cette cause a eu moins d'effet, parce que la profondeur des mers a diminué.

LA COMPOSITION DES SELS.

§. CXCIV. *Deux quantités données d'eau peuvent tenir chacune en dissolution une certaine quantité de substances salines. Si on les mélange, il se formera un sel composé qui cristallisera.*

Supposons une livre d'eau chargée d'air fixe, ou d'acide vitriolique, ou d'un autre acide quelconque.

Supposons une autre livre d'eau tenant de l'alkali caustique en dissolution jusqu'à saturation.

Qu'on mélange ces deux livres d'eau, il en résultera des sels neutres, dont une partie cristallisera, parce que les deux livres d'eau ne pourront pas les tenir en dissolution.

Cette cause a dû avoir un grand effet dans les cristallisations minérales.

Elle a dû agir souvent dans les cristallisations des terrains primitifs. Toutes les terres, la quartzeuse, la calcaire, la magnésienne, l'argileuse, & la pesante, y étoient toujours à l'état de causticité, & se dissolvoient sous cette forme. Si des eaux chargées de ces terres ont rencontré d'autres eaux contenant des acides, elles auront formé des sels, qui, exigeant une

grande quantité d'eau pour être dissous, auront cristallisé.

De l'eau chargée de terre calcaire pure, rencontrant de l'air fixe, aura formé les pierres calcaires des terrains primitifs.

La même eau, rencontrant des eaux chargées d'acide fluorique, aura formé du spath fluor.

De l'eau chargée de magnésie caustique, rencontrant des eaux chargées d'air fixe, formera du spath de magnésie.

De l'eau chargée de magnésie caustique, & rencontrant de l'acide vitriolique, formera du vitriol de magnésie.

De l'eau chargée de terre pesante caustique, & rencontrant de l'eau chargée d'acide vitriolique, formera le spath pesant vitriolique.

De l'eau chargée de terre pesante caustique, & trouvant de l'eau chargée d'air fixe, formera le spath pesant aéré.

De l'eau chargée de terre quartzeuse pure & d'air fixe, formera du quartz.

La même chose aura lieu dans les terrains secondaires. Des eaux chargées de terre calcaire caustique, & rencontrant d'autres eaux chargées d'acide aérien, d'acide vitriolique, d'acide phosphorique, d'acide boracique, d'acide tungstique, formeront :

Des pierres calcaires.

Des gypses.

Des appatits.

Des spaths boraciques.

Des spaths tunstiques.

.

Des eaux chargées de magnésie caustique & de terre pesante caustique, rencontrant des eaux chargées d'acides, formeront également:

Des spaths pesans vitrioliques.

Des spaths pesans aérés.

Des spaths magnésiens.

Mais cette composition pourra-t-elle faire cristalliser les substances des terrains primitifs? Cela ne me paroît pas douteux.

Toutes ces substances sont formées des quatre terres principales, pures ou à l'état de causticité, & de quelques chaux métalliques; savoir :

Terre calcaire.

Terre magnésienne,

Terre argileuse.

Terre quartzeuse.

Chaux de fer.

La terre calcaire & la terre magnésienne pures sont solubles dans l'eau.

La terre argileuse à l'état où elle vient d'être précipitée

précipitée de l'alun par une substance caustique, est également soluble dans l'eau.

La terre quartzeuse, à l'état où elle est précipitée de sa combinaison avec une substance caustique, est aussi soluble dans l'eau.

Enfin, les chaux de fer sont solubles dans l'eau par l'intermède de l'air fixe.

Voilà donc les substances principales, ou les cinq terres élémentaires, dissoutes dans l'eau.

Mais aussi - tôt qu'elles vont se combiner, elles formeront des sels insolubles qui cristalliseront, comme l'eau de chaux & l'air fixe forment un sel insoluble qui cristallise; c'est le spath calcaire.

Ainsi, 63. terre quartzeuse; 17. terre argileuse; 2. terre calcaire; 6. magnésie; 7. chaux de fer, formeront un feld-spath qui cristallisera aussi-tôt.

37. terre quartzeuse; 39. terre argileuse; 15. terre calcaire; 9. chaux de fer, formeront la tourmaline, qui cristallisera, parce qu'elle forme un sel presque insoluble.

38. terre quartzeuse; 28. terre argileuse; 20. magnésie; 14. chaux de fer, formeront un sel presque insoluble, qui cristallisera aussi-tôt. C'est le mica.

x. de terre quartzeuse, & y. d'air fixe, formeront le quartz.

Voilà donc les quatre principaux élémens du granit, qui seront des sels, qui exigent beaucoup d'eau pour être dissous, & qui par conséquent cristalliseront promptement.

LA DÉCOMPOSITION DES SELS.

§. CXCVIII. *De l'eau chargée d'un sel très-soluble ; par exemple, d'un alkali aéré ou caustique, rencontrant un autre sel qui décompose celui-ci, ou s'y combine pour en former un troisième moins soluble : il y aura cristallisation.*

Une dissolution vitriolique d'argent, par exemple, rencontrant une dissolution de sel marin, il y aura décomposition & cristallisation du sel marin d'argent, ou *lune cornée*, qui est peu soluble.

Dans le mercure corné, il se trouve toujours du vitriol de mercure. On peut supposer que le mercure a d'abord été dissous par l'acide vitriolique, & a formé un vitriol de mercure soluble en grande eau. Ce vitriol de mercure, ayant rencontré un sel marin quelconque, a été décomposé : & il s'est formé aussi-tôt un sel marin de mercure, ou mercure

corné, qui ne se dissout que dans une très-grande quantité d'eau.

De l'eau séléniteuse, c'est-à-dire, tenant en dissolution du gypse, & rencontrant de l'eau tenant en dissolution du spath pesant aéré, il y aura double décomposition.

La terre pesante ayant plus d'affinité avec l'acide vitriolique, s'y unira, & formera du spath pesant vitriolique; tandis que l'air fixe s'unira à la terre calcaire, & formera du spath calcaire.

D'autres décompositions ont pu produire un grand nombre de cristallisations minérales.

Supposons de l'eau tenant en dissolution des spaths calcaires, telle que l'eau qui forme les stalactites, . . . si cette eau rencontre un acide plus puissant, comme l'acide vitriolique, l'acide fluorique. . . le spath calcaire sera décomposé, l'acide aérien sera chassé, & il se formera du gypse, du spath fluor. . .

Je ne doute pas que plusieurs gypses n'aient été formés de cette manière, ainsi que des spaths fluors.

Les grandes masses d'appatit non cristallisé, de l'Estremadure, peuvent encore être un effet de la décomposition des pierres calcaires par l'acide phosphorique.

Il y aura encore des décompositions produites d'une manière différente, & qui seront suivies de cristallisation.

Supposons une eau chargée d'un acide quelconque, & passant ou séjournant sur des terres ou des pierres dont les acides sont plus foibles, il y aura décomposition. De l'eau, par exemple, qui passera sur des argiles ou des pyrites chargées d'acide vitriolique, dissoudra cet acide : si, dans son cours, elle séjourné ou passe sur des craies ou des pierres calcaires, elle les décomposera, & en formera du gypse. Plusieurs couches de gypse ont certainement été formées de cette manière.

§. CXCIX. Je crois qu'avec ces principes, on concevra facilement comment se font opérées les cristallisations minérales. Commençons d'abord par celles des substances qui composent les terrains primitifs.

1°. La chaleur des eaux étoit très-considérable dans les commencemens. Cette chaleur a diminué peu-à-peu. *Première cause de cristallisation.*

2°. Les eaux étoient dans une grande agitation. Cette agitation a diminué successivement. *Seconde cause de cristallisation.*

3°. Ces eaux avoient une profondeur im-

menſe , égale au rayon de la terre , 1432 lieues & demie. Les ſubſtances diſſoutes ont donc dû gagner la partie inférieure de ces eaux.

Troisième cauſe de criſtalliſation.

4°. La partie inférieure de ces eaux aura laiffé criſtallifer ces parties dont elles étoient ſurchargées. *Quatrième cauſe de criſtalliſation.*

5°. Toutes les terres & les chaux métalliques dont ſont formées les ſubſtances des terrains primitifs , ſont très-ſolubles par elles-mêmes dans les eaux. Mais dès qu'elles ſe combinent , elles forment des ſubſtances qui exigent une immense quantité d'eau pour être tenues en ſolution. Tels ſont le quartz , le feld-ſpath , le mica , & la tourmaline , la pâte du porphyre , le trapp , la cornéene , le pétro-flex , les gemmes , les ſchorls , les pierres magnéſiennes , les pierres argileuſes. *Cinquième cauſe de criſtalliſation.*

Les ſubſtances minéraliſatrices des métaux , combinées avec ceux-ci , forment auſſi des mélanges qui exigent beaucoup d'eau pour être tenues en diſſolution.

6°. Quelques-uns des diſſolvans , tels que l'air fixe & l'air hépatique , auront pu ſe diſſiper.

7°. Il y a eu de nouvelles compositions de

substances minérales & des décompositions.

Telles sont les principales causes des cristallisations des substances des terrains primitifs.

Ces cristallisations auront suivi les loix des affinités & les règles des cristallisations salines, comme nous l'avons expliqué ci-dessus, en parlant de ces différentes substances.

§. C C. Les cristallisations des substances qui composent les terrains secondaires, s'expliqueront avec la même facilité.

La terre argileuse & les chaux de fer se trouvant dissoutes en grande quantité, formeront les schistes.

La terre calcaire, dissoute par l'acide vitriolique, formera les gypses.

La même terre calcaire, dissoute par l'air fixe, formera les marbres & toutes les différentes espèces de pierre calcaire.

Mais différentes substances, soit des terres particulières, soit des pierres, soit des débris d'êtres organisés, se mêleront à ces substances, & formeront de nouveaux composés.

Toutes ces cristallisations secondaires s'opéreront par les mêmes causes que nous avons vu produire les cristallisations primitives.

1^o. *L'évaporation.* Cette cause peut agir dans des lacs particuliers, comme dans le lac

Tozzer, dans des mers Méditerranées, comme dans la Caspienne, qui diminue chaque jour. . .

2°. *Le refroidissement.* Les mers du Nord perdent journellement de leur chaleur. Les grands lacs septentrionaux, tels que ceux du nord de l'Amérique, de l'Asie . . . se refroidissent chaque jour. Les substances qu'elles tenoient en dissolution, lorsque leur température étoit plus élevée, cristalliseront donc aujourd'hui.

Les lagonis de Toscane, qui ont une température de 50 à 60 degrés, peuvent perdre de leur chaleur. Ils laisseront pour lors cristalliser les substances qu'ils tiennent aujourd'hui en dissolution.

3°. *L'agitation du dissolvant.* Les eaux des mers & des lacs ont dû être autrefois plus agitées qu'elles ne le sont aujourd'hui.

4°. *L'excès d'acide.* Il a dû arriver souvent que des mers Méditerranées, ou des lacs, ont tenu un excès d'acide. Les lagonis de Toscane contiennent beaucoup d'acide sulfureux, d'acide boracique, d'air fixe . . . Ces acides seront saturés par de nouvelles terres qui y seront apportées, telles que de la terre calcaire, de la magnésie, de la terre argileuse, même de la terre quartzeuse. Alors s'opérera la

cristallisation des substances que cet excès d'acide tenoit en dissolution.

5°. *L'addition d'un sel plus soluble.* Des sels marins calcaires & magnésiens qui seront apportés dans des eaux qui tiennent en dissolution des pierres calcaires, des gypses les feront cristalliser.

6°. Des substances calcaires, gypseuses tenues en dissolution dans des mers peu profondes, cristalliseront, si elles sont portées dans les hautes mers.

7°. & 8°. *La composition & la décomposition des sels.* Différentes substances minérales opéreront aussi des cristallisations. Supposons des eaux chargées d'acide vitriolique, provenant de la décomposition des pyrites, de la combustion du soufre ... que ces eaux traversent sur des substances calcaires, elles les déposeront, & il se formera de nouvelles cristallisations.

§. CCI. Il est encore des phénomènes dans les cristallisations minéralogiques, qui méritent toute l'attention du géologue - chimiste.

La plus grande partie des substances minérales, ou, pour mieux dire, toutes les substances minérales, ont été tenues en dissolution par les eaux pour cristalliser, soit d'une ma-

nière régulière, soit d'une manière confuse : & aussi-tôt qu'elles sont cristallisées, elles deviennent insolubles.

Les pierres quartzes, les gemmes, les schorls, les pierres magnésiennes, les pierres argileuses, les pierres calcaires, une fois formés, ne sont plus attaqués par l'eau. On pourroit laisser, pendant des siècles, les plus petites parcelles de ces pierres dans les masses d'eau les plus considérables, qu'elles ne seroient nullement attaquées.

Il n'y a tout au plus que les pierres gypseuses qui soient un peu attaquées par l'eau.

Les pierres qui contiennent beaucoup de chaux de fer à découvert, sont également attaquées un peu par les eaux.

La plus grande partie des mines métalliques est également inattaquable par l'eau, quoiqu'elles y aient été dissoutes lors de leur cristallisation.

Il en est de même des substances bitumineuses.

La cause de ce singulier phénomène n'est point facile à découvrir.

Tous les sels qui ont cristallisé dans l'eau, même ceux qui passent pour être insolubles, se dissolvent dans une quantité plus ou moins considérable d'eau ; au lieu que les substances

minérales y paroissent absolument insolubles.

Les stalactites même, que nous voyons se former sous nos yeux, sont insolubles aussi-tôt qu'elles sont formées.

On ne sauroit cependant dire que ces substances ne puissent pas se dissoudre ; car un grand nombre de faits prouve qu'elles sont dissoutes dans plusieurs circonstances.

Des amygdaloïdes, des toadstones sont remplis de cavités, comme les ponces. C'est qu'un dissolvant quelconque a attaqué les parties qui remplissoient ces cavités, soit qu'elles fussent calcaires, soit de toute autre matière.

On a des calamines, des quartz... cristallisés en dents de cochon, parce que ces substances ont pris la place du spath calcaire, qui a été dissous.

Il est aussi des quartz qui ont pris la place du spath fluor cubique. Le fluor a été dissous, & le quartz conserve l'empreinte cubique.

Enfin nous avons des cristaux de quartz vides & creux, ce qui annonce que ce quartz lui-même a été dissous...

Il est même quelques faits qui peuvent jeter du jour sur ces dissolutions.

Du fer qui se rouille sur du quartz l'attaque, le corrode, le dissout. Or du fer rouillé n'est qu'une chaux de fer chargée d'air fixe. Cette

chaux peut donc attaquer le quartz & le dissoudre. L'air fixe qui s'échappe des eaux de Vals, dissout le quartz qui sert de parois à la fontaine.

Sans doute ces autres substances minérales qui sont dissoutes, le sont également par des eaux chargées de quelque principe qui leur est étranger.

Je pense que la plupart des substances minérales ont été tenues en dissolution par des eaux qui contenoient un excès d'acide. Elles ont cristallisé lorsque cet excès d'acide s'est dissipé.

De nouvelles eaux surchargées également d'un excès d'acide, pourront donc redissoudre de nouveau ces mêmes substances, comme nous venons de le voir.

DES EAUX - MÈRES DE LA CRISTALLISATION DU GLOBE.

§. CCII. La cristallisation générale du globe étant achevée, il est demeuré une masse considérable d'eau, qu'on peut regarder comme l'eau-mère de cette cristallisation: car cette eau n'étoit pas pure. Elle devoit contenir différentes substances, résidu de la cristallisation,

comme le font toutes les eaux-mères. Examinons les phénomènes qu'ont dû produire ces eaux-mères; car ils me paroissent intéressans.

Ces eaux ne contiendront ni parties huileuses extractives ou savonneuses, comme le font les eaux-mères des nitrières, puisqu'il n'existoit rien de semblable dans ces tems là.

Mais elles contiendront :

1°. Quelques portions des terrains cristallisés, savoir, pierres quartzieuses, gemmes, schorls, pierres magnésiennes, pierres argileuses, pierres calcaires, granits, porphyres..... lesquelles n'ont pu cristalliser, parce qu'il y avoit trop d'eau. Ainsi dans toutes les cristallisations salines, il demeure toujours une portion non cristallisée, & qu'on n'obtient qu'en faisant évaporer les dernières parties de l'eau.

2°. Parmi ces substances, qui demeureront dissoutes dans l'eau-mère, se trouveront principalement celles qui exigent le moins d'eau pour cristalliser.

Le feld-spath est une des substances des terrains primitifs qui paroît exiger le plus d'eau pour cristalliser: ainsi il cristallisera le premier, & il en demeurera peu dans les eaux-mères.

Les tourmalines & l'hornblende exigent

encore beaucoup d'eau de cristallisation ; il en demeurera donc peu dans les eaux-mères.

Les quartz exigent moins d'eau pour cristalliser ; il en demeurera donc une certaine quantité dans les eaux-mères.

Mais c'est sur-tout la terre magnésienne qui exige le moins d'eau pour cristalliser. La plupart des sels magnésiens sont déliquescens ; les eaux-mères seront donc chargées de sels magnésiens, de mica, de cornéènes, de trapps, de pétro-silex.

Il se peut aussi que ces eaux-mères continssent une certaine quantité des acides qui ont servi à la dissolution générale, tels que l'air fixe, l'acide vitriolique, l'acide fluorique... parce que ces acides n'auroient pas eu le tems de se combiner, ou ne l'auront pas pu par quelques circonstances.

Il pourroit encore y avoir dans ces eaux-mères quelques portions de terre non dissoutes, telles que des portions d'argiles.

Mais il devoit s'y trouver particulièrement une certaine quantité de minéralisateurs des métaux tenant ces métaux en dissolution ; parce que ces composés sont assez solubles. Les foies de soufre, les foies d'arsenic, sont très-solubles. Tous les acides métalliques le sont également.

Voilà donc ces eaux-mères chargées principalement de substances métalliques en dissolution, de sels magnésiens, de mica, de quelques portions de quartz...

Ces eaux - mères ont ensuite diminué de volume par une cause quelconque.

Les causes qui ont opéré la cristallisation générale ont continué d'agir.

Dès - lors, les parties contenues dans les eaux-mères ont commencé à cristalliser elles-mêmes.

Ces nouvelles cristallisations seront gênées par la grande quantité de magnésie qui s'y trouve.

Dès-lors, nous aurons les granits feuilletés ou *kneis*, dans lesquels la terre magnésienne & le mica dominant. On y trouve peu de feld-spath & presque jamais en beaux cristaux : le quartz y est assez abondant, mais peu cristallisé.

Ce sera encore dans ces mêmes eaux que se cristalliseront d'une manière confuse, les pétro-silex, les trapps, les cornéènes : la terre magnésienne a gêné toutes ces cristallisations.

Les substances métalliques se déposeront dans ces *kneis*, & y formeront de riches fi-

lons, de la manière dont nous l'avons expliqué ailleurs.

Enfin les portions de terres non dissoutes pourront se précipiter en même-tems.

Si nous suivons plus loin ces opérations, nous verrons les continens paroître, les êtres organisés produits, la terre calcaire secondaire s'organiser, de nouvelles couches calcaires se former....

Mais à travers ces couches calcaires premières, il se déposera quelques portions de kneis qui sont encore dans ces eaux. Aussi trouve-t-on souvent dans ces couches, le kneis entremêlé avec le calcaire.

DE LA SURFACE DE LA TERRE.

§. CCIII. Cette surface est composée de continens & de mers. Mais les eaux ont beaucoup plus d'étendue que les terres, particulièrement dans l'hémisphère austral. On a calculé qu'elles occupoient plus de la moitié de la surface du globe, & que par conséquent la portion continentale habitée par l'homme & les animaux terrestres, n'en faisoit guère que le tiers. Car, ils ne peuvent séjourner dans toute l'étendue de cette partie qui leur est

abandonnée. Plusieurs contrées sont inhabitables pour eux, à cause de la rigueur des climats : telles sont les sables brûlans d'Afrique, les régions polaires & les hautes montagnes couvertes de neiges & de glaces, qui ne fondent pas depuis plusieurs siècles.

Cette partie de la terre découverte a été divisée en continens & en îles.

§. CCIV. Les îles sont de petites portions de terrains enveloppées de tout côté par les eaux. Les continens sont au contraire beaucoup plus étendus. Mais, à la rigueur, on pourroit les prendre également pour de grandes îles, puisqu'ils sont enveloppés de toutes parts par l'Océan.

L'Afrique doit être regardée comme une presqu'île considérable, & qui ne tient à l'Asie que par l'isthme de Suez. Elle a même été vraisemblablement une île véritable, lorsque la mer Rouge a communiqué avec la Méditerranée.

L'Amérique paroît être vraiment une île, qui est entièrement séparée de l'Asie par le détroit du Nord. Elle peut même former deux îles, s'il y a un passage de la baie de Baffins, par le canal de Fuentes, dans la mer du Sud.

L'Europe

L'Europe ne tient à l'Asie que par le terrain qui sépare la mer Noire de la mer Blanche, ou de la mer Baltique. Mais si la mer Caspienne a communiqué autrefois à la mer du Nord, ou à la mer Baltique, comme le rapportent les anciens historiens, toute l'Europe & cette portion de l'Asie qui eût été comprise dans ces bras de mer, n'auroient formé qu'une île étendue.

Toutes les terres australes forment des îles plus ou moins considérables.

§. CCV. Les continens sont traversés par différentes éminences, qui s'élèvent à des hauteurs plus ou moins grandes & les coupent en différens sens.

Ces chaînes se propagent dans le sein des eaux, où on en suit différens rameaux, ainsi que Buache l'a fait voir dans ses cartes.

Les îles peuvent être regardées comme le sommet de ces montagnes souterraines; car en approchant de ces îles, on retrouve les chaînes auxquelles elles tiennent.

On avoit cru que les montagnes se propageoient toutes dans une seule direction, & que leurs chaînes s'étendoient de l'orient à l'occident. Mais cela n'est point exact; & pour le prouver, je vais donner un aperçu

général des principales chaînes qui traversent la surface du globe (PL. III).

Elles partent ordinairement du centre des continens, & affectent les figures qu'ont ces continens eux-mêmes, qui n'en doivent être regardés que comme des prolongemens.

§. CCVI. Dans l'Amérique septentrionale, les montagnes dites de l'ouest sont les centres de celles de cette contrée. C'est de leurs flancs que sortent le fleuve Saint-Laurent & le Mississipi, les deux plus grands fleuves de cette partie du Monde, & quelques autres moins considérables qui se jettent dans la mer Pacifique, à l'ouest, & dans la baie d'Hudson, au nord.

Les monts Apalaches sont un des rameaux de cette chaîne, & fournissent toutes les grandes rivières qui arrosent les États-Unis, telles que la Delawarre, la Chesapéak...

La grande chaîne s'étend au nord du nouveau Mexique, & du Mexique, traverse la nouvelle Espagne; & par le détroit de Panama, elle va communiquer aux grandes chaînes du Pérou.

Cette chaîne fournit plusieurs grands fleuves, qui vont se rendre dans le golfe du Mexique; les plus considérables sont:

La rivière aux Canes.

Rio-Bravo.

Rio de Palma.

Elle donne au sud quelques petites rivières, qui se jettent dans la mer Merveille & dans la mer Pacifique.

Les montagnes de Cusco, de Quito, & des environs, sont le centre de celles de l'Amérique méridionale. Elles fournissent l'Amazone, le plus grand fleuve de l'Univers, qui sort du lac Lauricocha. L'Orenoque, Rio-Grande, & d'autres rivières immenses en descendent également.

Cette même chaîne s'étend jusqu'au détroit de Magellan & fournit la rivière Saint-François, la Plata & plusieurs autres.

Toutes ces masses énormes de montagnes qui traversent l'Amérique du nord au sud, & versent de si grands fleuves dans l'Océan Atlantique, ne donnent que quelques filets d'eau dans la mer du Sud.

§. CCVII. Les montagnes de l'Abyssinie sont le point central de celles d'Afrique, & s'étendent du nord au sud depuis la Méditerranée jusqu'au cap de Bonne-Espérance. Elles fournissent les seules rivières de ce continent qu'on puisse appeler fleuves.

1°. Le Nil, qui fort du lac Gambea, & va au nord se jeter dans la Méditerranée.

2°. Le Niger, qui fort du lac Bournou, mais dont la rivière Gombarou, qui se jette dans ce lac, doit être regardée comme la source. Elle fort des montagnes de l'Abyssinie.

3°. La Gambie.

4°. Le Zaire ou Cacongo.

5°. La Coanza.

6°. Le Cumeni ou Bravaghul.

Tous ces fleuves versent leurs eaux dans l'Océan Atlantique.

7°. La Comama ou Zambezé, dont quelques branches viennent du grand lac Maravi.

8°. La Zebée.

9°. La Haouache.

Ces rivières & plusieurs autres moins considérables, se jettent à l'orient, dans la mer des Indes.

Le mont Atlas est un autre rameau de ces montagnes, qui fournit aussi différentes rivières sur la côte de Barbarie & dans le royaume de Maroc. Quelques-unes, telles que celle de Tafilet, de Zis, de Ghir... se perdent dans des lacs.

§. CCVIII. L'Asie a une chaîne principale de montagnes qui la divisent en septentrionale & méridionale. Elles s'étendent de-

puis le mont Taurus, sur les bords de la Méditerranée, jusqu'au ord de la Chine, à l'Océan oriental, sur les confins de la Corée.

On y peut distinguer trois points principaux, la grande chaîne du Taurus, du côté d'Erzeron & de l'Arménie, qui fournit au midi :

L'Euphrate,

Le Tigre,

Quelques petites rivières au nord, dans la mer Noire & la Caspienne,

Et le Kur,

Et l'Aras qui se jettent dans la Caspienne.

Les monts Imaïs & les montagnes du Tibet, dont le centre paroît être du côté de la grande Bukharie, fournissent au midi :

L'Indus,

Le Gange qui se versent dans l'Océan Indien,

Le Gihon,

Le Sihon ou Sideroxas qui se jettent dans l'Aral.

Ces chaînes s'étendent d'un côté au nord & vont former les monts Ourals. Les fleuves qui sortent de ces nouvelles chaînes sont :

Le Jaik ou Oural,

La Katha.

Et d'un autre côté, elles s'étendent au midi jusqu'au cap Comorin, & vont former les gates d'où sortent les fleuves qui arrosent les côtes de Malabar & de Coromandel.

Mais le centre principal des montagnes de l'Asie est dans les monts Altaï, les montagnes Sayanes, & les montagnes Boghdo, au sud du lac Baïkal. Elles donnent naissance à une grande quantité de fleuves considérables.

Au Midi.

L'Aracan.
 Le Menankiou.
 Le Pegou.
 Le Menan.
 Le Mecon.
 Le Kiang.
 Le Hoan.

A l'Orient.

L'Amour.

Au Nord.

La Lena.
 Le Yenisey.
 L'Ob.

Et un grand nombre d'autres rivières plus petites qui se rendent dans celles-ci.

Il y a plusieurs autres fleuves moins con-

fidérables qui se jettent dans la mer du Nord.

D'autres se perdent dans des lacs.

La partie septentrionale des monts Ourals, donne, comme nous l'avons vu, le Jaik & la Kama.

§. CCIX. On retrouve ensuite, du côté de Moscôu, les monts Valdaï, qui forment un autre point central. Ils fournissent au midi :

Le Volga,

Le Don ou Tanaïs, qui se jettent dans la mer de Crimée ou mer Noire,

La Dwina qui se jette dans la mer Blanche,

L'Onéga,

La Neva,

La Dwina qui se jette dans la Baltique,

Le Dnieper qui se jette dans la mer Noire.

Cette chaîne de Moscôu s'étend en Allemagne par les monts Krapacks, & sépare les eaux qui vont se jeter dans la mer Noire, telles que plusieurs rameaux du Dnieper,

Le Bog,

Le Niefter,

Le Pruth,

Et de l'autre côté, dans la mer d'Allemagne :

La Vistule ,
L'Oder.
L'Elbe.

Les monts Krapacks se continuent par les montagnes de la Bohême, celles de la Souabe, le long du Danube jusqu'aux Alpes, dont elles forment un des principaux rameaux.

Car les Alpes doivent être regardées comme le centre principal des montagnes d'Europe. Le mont Saint - Gothard & ses rameaux fournissent les plus grands fleuves de cette partie du monde.

Le Danube, à l'orient ,
Le Rhin, au nord ,
Le Rhône, à l'occident ,
Le Pô au sud-est.

Une des chaînes des Alpes, passant par le Tirol, traverse la Dalmatie, & va former les montagnes de l'Épire, de la Macédoine ou Albanie, de la Romanie, & se termine à la mer Noire, du côté de Massoura. Ce rameau fournit au nord :

La Drave ,
La Save ,
Et autres rivières qui se jettent dans le Danube ;
Et au midi & au sud-est ;
Le Penée & quelques autres petits fleuves

qui se jettent dans la mer Egée & la mer de Marmara.

Une des branches de cette chaîne s'étend par la Thessalie, la Livonie, les îles de l'Archipel jusqu'à Rhodes, & delà, au mont Taurus dans la Caramanie, & va communiquer aux grandes chaînes d'Asie, du côté d'Erzeron.

Un troisième rameau des Alpes s'étend le long du Rhin, & va former les Vosges, d'où fortent :

La Moselle,

La Meuse,

Et différens rameaux du Rhin.

Un quatrième rameau, formant le Jura, s'étend dans les ci-devant Franche-Comté, Champagne & Bourgogne. Il fournit :

La Marne,

La Seine,

La Saône.

Un cinquième rameau s'étend jusqu'à Monaco; il en fort d'un côté :

L'Isère,

La Durance,

Le Var;

Et de l'autre côté, différentes rivières qui se jettent dans le Pô.

Ce rameau s'étendant du côté de Thin, va

communiquer aux Cévennes, qu'on doit regarder comme le centre principal des montagnes de la France. Celles-ci donnent naissance à un grand nombre de rivières :

La Loire.

L'Allier.

Le Cher.

La Charente.

La Dordogne.

La Garonne.

L'Ardèche.

Les Cévennes s'étendent par le pays de Foix.

Les Pyrénées, qui communiquent par ce rameau aux Cévennes, sont un autre centre. Elles donnent à la Méditerranée :

Le Teck,

La Test,

L'Aude ;

Et à l'orient :

L'Adour.

Du côté de l'Espagne, elles fournissent :

L'Ebre,

La Bidassoa.

Les Pyrénées donnent des rameaux qui vont communiquer avec les montagnes des Asturies, de la Castille & de l'Estramadure, & s'étendent jusqu'à l'Océan, du côté de

Lisbonne & du cap de Finistère. Celles-ci fournissent :

Le Miniho.

Le Douro.

Le Tage.

La Guadiana.

Le Guadalquivir.

La Ségura.

Ces chaînes d'Espagne vont ensuite communiquer par Gibraltar, avec Ceuta & le mont Atlas.

§. CCX. Ces grandes chaînes de montagnes donnent naissance, dans leurs écartemens, aux vallées. A mesure que ces vallées s'éloignent des montagnes, elles s'élargissent peu-à-peu, & vont former les plaines.

C'est dans ces vallées & dans ces plaines que coulent tous les ruisseaux, toutes les rivières, & tous les grands fleuves.

Dans les hautes montagnes, les vallées sont étroites & rapides, & d'autant plus que les montagnes sont roides & escarpées.

A mesure que les montagnes s'abaissent, les vallées s'élargissent. Leur pente diminue, & naissent des plaines plus ou moins étendues. Elles sont coupées par de petites montagnes, de petites collines qui les bordent ordinairement des deux côtés.

C'est entre ces petits côteaui que coulent les rivières & les fleuves. Leurs eaux vont ordinairement frapper contre les bafes de ces collines, qu'elles rongent en fe jetant tantôt d'un côté, tantôt de l'autre. Elles forment ainfi des espèces de falaises au milieu des continens.

Les plaines font beaucoup plus étendues que les chaînes des montagnes, & elles forment la majeure partie de la furface du globe.

En Afrique, les plaines font peut-être plus des neuf dixièmes de la furface de ce continent. Car en partant des montagnes de l'Abyffinie, comme centre principal, on trouve, au nord, une plaine immense, bornée par la mer Rouge, & qui s'étend le long de la Méditerranée jufqu'au mont Atlas. Elle comprend l'Egypte & la Barbarie.

Cette plaine s'étend, à l'oueft, par les déferts de Shara, le long du Sénégal, jufqu'à la mer Atlantique.

La grande chaîne des montagnes fe propage par les monts Leupata jufqu'au Cap. Elle donne naiffance, du côté de l'oueft, à différentes vallées, à différens fleuves. Mais toutes ces vallées ne forment, pour ainfi dire, qu'une feule & vaste plaine, qui borde toute la côte

de l'Océan Atlantique. Cette plaine est coupée par quelques collines qui accompagnent le cours des fleuves.

Cette plaine remonte, à l'orient, le long de l'Océan Indien, par le Monomotapa, jusqu'aux montagnes de l'Abyssinie. Mais elle est moins étendue que celle des côtes de l'Océan Atlantique.

L'Asie présente des plaines non moins vastes que celles d'Afrique : & comme ses principales chaînes de montagnes sont au milieu des continens, leurs pentes sont, en général, douces. De grands fleuves coulent vers tous les points de l'horizon.

Ces plaines commencent dans les déserts de l'Arabie, qui ne sont séparés de l'Égypte que par la mer Rouge.

Il y a, le long de cette mer, quelques montagnes escarpées. Elles communiquent à la chaîne du Liban, & se propagent le long de la Méditerranée, traversent l'Asie mineure, & vont jusqu'à la mer Noire, où elles communiquent avec la grande chaîne.

Ce rameau sépare les eaux qui se versent dans la mer Rouge & dans la Méditerranée, de celles qui coulent, à l'orient, dans l'Euphrate & dans le golfe Persique.

Les plaines de la Mésopotamie, où coulent

l'Euphrate & le Tigre , font extrêmement étendues. Elles se prolongent en Perse , dans l'Inde , & dans la Chine jusqu'à la Corée , où paroît se terminer la grande chaîne.

Les plaines recommencent ensuite de l'autre côté de la Corée , le long de l'Amour , & s'étendent jusqu'aux monts Ourals.

Elles reparoissent au-delà de l'Oural , & s'étendent jusqu'à la Baltique. Celles - ci sont coupées par les monts Valdaï , qui s'élèvent au milieu de ce continent. Mais leur hauteur est peu considérable.

Le cours prolongé de tous les grands fleuves de l'Asie annonce assez l'étendue des plaines immenses qu'ils arrosent.

Nulle partie du monde n'a d'aussi grandes masses de montagnes que l'Amérique. Cependant on y trouve encore de vastes plaines.

Les Cordilières de l'Amérique méridionale ont une pente extrêmement rapide du côté de la mer Pacifique , & on n'y voit presque ni plaines ni rivières. Les eaux n'y forment que quelques petits torrens.

Mais du côté de l'orient , il y a des plaines assez considérables depuis le Chili jusqu'à Carthagène. Il faut convenir néanmoins que ces plaines sont traversées par de grandes chaînes de montagnes qui séparent les vallées , où

coulent les grands fleuves de l'Amazone, de l'Orénoque, de Rio-Grande, de la Plata.

La première de ces chaînes sépare le bassin de la rivière de la Plata de celui de la rivière Saint-François.

Une seconde chaîne sépare ce dernier bassin de celui de la rivière des Amazones.

Une autre chaîne sépare l'Amazone de l'Orénoque.

La chaîne des montagnes de Panama, dans l'Amérique septentrionale, est roide des deux côtés, & ne laisse presque point de plaines.

Mais le Mexique a des plaines étendues du côté de l'orient. Elles paroissent moins considérables du côté de la mer du Sud.

La plaine où coule le Mississipi est une des plus étendues du globe.

Cette plaine de la Louisiane n'est séparée de celle du Canada, où coule le Saint-Laurent, que par les monts Apalaches; & il y a encore de grandes plaines le long des rivières qui en sortent.

Le Labrador, les côtes de la baie d'Hudson, renferment aussi des plaines; mais ces contrées ne sont pas encore bien connues.

On peut donc affurer que, même dans

l'Amérique, les plaines sont plus étendues que les montagnes.

L'Europe présente beaucoup moins de plaines que l'Asie & l'Afrique, à proportion de son étendue. Elle est coupée de tout côté par de grandes masses de montagnes, & par des mers Méditerranées. Néanmoins il y a encore de vastes plaines.

La Russie d'Europe offre des plaines étendues depuis les monts Ourals jusqu'à la Baltique, comme nous l'avons vu. Ces plaines sont traversées par la Dwina, qui se jette dans la mer Blanche, par la Néva & par l'autre Dwina. Ces fleuves viennent des monts Valdaï, qui séparent les eaux qui se versent de ces côtés de celles qui se jettent dans la Caspienne & la mer Noire.

Cette plaine se prolonge le long de l'Océan par la Courlande, la Prusse, la Pologne, le Brandebourg, la Basse - Saxe, la Hollande, le Brabant, & la France jusqu'aux Pyrénées. Des fleuves assez considérables, venant des monts Valdaï, des Krapacks & des Alpes, arrosent ces différentes plaines.

Les Pyrénées coupent cette plaine, & la partie occidentale d'Espagne est presque toute de montagnes dont les pentes sont roides.

La plaine recommence du côté du Portugal,

&

& s'étend le long de la Méditerranée jusqu'aux Pyrénées orientales.

Les plaines sont peu étendues en France le long de la Méditerranée, & sur les côtes d'Italie, jusqu'à la vallée du Pô, laquelle est très-considérable.

A l'orient des Alpes, des Krapacks & des Valdaï, on retrouve des plaines immenses en Basse-Autriche, en Hongrie, en Valaquie, en Moldavie, & tout le long de la mer Noire.

Toutes les grandes chaînes de montagnes partent donc à-peu-près du centre des continents. Elles s'étendent en différens sens, & viennent, le plus souvent, se perdre en pente douce sur les côtes de l'Océan. D'autres fois, elles y forment néanmoins des falaises plus ou moins élevées.

Mais ces chaînes paroissent se continuer dans le sein même des mers: & à mesure que celles-ci s'abaissent, on verra des terrains qu'elles couvrent, sortir des montagnes, des vallées & des plaines.

Les géographes, & sur-tout Buache, ont dressé d'avance des cartes de ces lieux sous-marins, dans lesquelles ils ont tracé ces chaînes de montagnes, encore couvertes des eaux. On voit, dans la mappemonde ci-jointe

(*planch. III*), quelques-unes de ces chaînes. On a suivi, pour les tracer, les chaînes des îles & les bas-fonds marqués par les voyageurs.

La première de ces chaînes sous-marines part des côtes d'Afrique par les 10 degrés de latitude australe, & va se rendre sur les côtes du Brésil. C'est la prolongation de la chaîne qui sépare le Zaïre du Niger, laquelle va communiquer avec la chaîne qui sépare la rivière de Saint-François d'avec celle de Rio-grande & des Amazones.

On peut soupçonner une autre chaîne qui vient des Antilles, passe aux îles du Cap-Vert, va se rendre aux Canaries & à la côte de Maroc, & de-là à l'Atlas.

Il y a une troisième chaîne qui s'étend le long des bancs de Terre-Neuve, vient passer aux Açores, & se rend sur les côtes de Portugal.

La mer Pacifique présente deux grandes chaînes de montagnes sous-marines, indiquées par cette multitude d'îles qui se trouvent presque sous chaque tropique.

La chaîne méridionale va communiquer avec les montagnes de la Nouvelle-Zélande d'un côté, & celle de la Nouvelle-Hollande de l'autre.

Et la chaîne septentrionale va communiquer par les îles Mariannes aux côtes de la Chine & du Japon.

Enfin, il y a une autre chaîne qui, des Maldives, s'étend par les îles de l'Amirauté, les îles de France, Madagascar, & va communiquer avec la chaîne du continent qui sépare les eaux de la Couoma de celles de la Zébee.

On peut supposer que la chaîne qui vient se rendre à l'île Socotora, est une continuation de celles de l'Arabie, qui se prolongent le long de la mer Rouge.

Il y a un grand nombre d'autres chaînes moins considérables. Les grands bancs de sable, dont nous parlerons, nous en indiqueront quelques-unes. Tels sont le grand banc appelé le Borneur, qui part de la mer d'Allemagne, & fait le tour de l'Angleterre & d'une partie de l'Ecosse; le banc qui du promontoire des Sept-Caps, sur la côte de Barbarie, s'étend jusqu'au golfe de Lion...

*DES TERREINS PRIMITIFS
ET SECONDAIRES.*

§. CCXI. On distingue les différens terrains dont est formé la surface du globe, à raison des matières qui les composent, en

Granits.

Porphyres.

Kneis.

Calcaires secondaires.

Schistes.

Bitumes.

Calcaires tertiaires.

Gypses.

Terreins métalliques.

Terreins volcaniques.

Car c'est un phénomène constant que chacune de ces matières est placée séparément, & ne se confond nullement avec celles d'une espèce différente. Le calcaire tient au calcaire ; le granitique au granitique . . . S'il se trouve quelque mélange de ces différentes substances, ce n'est que par accident, & très-rarement. Il faut en excepter les terrains volcaniques, qui sont confondus avec tous les autres.

Toutes ces matières, en se déposant, ont

donc suivi les loix des affinités. C'est un des plus grands phénomènes de la Géologie, qu'il ne faut jamais perdre de vue.

On peut rapporter ces terrains à deux grandes classes, les uns dits primitifs, les autres appelés secondaires. Chacun d'eux se sous-divise en plusieurs autres.

DES TERRAINS PRIMITIFS.

§. CCXII. La structure de ces terrains mérite toute l'attention du géologue, parce qu'ils paroissent faire la base de la masse du globe. Ils forment d'énormes masses de cristaux, déposés confusément les uns avec les autres (§. CLI).

Ces masses ne sont ni par bancs ni par couches, comme l'ont prétendu de savans naturalistes. J'ai parcouru une grande quantité de terrains primitifs, & je n'y ai jamais vu de couches. Quelquefois on apperçoit des masses assez considérables de granits, ayant une figure presque rhomboïdale, superposées les unes sur les autres. Mais on ne sauroit regarder ces superpositions pour des couches, puisqu'elles n'ont rien de régulier, & que ces masses, presque rhomboïdales, ne se rencontrent que très-rarement. Le plus souvent ces granits sont fendillés en différens

fens. Ces scissures se correspondent quelquefois : ce qu'on prendroit, au premier coup - d'œil , pour des espèces de couches. Mais un examen plus approfondi en fait bientôt reconnoître la différence.

Les terrains primitifs sont en général composés de granits & de porphyres. Mais ce sont les granits qui en font la majeure partie.

Les élémens des granits sont le quartz, le feld-spath, la tourmaline, l'hornblende & le mica. On y rencontre encore quelquefois d'autres substances, telles que des grenats & d'autres pierres précieuses.

Le porphyre ne se rencontre également que dans les terrains primitifs. Il y est très-abondant, & se trouve souvent mélangé avec les granits.

Les pétro-silex, les trapps, les cornéènes, ou pierres de corne, se trouvent aussi dans les montagnes primitives. Mais ils n'y sont pas ordinairement en masses aussi considérables que les autres substances dont nous venons de parler.

L'amiante, l'asbeste, la serpentine, la trémolite, & la plus grande partie des pierres magnésiennes, appartiennent également aux terrains primitifs. Elles y forment des masses plus ou moins considérables.

Le quartz en masse, ou cristallisé sous le nom de *cristal de roche*, ne se trouve que dans ces terrains. Les beaux morceaux sont dans de petites cavités, appelées *four à cristal*. Il y est quelquefois enveloppé de stéatite d'un gris-blanc; d'autres fois elle est verte. Il s'y trouve aussi de l'argile... Le cristal lui-même est souvent mélangé avec de l'amiante, de la tourmaline, la crispite ou schorl rouge...

Le cristal de roche des granits & des porphyres est quelquefois cristallisé, mais rarement. Il faut en excepter celui qui est dans des géodes ou petits vides, qui se rencontrent quelquefois dans ces masses.

Dans les filons métalliques, il y a beaucoup de quartz cristallisés, mélangés avec des spaths pesans, des spats calcaires, des spaths perlés, des spaths fluors...

Il se trouve encore dans ces terrains primitifs des pierres précieuses ou gemmes, des saphirs, des rubis, des émeraudes, des aigues-marines, des topazes, des hyacinthes, des chrysolites, des jargons, des corindons.... Ces gemmes sont élaborées avec beaucoup de soin par la nature. Elle les dépose quelquefois dans la masse des granits; mais c'est le plus souvent dans des cavités particulières, & dans les terrains secondaires primitifs.

Les schorls, qui comprennent les tourmalines, les ceylanites, les cyanites, les yanonites, les thallites, les leucollites, les crispites, l'oïfanite..... se rencontrent dans ces terrains.

Enfin les spaths fluors s'y trouvent également. C'est sur-tout dans les filons métalliques qu'ils sont fort abondans. Ils y sont mélangés avec d'autres cristaux, comme nous l'avons dit.

Les spaths pesants se rencontrent encore dans les terrains primitifs. Quelquefois ils y sont en grande masse : mais le plus souvent ils sont dans les filons métalliques, sous forme de cristaux.

On trouve aussi dans ces terrains de l'argile. Elle est mélangée avec une grande quantité de parties quartzieuses. Cette argile n'est point à l'état de schiste ; mais elle est déposée en masse.

Néanmoins ces terrains primitifs contiennent des matières calcaires. Nous avons vu que dans l'analyse qu'on a faite de leurs pierres, on en retire une certaine quantité de terre calcaire.

Indépendamment de cette terre, on y trouve des spaths calcaires cristallisés, en assez gros volume, dans les fours à cristaux, dans les filons métalliques.....

Mais la pierre calcaire se rencontre même en grandes masses dans ces terrains. J'ai vu

dans les montagnes granitiques du Beaujolois, de grandes masses de pierre calcaire, des marbres primitifs dont on fait de la chaux. Il y en a des carrières en exploitation au haut de la ville de Thizi, à la Farge proche de Propieres, à Saint-Germain la Montagne.....

Montet en a également trouvé dans les terrains primitifs des Cévennes.

DES TERREINS SECONDAIRES PRIMITIFS, OU DES KNÉIS.

§. CCXIII. On appelle terrains secondaires primitifs, ceux qui sont composés à peu près des mêmes substances que nous venons de voir, mais qui sont déposées par couches. Ce sont des granits feuilletés, nommés kneis ou gneis (§. CLII).

Ces kneis contiennent à peu près les mêmes élémens que le granit; savoir, quartz, feldspath, tourmaline, hornblende & mica; mais ils en diffèrent en ce que la réunion de ces substances n'est point une cristallisation régulière comme dans les granits & les porphyres: c'est un tissu feuilleté dans lequel le mica domine; il s'y trouve une certaine quantité de quartz, très-peu de feld-spath & encore plus rarement de la tourmaline ou hornblende.

Les kneis peuvent, comme les granits, con-

tenir la plus grande partie des pierres précieuses, des schorls, des pierres magnésiennes & des pierres argileuses. On y rencontre particulièrement les grenats, les granatites, les stauro-lites, les yanolites, les thallites, les asbestes, les amianthes.....

Les pétro-filix, les trapps, les cornéennes s'y trouvent aussi fréquemment.

C'est encore dans ces terrains secondaires primitifs que sont la majeure partie des pierres magnésiennes, tels que talc, serpentine, ol-laire, jade....

Enfin ils contiennent les plus riches filons métalliques : & ces filons renferment des cristaux de quartz, de spaths fluors, de spaths pesans, de spaths perlés, de spaths calcaires.

Les kneis sont très-abondans dans les grandes montagnes primitives; ils sont contigus aux granits & les recouvrent souvent. C'est ce que présentent par-tout les grandes chaînes, les Cordilières, les Altaï, les Krapacks, les Alpes, les Pyrénées.... Le Mont-Cenis, le Mont-Rosa, & toutes les bases du Mont-Blanc, contiennent une très-grande quantité de ces knéis.

On trouve mélangées avec les knéis des pierres calcaires, mais qui ne contiennent aucuns débris d'êtres organisés. C'est particulièrement dans ces terrains que sont les marbres

dits salins, comme celui de Carrare, parce que le grain de la cristallifation est gros, & n'offre pas des lames minces comme dans les autres marbres.

DES TERREINS CALCAIRES SECONDAIRES.

§. CCXIV. Auprès des kneis, commencent les grandes couches de pierres calcaires, qui composent la majeure partie de la surface du globe. Il faut les distinguer en deux classes, qui sont assez bien prononcées.

Les premières, qui sont celles dont nous parlons, contiennent très-peu de coquilles; quelquefois même on a de la peine à y en trouver.

Cette pierre est en général assez dure. Quelques-unes ont une cassure conchoïde approchant de celle du silex.

DES TERREINS CALCAIRES COQUILLIERS, OU DES TERREINS TERTIAIRES.

§. CCXV. Les terrains calcaires coquilliers, ou les terrains tertiaires, diffèrent de ceux dont nous venons de parler en ce qu'ils contiennent une très-grande quantité de coquilles, d'os & de dépouilles d'êtres organisés. Il est des pierres calcaires qui paroissent

presque entièrement composées de ces débris.

Toutes les pierres des environs de Paris en contiennent une quantité prodigieuse, qui forment souvent différens lits dans le même banc.

Les Falhuns de la Touraine ne sont que des détritns de coquilles, de madrépores, d'os de poissons. Ils occupent plus de neuf lieues carrées sur une profondeur de vingt pieds.

Les craies paroissent également toutes formées de débris de coquilles.

Cette quantité de coquilles, qui se rencontrent dans ces terrains, indique assez l'époque de leur formation. Elle doit être rapportée à des tems moins reculés, où la multiplication des êtres organisés étoit prodigieuse.

DES TERREINS GYPSEUX.

§. CCXVI. Les gypses contiennent ordinairement beaucoup d'os fossiles, de toutes sortes de dimensions, tels que des mâchoires avec leurs dents, des grands os des écailles de tortue Mais on y rencontre très-rarement des coquilles. Il n'est donc pas douteux que leur formation date de la même époque que les couches coquillières. Aussi

les trouve-t-on dans les mêmes terrains. Ils sont toujours déposés par couches.

Mais un fait qui mérite bien d'être remarqué, c'est qu'on a trouvé, à Montmartre, au milieu des blocs de gypse à plus de 50 pieds de profondeur, deux morceaux de fer qui paroissent avoir été travaillés. L'un avoit la forme d'une espèce de clef, il est cité par Lamanon (*Journal de Physique, année 1780, mois de Décembre*) : & l'autre morceau de fer a la forme de la moitié d'un fer à cheval. Il est déposé dans le cabinet des mines à Paris. Ces faits annonçeroient que la formation de ce gypse est postérieure à l'établissement des sociétés d'hommes ou autres êtres qui employoient ces métaux.

On a, néanmoins, trouvé des gypses qui ne contiennent aucuns débris d'êtres organisés : il y en a dans la vallée de Chamouni.

Ceci prouveroit qu'il peut y avoir des gypses, comme des pierres calcaires, dont la formation soit antérieure à celle des êtres organisés.

On dit même qu'on a trouvé dans les montagnes primitives, du gypse, comme au Mont-Saint-Gothard (1).

(1) Dolomieu, *Journal de Physique*, 1794, p. 183.

DES TERREINS SCHISTEUX:

§. CCXVII. On rencontre, dans les mêmes terrains, des schistes chargés d'impressions d'animaux, tels que des poissons & de végétaux, tels que des roseaux, des bambous, des fougères..... ce sont particulièrement ceux qui recourent les bitumes.

Ces schistes sont déposés le plus souvent par couches plus ou moins inclinées. Ils contiennent ordinairement beaucoup de fer, sur-tout des pyrites qui paroissent s'y former journellement.

DES COUCHES BITUMINEUSES.

§. CCXVIII. Les charbons de terre, ou bitumes, se trouvent toujours dans les terrains secondaires. On n'en a jamais vu dans les terrains primitifs, dans les kneis, ni même dans les terrains calcaires secondaires.

DES TERREINS MÉTALLIQUES.

§. CCXIX. Quant aux substances métalliques, elles sont dans toutes les différentes espèces de terrains, dans les primitifs, dans les kneis, dans les schistes, dans les bitumes, dans les terrains calcaires.

Il n'y a peut-être que les gypses où on n'en ait pas trouvé ; au moins je ne connois point d'observations de filons métalliques dans des gypses.

§. CCXX. Les substances qui composent toutes ces dernières espèces de terrains, sont absolument différentes de celles qui forment les terrains primitifs & les kneis. La majeure partie est de terre ou pierre calcaire de toutes espèces, marbres divers, pierre à chaux, pierre commune à bâtir, craie, marne, gypses, schistes, bitumes....

L'analyse retire de ces différentes espèces de pierres calcaires, une quantité assez considérable de terre argileuse & de terre quartzeuse.

Il s'y trouve aussi assez souvent de la magnésie.

Les chaux de fer y sont très-abondantes.

Enfin on y rencontre quelquefois de la manganèse.

Ainsi on ne peut regarder comme pierres calcaires pures, que les spaths calcaires cristallisés & quelques marbres blancs.

Indépendamment de ces parties quartzeuses, ainsi mélangées avec la terre calcaire, on trouve souvent, dans les terrains calcaires,

une assez grande quantité de pierres quartzes. Ces pierres sont de deux espèces.

Les premières sont les grès. Ceux-ci sont une agglutination de sable quartzes. Ce sable est réuni le plus souvent par un ciment calcaire. On doit supposer que des eaux tenant en dissolution de la terre calcaire aérée, ont coulé sur des sables, & les ont enveloppés. Quelquefois cette terre calcaire a cristallisé, comme on le voit dans les grès cristallisés de Fontainebleau.

L'autre espèce de pierres quartzes qui se trouve dans les couches calcaires, est le caillou ou filex proprement dit, ainsi que la pierre meulière qui n'est qu'une espèce de filex. Cette dernière se rencontre plus souvent dans les couches marneuses ou même argileuses.

Les cailloux ou filex sont ordinairement dans les craies, dans lesquelles ils forment des espèces de bancs séparés par des couches plus ou moins épaisses de craie. Nous avons vu qu'il paroît que les cailloux ont été formés dans ces craies (§. C V).

Les argiles sont fort communes dans ces espèces de terrains. Quelquefois elles sont par couches assez épaisses, & plus ou moins étendues.

étendues. On y rencontre assez souvent des pyrites.

Ces argiles sont fréquemment mélangées avec la terre calcaire, & forment des espèces de marne, ou schiste marneux.

Ces marnes ou ces argiles, forment souvent des couches très-minces, entre des couches plus épaisses de pierres calcaires, de gypse... car tous les grands bancs sont séparés par des couches minces d'une substance étrangère, qui est ordinairement de l'argile ou de la marne.

La plupart des argiles sont colorées par les chaux de fer. On en rencontre très-peu qui soient blanches, & qui, au feu, n'acquiescent une couleur plus ou moins rouge.

Quelques-unes sont colorées par des chaux de manganèse, de cuivre, ou de nickel. Mais cela est plus rare.

Enfin il est des argiles colorées par des matières bitumineuses, mais en assez petite quantité pour se dissiper au feu, sans laisser de traces sensibles de matière charbonneuse, & pour-lors, l'argile devient blanche.

Les schistes, si abondans dans ces terrains, ne sont encore que des espèces de pierres argileuses. Ils se délitent facilement en feuil-

lets plus ou moins épais. Ceux qui sont minces & ont beaucoup de consistance, forment l'ardoise ; les autres forment des tables plus épaisses. Les schistes sont fréquemment remplis d'impressions de plantes, de poissons....

Les mines de charbons se rencontrent ordinairement dans ces schistes : & ce sont ceux-là qui offrent le plus d'impressions de débris d'êtres organisés.

Les schistes contiennent fréquemment des pyrites, qui les colorent en se décomposant. C'est à cette cause qu'est due la couleur de l'ardoise & de la plupart des schistes.

L'acide vitriolique, formé par la décomposition de ces pyrites, se combine avec le fer, l'argile, la magnésie..... & produit des vitriols de fer, de magnésie, du gypse, de l'alun....

Enfin ces pyrites s'enflamment quelquefois & mettent le feu aux charbons.

DES CHAINES DES MONTAGNES.

§. CCXXI. Après avoir considéré en détail la nature des différens terrains qui composent la surface du globe, examinons-les en masses.

Les montagnes granitiques s'offrent les

premières aux regards de l'observateur. Leurs pics fourcilleux ont quelque chose de triste. La végétation y languit. Elles recèlent souvent dans leur sein des filons métalliques. Leurs sommets les plus élevés sont couverts de glaces qui ne fondent plus ; & de leurs flancs sortent les plus grands fleuves du globe. Des sources d'eaux limpides & pures arroseraient de toutes parts leurs pentes rapides.

Ces montagnes primitives paroissent former les sommités les plus élevées du globe. La plupart de ces hauts pics, qui se perdent dans les nues, sont de granit ou de porphyre. Ils dominent toujours les montagnes secondaires. Il ne faut en excepter que quelques pics volcaniques. Au moins n'en connoissons-nous aucune plus haute que Chimboraco, un pic volcanique des Cordilières méridionales, qui a 3217 toises au-dessus du niveau de la mer. —

A côté de celles-ci se montrent les terrains secondaires. Ceux-là ont un aspect tout différent. Leur face est riante. Les productions végétales y sont vigoureuses, parce que leur surface est en général une espèce de marne composée de terre calcaire & d'argile. Les fontaines y sont moins communes ; les eaux courantes se perdent dans les fentes dont ces

terreins font remplis. Elles font ensuite retenues par des lits d'argile, ou des bancs de pierre : & pour lors ces fontaines paroissent sous forme d'assez gros ruisseaux.

Les montagnes secondaires font constamment moins hautes que les primitives. Leurs chaînes marchent le long des premières, & toujours dans la même direction : mais elles s'abaissent avec elles, & sont par-tout moins élevées. C'est ce dont s'assureront facilement les observateurs voyageurs (*pl. VII*).

Dans les Alpes, on voit par-tout les chaînes primitives dominer. Le Mont-Blanc & tous ses rameaux, sont plus élevés que les montagnes calcaires qui sont dans leur voisinage ; le Buet, élevé de 1579 toises, le Bonhomme, élevé de 1255 toises, le Breven, élevé de 1306 toises...

Les Pryénées présentent également leurs pics granitiques au-dessus des calcaires. Quelques-uns de ceux-ci sont cependant très-élevés. Le pic du midi, qui est calcaire, a 1457 toises... Néanmoins, dans cette chaîne, les montagnes granitiques se détruisent avec une grande facilité. Les granits sont tendres, & sont facilement décomposés par l'action des frimats. Les montagnes calcaires, au contraire, y résistent davantage à l'action des

tems & des agens extérieurs. Elles auront donc moins perdu de leur élévation primitive, & pourront paroître quelquefois avoir la même hauteur que les granitiques. Mais elles ne l'ont pas eu dans l'origine.

Dans les Cordilières, se trouvent des montagnes coquillières à une grande hauteur, puisqu'on y a trouvé des coquilles à 2337 toises d'élévation. Mais les chaînes granitiques surpassent encore celles-ci.

Les mêmes phénomènes s'observent dans toutes les autres grandes chaînes, au mont Atlas, aux monts Abyssins, aux monts Valdai... Au près des hautes montagnes primitives, on en voit de secondaires, toujours un peu moins élevées que celles-ci. Et à mesure que les chaînes granitiques s'abaissent, les secondaires éprouvent la même diminution proportionnellement : en sorte qu'on peut dire en général, que les montagnes primitives sont plus élevées que les secondaires qui leur correspondent.

Cet abaissement des montagnes primitives se prolonge même jusqu'à la mer, & dans la mer. On voit des chaînes granitiques se plonger dans ses eaux. C'est ce qu'offrent presque par-tout les côtes de France, depuis Cherbourg jusqu'aux sables d'Olonne. Les côtes

correspondantes d'Angleterre, dans la principauté de Galles, sont également granitiques; en sorte qu'on ne peut guère douter que le granit ne s'étende très-loin dans le sein de la mer, des deux côtés de la Manche : & si cette mer venoit un jour à se dessécher, on retrouveroit peut-être, le prolongement de la chaîne granitique d'une de ces contrées à l'autre; au moins ne seroient-elles séparées que par quelques plaines de terrains secondaires, comme le sont, par exemple, les granits de la ci-devant Bretagne & du ci-devant Limoufin. Les granits se plongent aussi dans la mer auprès de Toulon, & peut-être vont-ils communiquer avec ceux de la Corse. La même chose s'observe sur un grand nombre de côtes.

§. CCXXII. Des savans naturalistes ont prétendu que les terrains primitifs étoient toujours séparés des secondaires par des kneis ou des schistes. Cela s'observe, ajoutent-ils, constamment dans les monts Altaï, dans l'Oural . . . On y voit par-tout le kneis se trouver entre les deux autres espèces de terrains, suivant Pallas. Les mêmes phénomènes, disent-ils, s'observent dans les autres grandes chaînes, les Alpes, les Pyrénées. Ferber prétend que toutes les montagnes du Tirol présentent la même structure.

Je crois qu'on a trop généralisé les faits particuliers. Il est très-vrai que les kneis se trouvent ordinairement au bas des grandes chaînes primitives, & que par conséquent ils les séparent des terrains secondaires. Mais cela n'arrive qu'assez rarement, & c'est ordinairement dans les hautes montagnes.

Car, le plus souvent, les terrains primitifs sont contigus avec les schistes, qui portent les empreintes de débris d'êtres organisés, & avec les charbons. Nous avons vu que c'est dans ces lieux que sont ordinairement les mines de charbons (§. CLXXXV).

Très-souvent encore les terrains calcaires secondaires & les coquilliers sont contigus aux terrains primitifs, & reposent sur eux. C'est un fait que les observateurs auront occasion de vérifier sans cesse. Il seroit donc inutile d'en citer des exemples. Par-tout, dans les grandes montagnes, on voit le calcaire reposer sur le granit.

Par conséquent on a trop généralisé l'observation que les kneis séparent toujours les granits primitifs des autres terrains, puisque les couches calcaires & les schistes bitumineux sont souvent contigus aux granits.

§. CCXXXIII. Il est une autre distinction

dans les montagnes secondaires, qui est plus fondée.

Dans la première origine de la formation de ces couches secondaires, les êtres animés étoient peu abondans. Par conséquent, on trouve une très-petite quantité de leurs débris, tels que coquilles, os, plantes . . . dans les montagnes calcaires, qui ont été formées à cette époque, & dont l'élévation atteste l'ancienneté. Il y a néanmoins quelques coquilles qui prouvent que les êtres organisés existoient à cette époque de la formation de ces montagnes.

On a appelé ces montagnes *calcaires secondaires*, pour les distinguer des montagnes *calcaires primitives*, qui ne contiennent aucuns débris d'êtres organisés, & des montagnes *calcaires tertiaires*, qui sont tellement remplies de coquilles, que plusieurs en paroissent uniquement composées. Car à mesure que les êtres organisés se multiplioient, leurs débris devinrent plus abondans dans les couches contemporaines.

Les charbons ne sont que des débris des êtres organisés : & les schistes, qui leur servent de toit & de mur, sont également remplis d'impressions de plantes & de poissons.

Quoique les montagnes primitives soient

les plus élevées du globe, & qu'elles le parcourent en différens sens, elles forment cependant la plus petite partie de sa surface, parce qu'elles ont très-peu de largeur. Souvent cette largeur n'est que d'une lieue, & même moins. Elle a rarement plus de cinq à six lieues.

Ces chaînes primitives se prolongent dans la direction des grandes masses que nous avons suivie. Mais, en s'abaissant, elles finissent par être recouvertes par les terrains secondaires. Il est cependant quelques chaînes primitives qui s'étendent jusques sur les bords de la mer, & se prolongent sous les eaux (§. CCXXI).

La plus grande partie de la surface du globe est par conséquent composée de terrains secondaires; c'est-à-dire, de schistes chargés d'impressions d'animaux & de plantes, de charbons, de montagnes calcaires secondaires & tertiaires, & enfin de gypses.

§. CCXXIV. L'exposé succinct que nous venons de faire des chaînes de montagnes & des plaines qui en naissent, fait voir qu'elles n'ont point la direction régulière qu'on avoit cru y reconnoître, & que cette direction varie dans chaque continent (*pl. III*).

Car, en Amérique, la direction de la chaîne des montagnes est du nord au sud. Elle

court depuis les 50° nord, & peut-être de plus loin, jusqu'au détroit de Magellan.

Il y a ensuite des chaînes collatérales qui ne laissent pas que d'être très-étendues. Elles se prolongent le long des vallées où coulent les grands fleuves, tels que le Saint-Laurent, l'Orénoque; l'Amazone, la Plata... Plusieurs de ces rameaux se prolongent sous l'Océan (§. CCX).

Les principales chaînes de montagnes d'Afrique ont également leur direction du nord au sud. Depuis le cap de Bonne-Espérance, elles s'élèvent jusqu'aux montagnes de l'Abyssinie; & de-là elles descendent le long de la vallée du Nil jusqu'à la Méditerranée.

Elles ont ensuite des chaînes collatérales à l'orient & à l'occident, qui se prolongent le long des vallées des différens fleuves. Celle qui accompagne le Niger est d'une grande étendue, se propage sous l'Océan, & va communiquer avec les chaînes du Brésil, qui séparent la rivière Saint-François de celle des Amazones & de Riogrande.

Le cours principal des chaînes de l'Asie est de l'orient à l'occident, en partant des bords de la Méditerranée jusqu'au Kamschatka. Elles divisent l'Asie en méridionale & en septentrionale.

Mais d'autres chaînes se prolongent le long des vallées arrosées par les grands fleuves. La direction en est par conséquent vers tous les points de l'horizon.

Le premier de ces rameaux partant du Taurus, s'étend le long de l'Asie mineure, en séparant les eaux de l'Euphrate de celles qui se versent dans la Méditerranée, gagne le Liban, & se prolonge jusqu'en Arabie.

D'autres rameaux s'étendent le long de l'Euphrate & du Tygre.

Un rameau plus considérable va former les montagnes des Gates, & sépare les eaux de l'Indus de celles du Gange.

D'autres rameaux séparent les vallées où coulent le Pégou, le Menan, le Mécon, le Kiang, le Hoan, l'Amour, la Léna, le Yéniféi, l'Ob : & ils sont très-étendus.

Mais les monts Ourals sont la plus considérable de ces chaînes collatérales. Ils s'étendent jusqu'à la mer Glaciale : & si on suit cette chaîne à l'orient du lac Aral, on voit qu'elle se prolonge dans la Bukarie, gagne le Tibet, & va former les Gates, en séparant les eaux de l'Indus de celles du Gange, & s'étendant jusqu'au cap Comorin & à Ceylan. Ce rameau ne seroit donc guère moins long que la grande chaîne qui va de l'orient à l'occident.

Les montagnes de l'Europe sont plus coupées, & leur direction varie sans cesse. Cependant la chaîne principale est depuis Lisbonne ou le cap Finistère, jusqu'aux monts Valdai, & à la mer Blanche du côté d'Archangel, ou même jusqu'à Wardhus.

Cette disposition de chaînes de montagnes & de vallées forme des bassins naturels, où coulent les fleuves. On doit toujours concevoir, dans l'espace qui sépare deux fleuves, une ligne de démarcation, laquelle fixe les limites des eaux qui se versent dans l'un ou dans l'autre. Cette ligne détermine l'étendue du bassin de chaque fleuve. Il est bien facile de suivre, sur les cartes, ces lignes de démarcation, depuis une extrémité des continens jusqu'à l'autre.

Il faut bien observer que, dans toutes ces dispositions des grandes chaînes de montagnes, il se trouve toujours un côté où la pente est roide & escarpée : les vallées par conséquent courtes & resserrées, les fleuves peu considérables.

L'autre côté au contraire a une pente douce : les vallées s'étendent au loin ; les eaux courantes y sont en grande masse.

Les Cordilières offrent ce phénomène d'une manière bien sensible. Les pentes, à l'orient,

en font douces , les vallées très - prolongées. Les fleuves sont les plus considérables du globe.

Leur pente , au contraire , du côté de la mer du Sud à l'ouest , sont extrêmement roides. Il n'y a presque point de vallées ni d'eaux courantes depuis le cap Horn jusqu'à la mer Vermeille.

L'Afrique présente le même effet , mais dans un sens inverse. Les pentes , à l'ouest , sont extrêmement prolongées ; les vallées sont immenses , les fleuves considérables ; & ils le feroient bien davantage , sans la grande chaleur , qui y cause une évaporation prodigieuse.

Les pentes de ces mêmes montagnes sont roides à l'est du côté de l'Océan Indien ; les plaines peu étendues , les cours d'eau peu considérables.

Toute la chaîne des montagnes d'Afrique , qui côtoie la mer Rouge , est fort roide ; & il y a peu d'eaux courantes.

La chaîne d'Arabie , qui est le long de cette même mer , est également fort escarpée.

La chaîne du Liban , qui se prolonge dans l'Asie mineure jusqu'à la mer Noire , est également escarpée du côté de la Méditerranée. Ses pentes sont plus douces , à l'orient , du côté de l'Euphrate.

La grande chaîne des montagnes d'Asie est à-peu-près au milieu du continent. Néanmoins on y apperçoit, en plusieurs endroits, le même phénomène. Ainsi, l'Euphrate va prendre sa source jusqu'auprès de la mer Noire. Par conséquent les pentes du Taurus sont très-douces & très-prolongées au midi, & elles sont roides du côté du nord. Du côté de Peking, de la Corée, les pentes des montagnes sont roides au midi, & très-prolongées à l'orient & au nord. La côte de Malabar est très-étroite, les pentes des Gates, jusqu'à la Bukarie, y sont roides; & la côte de Coromandel est étendue, la pente des Gates y est douce La pente de l'Oural est roide à l'orient, & douce à l'occident: & c'est la même chose, en général, dans toutes les montagnes de l'Asie septentrionale. Les pentes y sont roides à l'orient, & douces à l'occident.

Les montagnes d'Europe présentent le même phénomène en plusieurs endroits.

La grande chaîne qui sépare la Suède de la Norvège, a des pentes douces à l'orient, & elles sont très-roides au couchant.

Toutes les côtes de la mer, depuis Pétersbourg jusqu'aux Pyrénées, sont assez douces: les plaines y sont prolongées; les pentes des montagnes y sont étendues. Elles sont au

contraire plus roides dans l'autre sens. Les bords du Rhin sont escarpés à l'orient. Les Alpes sont plus roides du côté de l'Italie que du côté de France. Les Cévennes, & leur prolongement dans la Bourgogne, ont des pentes douces du côté de l'Océan ; elles fournissent de grands fleuves : & à l'orient, leurs pentes sont roides ; elles ne donnent que quelques petites rivières, qui se jettent dans la Saône & dans le Rhône.

Les Pyrénées ont des pentes roides du côté de la Méditerranée ; elles ne fournissent que quelques petits torrens. Leurs pentes sont plus douces du côté de l'Océan ; & l'Adour, qui en sort, est un assez grand fleuve, ainsi que plusieurs rameaux de la Garonne.

Les montagnes d'Espagne ont des pentes prolongées, à l'orient & au sud, sur la Méditerranée & vers le Portugal ; tandis qu'à l'occident, leurs pentes sont roides, leurs plaines peu étendues, leurs eaux courantes peu considérables.

Le même phénomène s'observe dans la plupart des montagnes & des collines, même les moins élevées. Il y a toujours un côté dont la pente est rapide, & contre lequel viennent battre les eaux courantes ; tandis que, de l'autre côté, les pentes sont douces, &

se prolongent à une distance plus ou moins éloignée. C'est un fait qu'il sera facile à tout observateur de vérifier jusques dans les plaines les moins étendues, & les moindres vallées.

Mais il faut observer qu'assez généralement les pentes escarpées se correspondent ; c'est-à-dire, qu'elles sont du même côté d'une mer, d'un golfe, & les pentes douces sont de l'autre.

Les pentes douces des grandes montagnes d'Amérique sont à l'orient, & correspondent aux pentes douces des montagnes d'Afrique, qui sont à l'occident.

Les montagnes qui bordent la mer Rouge à l'orient, du côté d'Arabie, sont très-escarpées, ainsi que celles qui la bordent à l'occident du côté d'Afrique.

La mer Adriatique est bordée par des montagnes escarpées sur ses deux rives. Celles de la Dalmatie ont leurs pentes roides sur cette mer, tandis que leurs pentes sont assez douces de l'autre côté.

Les Apennins ont des pentes escarpées sur cette même mer Adriatique, & leurs pentes douces sont sur la mer de Naples.

Tous ces phénomènes locaux doivent être observés soigneusement, parce qu'ils tiennent sans doute à la grande structure du globe.

§. CCXXV. La manière dont se comportent les chaînes des montagnes primitives, relativement à celles des autres terrains, mérite encore une attention toute particulière de la part du géologue. Nous avons jusqu'ici peu de données exactes à cet égard. J'ai suivi une partie de celles de France, & je vais rappeler ce que j'en ai dit ailleurs (1).

Les Cévennes me paroissent le centre principal des montagnes primitives de France. Elles fournissent différens rameaux, qui s'étendent à une distance plus ou moins considérable.

Celui que nous regarderons comme le premier, s'étend le long de l'Ardèche jusques du côté d'Alès . . .

Le second rameau de ces chaînes primitives traverse le Rhône du côté de Tournon & de Vienne, sur une largeur de sept à huit lieues. Il va se joindre aux Alpes du côté de Briançon. Il contient plusieurs mines de plomb, de cuivre, d'argent, d'or.. Mais ce rameau ne touche pas immédiatement les granits des

(1) *Journal de Physique*, Janvier 1786. J'y avois joint une petite carte qui a été mal exécutée, & que j'aurois désiré faire graver avec plus d'exactitude pour cet ouvrage.

Alpes. Les plaines secondaires du Dauphiné l'en séparent.

Le troisième rameau que donnent les Cévennes, forment les montagnes du Beaujolois. Il passe à Saint-Etienne, à Tarare, à Thizy, à la Claitte, à la Guiche, à Mont-Cénis, à Autun, à Saulieu, à Avalon . . . , où il se perd. Ce rameau a, comme l'on voit, plus de soixante-dix lieues de longueur. Mais sa largeur est très-bornée. Elle n'a quelquefois qu'une lieue. On y trouve les mines de cuivre de Saint-Bel, de Seizy, quelques mines de plomb . . . & il y a sur ses flancs un grand nombre de mines de charbons . . .

Un quatrième rameau, séparant la Loire de l'Allier, forme les montagnes du Forez. Il passe à Roane d'un côté, & à Thiers de l'autre. Il va se perdre du côté de Pierre-le-Mou-thier.

La plaine de Mont-Briffon, qui est calcaire, se trouve au-dessus de Roane presque entièrement enfermée par ces troisième & quatrième rameaux granitiques. On est fondé à croire qu'elle a formé autrefois un lac.

Un cinquième rameau, séparant l'Allier du Cher, se détache du côté de la (ci-devant) Haute-Auvergne, passe au-dessus de Clermont, de Riom, & s'étend du côté de Mont-Luçon.

Un sixième rameau sépare les eaux du Cher, & s'étend du côté de Limoges & de Rochechouard. De ses ramifications sortent l'Indre, la Creuse, la Sèvre, la Vienne & la Charente.

Un septième rameau sépare les eaux de la Charente de celles de la Dordogne.

Un huitième rameau, s'étendant par Castelnaudary, dans le pays de Foix, sépare les eaux de la Dordogne de celles de la Garonne. Il forme aussi le point de séparation des eaux qui se versent d'un côté, dans l'Océan, & de l'autre dans la Méditerranée. Ce rameau va communiquer aux Pyrénées.

Les Pyrénées sont un autre grand centre de montagnes primitives, dont les rameaux s'étendent en Espagne, ainsi que nous l'avons dit.

Les montagnes primitives de Bretagne sont un autre point central, qui donne différens rameaux, dont les uns s'étendent du côté de Brest, & les autres du côté d'Alençon, enfin, les autres du côté de la principauté de Galles.

Les Vosges, & les Alpes Dauphinoises, forment un quatrième point central de chaînes granitiques. Elles longent le Rhin, tiennent aux hautes Alpes, au Saint-Gothard, au Saint-Bernard, au Mont-Blanc, gagnent Briançon,

& de-là s'étendent jusqu'à Toulon : & sans doute elles vont communiquer avec celles de Corse.

Voilà donc quatre points principaux de montagnes primitives dans toute l'étendue de la France. Les Cévennes en font la masse la plus considérable : & celles-ci communiquent aux autres points , comme nous l'avons vu.

Le rameau qui s'étend du côté de Tournon , va communiquer aux Alpes , dont il est séparé par les plaines du Dauphiné.

Le rameau du Limoufin communique aux montagnes de Bretagne , dont il est séparé par les plaines du côté de Nantes.

Le rameau de Castelnaudary va communiquer aux Pyrénées , & en est aussi séparé par des terrains calcaires.

Tel est le coup-d'œil général des différentes chaînes des montagnes qui traversent la France. Il faudroit dresser des cartes où la nature de chaque terrain seroit marquée. Les employés dans l'exploitation des mines de France , s'en occuperont sans doute.

Les mêmes communications ont lieu entre toutes les grandes chaînes primitives du globe ; elles s'envoient des rameaux , recouverts , le plus souvent , dans leurs parties inférieures , par des terrains secondaires qui forment les plaines.

Ces terrains secondaires interrompent la communication des masses primitives. Le tableau de cette communication des chaînes primitives est un beau travail qui reste à faire à la Géographie-Physique.

DES GALETS

ET DES ATTÉRISSEMENS.

§. CCXXVI. Par attériffement, on entend les dépôts de matières non dissoutes que font les eaux, soit celles des mers, soit celles des lacs, soit celles des fleuves. Ces matières font, le plus souvent, roulées & arrondies par le frottement : &, dans ce cas, on les appelle *galets*.

Il faut distinguer ces galets en deux espèces, ceux des fleuves, ceux des mers & des lacs.

GALETS DES FLEUVES.

§. CCXXVII. Journallement on voit se former des attériffemens à l'embouchure des grands fleuves. Toutes les îles qu'on y rencontre en si grande quantité ne sont que des produits de ces attériffemens. Elles ferment, en partie, le passage aux eaux du fleuve, qui est obligé de se frayer un cours à côté de ces

îles. C'est ce qu'on observe particulièrement à l'embouchure de l'Amazone, de l'Orénoque, du Saint-Laurent, du Gange, de l'Indus, du Nil, du Danube, du Rhône... & de toutes les grandes rivières.

La plupart des plaines où coulent ces fleuves, sont également remplies de pareils dépôts. On reconnoît que ce sont des attérissements, parce que la nature du terrain est différente de celui de la plaine, & que les pierres qui s'y trouvent sont arrondies, & sont de vrais galets.

Ces pierres roulées, ou galets, sont apportées des montagnes supérieures : & en remontant la vallée, on rencontre, dans la montagne, les lieux d'où ont été détachés ces galets. La montagne est-elle de terrains primitifs ? Les galets en sont également. Ils seront au contraire calcaires, gypseux, volcaniques... si les montagnes supérieures sont calcaires, gypseuses ou volcaniques.

Cependant il est quelquefois difficile de retrouver dans les montagnes supérieures le lieu d'où ont été détachés les galets, parce qu'ils viennent de très-loin.

Ces galets, ou pierres roulées, s'agglutinent souvent, & sont enveloppés par un suc pier-

seux quelconque, qui les réunit, & en forme des poudings ou des brèches (§. CLVII & CLVIII).

GALETS DES LACS ET DES MERS.

§. CCXXVIII. Mais il y a une autre nature de galets absolument différens de ceux-ci. Ce sont ceux qu'on trouve à des hauteurs très - considérables au-dessus des plaines. Par exemple, auprès de Lyon, les monticules de Balmont, de la Croix-Rouffe... contiennent une grande quantité de galets assez gros. Ces monticules sont élevés de plus de cent toises au-dessus de la plaine du Dauphiné. Ils n'ont donc pu être formés par le Rhône, qui se feroit plutôt jeté dans les plaines du Dauphiné.

Une partie de la Limagne d'Auvergne, ou de la plaine du côté de Clermont, de Riom, à une assez grande distance de l'Allier, est jonchée de galets semblables à la pierre de Volvic. Cette pierre, comme l'on fait, est une lave du Puy-de-Dôme. Ces galets se trouvent beaucoup au-dessus du niveau de la rivière d'Allier, qui d'ailleurs les auroit chariés plus loin. La position même des montagnes ne paroît pas avoir permis à l'Allier de remonter jusqu'à Volvic, élevé de plusieurs cen-

taines de pieds au - dessus du niveau de la plaine.

On doit supposer que cet effet a été produit par les eaux des mers, qui devoient être proche du volcan dans le tems de son éruption. On n'ignore pas que les volcans en activité sont presque toujours auprès des mers.

Sans doute on trouveroit beaucoup de ces galets volcaniques dans les mers de Naples, de Sicile, d'Islande...

Un grand nombre de pareils attérissemens, ou galets, se trouvent à des hauteurs plus ou moins considérables au-dessus du niveau actuel des rivières. Il y a de ces galets à la Valorfine, à plus de mille toises de hauteur, & à la montagne du Bon - Homme à plus de douze cents toises de hauteur au-dessus du niveau des mers (1).

Ces attérissemens doivent donc tous être attribués, comme ceux de la Limagne, à l'action des eaux des mers : & on peut concevoir la manière dont elles les ont amoncelés à des hauteurs plus ou moins considérables au-dessus des plaines ou des vallées.

Sur la plupart des côtes des grandes mers,

(1) Saussure, *Voyage dans les Alpes*, §. 690.

les eaux apportent une grande quantité de galets. Elles les agitent avec force dans le tems des marées & dans celui des tempêtes. Elles y déposent aussi des sables, à travers desquels se trouvent ces galets.

Or ces côtes sont plus ou moins élevées au-dessus du fond de la mer. Prenons Douvres pour exemple. La côte y est parsemée d'assez gros galets que la lame y apporte. Or Douvres se trouve à une hauteur plus ou moins considérable, relativement aux différentes parties du fond de la Manche. Si la mer diminue assez pour que la Manche se dessèche, on trouvera donc des galets à une hauteur quelconque au-dessus du niveau de ces plaines ou vallées : & il sera bien prouvé que ces galets y auront été apportés par les eaux de l'Océan.

Il se peut que quelques-uns de ces galets, même la plus grande partie, viennent du débris des montagnes voisines, qui, dégradées par les eaux, tombent dans leurs seins. Ces eaux les agitent, & les charient plus ou moins loin.

Mais à quelle distance peuvent-elles les charier? C'est ce que nous ignorons. Il est probable qu'elles peuvent les transporter à d'assez grandes distances.

Ajoutons que les eaux des mers peuvent prendre les galets apportés de très-loin par les fleuves, & ensuite les transporter encore à de plus grandes distances; ce qui par conséquent dénature entièrement les galets, dont on ne retrouve plus les analogues dans les montagnes voisines. On expliquera ainsi pourquoi les galets de certaines vallées n'ont pas leurs analogues dans les montagnes voisines. Mais ce cas est rare.

Ces transports sont sur-tout favorisés par les marées. Des mouvemens violens des mers, tels que le sont les marées à Saint-Malo, auront pu transporter à une assez grande distance des galets d'un certain volume.

Les gros tems, les tempêtes favoriseront encore l'action des marées pour faciliter ces transports.

§. CCXXIX. Mais examinons plus particulièrement les attérissemens formés par les fleuves.

Une partie de la Hollande a été produite par des attérissemens. On a creusé un puits auprès d'Amsterdam à deux cent trente-deux pieds de profondeur, dit Varénus; les premiers cent pieds n'étoient composés que de terre végétale, ou humus, de sable, de tourbe, d'argile. On trouva ensuite une couche de

fable, mêlée de coquilles, qui avoit quatre pieds d'épaisseur. Succéda une couche de cent deux pieds de glaife; & ensuite une autre de trente-un pieds de fable. . . . & fans doute ce fable s'étendoit plus loin.

Ainsi, à deux cent trente-deux pieds, on ne trouvoit que du fable. Or, ce fable est certainement un produit des attérissemens.

Il n'est pas douteux que la plus grande partie de la côte de la mer d'Allemagne ne soit formée de pareils attérissemens. Les fouilles qu'on fait sur les côtes de la Prusse, pour extraire le succin, ne donnent que des sables, des graviers, à travers lesquels sont placés les arbres dans lesquels est le succin. On a poussé ces fouilles jusqu'à plus de cent pieds de profondeur.

Une partie de la Lombardie est également due aux attérissemens. Le Pô y a transporté une quantité immense des débris des montagnes supérieures. Ramazzini, qui rapporte les fouilles faites auprès de Modène, dit que lorsqu'on est parvenu à quatorze pieds de profondeur, on trouve les ruines d'une ancienne ville, des maisons, des rues pavées; ensuite une terre assez solide: au-dessous, une terre humide, mêlée de beaucoup de végétaux. A la profondeur de vingt-six pieds, on trouve

des arbres tout entiers , comme des noisetiers avec leurs fruits , une grande quantité de branches & de feuilles. A vingt-huit pieds , on trouve une craie tendre , mêlée de beaucoup de coquillages. Ce lit a onze pieds d'épaisseur. On retrouve , au-dessous de ce lit , des végétaux , des feuilles , des branches , & ainsi alternativement de la craie & une terre mêlée de végétaux , jusqu'à la profondeur de soixante-trois pieds..... A cette profondeur est un lit de sable , mêlé de petit gravier & de coquilles semblables à celles qu'on trouve sur les côtes de la mer d'Italie. On y trouve aussi des os , du charbon de terre , & des morceaux de fer. Ramazzini en conclut que le golfe de Venise s'étendoit autrefois jusqu'à Modène , & au-delà , & que , par la succession des tems , les rivières , & peut-être les inondations de la mer , ont formé successivement ce terrain.

Le Delta , ou la Basse-Egypte , a été reconnue , de tout tems , pour un produit des attérissemens du Nil. C'étoit un fait admis par les prêtres d'Egypte , & qui nous a été transmis par Hérodote & tous les historiens les plus anciens. « Ce que me disoient les prêtres d'Egypte me paroît fort raisonnable. Tout homme » judicieux , qui n'en a point entendu parler

» auparavant, remarquera, en le voyant, que
 » l'Égypte, où abordent les Grecs (c'est le
 Delta), » est une terre de nouvelle acqui-
 » sition, & un présent du fleuve. On portera
 » aussi le même jugement de tout le pays,
 » qui s'étend au-dessus du lac Moëris jusqu'à
 » trois journées de navigation ». (Hérod.
Liv. 2.)

Damiette étoit un port où Louis IX aborda,
 au douzième siècle : & aujourd'hui il est fort
 éloigné de la mer.

Une partie des plaines où coulent les fleuves
 de l'Amazone & de l'Orénoque, sont égale-
 ment le produit de l'attérissement de ces fleu-
 ves. Nous connoissons peu ces contrées; mais
 nous ne pouvons douter que des masses d'eau
 aussi considérables, & descendant des mon-
 tagnes les plus élevées du globe, n'entraînent
 avec elles beaucoup de sables & de galets. Les
 nombreuses îles qu'on trouve dans ces fleuves,
 & sur-tout à leur embouchure, ne sont formées
 que de ces attérissemens.

La vallée où coule la Seine a été également
 comblée en plusieurs endroits par des attéris-
 semens. On a creusé des puits dans la plaine
 de Grenelle; on y a trouvé des sables, des
 galets, & un arbre à la profondeur de plus de
 soixante pieds.

§. CCXXX. La formation journalière de ces atterissemens explique comment les plaines s'augmentent continuellement. Car l'action des tems, les frimats, & sur-tout les pluies, dégradent sans cesse les montagnes, en diminuent les sommets élevés, & les amènent à une pente douce, qui, lorsqu'elle est à un certain point, par exemple, à 40 degrés, se soutient plus long-tems.

Mais les eaux charient toutes ces terres dans les fleuves, & par conséquent exhausserent les plaines, comme nous venons de voir que cela a lieu en Hollande, en Lombardie, en Égypte, dans l'Inde, & en général le long de tous les grands fleuves.

Une partie de ces débris est transportée jusques dans le sein des lacs & des mers, & en comble par conséquent les bassins.

Les plaines s'étendront donc par ces deux causes réunies, la diminution des montagnes d'un côté, & de l'autre le comblement des lacs & des mers.

De tous les faits que nous venons d'exposer, il s'ensuit que les montagnes & collines doivent perdre continuellement, & d'autant plus que leurs pentes sont plus rapides. Aussi, toutes les montagnes présentent partout des débris.

Quelques-unes des plus élevées sont couvertes de neiges & de glaces qui ne fondent plus, & en font, par conséquent, défendues. La cime du Mont-Blanc, par exemple, est dans ce cas.

Mais toutes ces chaînes collatérales, connues sous le nom d'*aiguilles*, ne présentent que ruines. Car ces aiguilles ne sont que des sommets de quelques rochers absolument dépouillés, & totalement dégradés. Leur masse étoit sans doute autrefois beaucoup plus considérable. Toutes les autres chaînes des Alpes offrent les mêmes phénomènes.

Les Pyrénées sont dans un état de décomposition encore beaucoup plus grand. Les granits s'y altèrent avec la plus grande facilité.

Les monts Altaï ne présentent que ruines, surtout du côté du nord. Leur dégradation est telle, que Pallas n'a pas craint de dire qu'elle n'avoit pu être opérée que par des courans rapides venus du midi, qui avoient passé sur toutes ces montagnes, & s'étoient ensuite versés dans la mer du Nord.

Les Cordilières ne sont pas moins dégradées par les mêmes causes. Leurs vallées sont comblées par des sables & des ruines, que

les eaux charient des cimes les plus élevées.

Nous ne connoissons pas les montagnes de l'Abyssinie. Mais il n'est pas douteux qu'elles n'éprouvent les mêmes dégradations. Nous en pouvons juger par les attérissemens qui forment le Nil, le Niger, & tous les grands fleuves qui en sortent.

C'est à ces dégradations que nous devons ces amas de gros blocs de granits & autres pierres qu'on trouve sur plusieurs montagnes. Ils ont résisté à la décomposition, tandis que les parties qui les entouroient, ont été emportées.

Nous pouvons donc regarder comme un fait certain, que toutes ces montagnes étoient primitivement beaucoup plus élevées & beaucoup plus considérables. Mais nous ne saurions assigner les quantités de ces dégradations, qui, je le répète, ont abaissé les montagnes plus qu'on ne le pense communément.

D E S S A B L E S.

§. CCXXXI. Dans un grand nombre de contrées, il existe des plaines immenses toutes couvertes de sable : & l'épaisseur de ces masses de sable est souvent considérable.

Une des plus grandes plaines de sable qu'on connoisse est celle de la Mauritanie. Elle commence sur les rives de la Méditerranée, auprès d'Alexandrie, & remonte au sud le long de la vallée d'Égypte, jusques sur les confins de l'Abyssinie. Delà, elle s'étend sur la même largeur par les déserts du Shara, du Biledugérid, jusques par-delà le mont Atlas. Nous n'en connoissons même pas bien les limites. Elle paroît bornée au sud par la chaîne des petites collines, qui partent de la grande masse des montagnes de l'Abyssinie, & se prolongent le long de la vallée du Niger. Au nord, elle s'étend, en plusieurs endroits, jusqu'à la Méditerranée.

A l'orient, elle est bornée par la vallée du Nil, sur laquelle elle paroît gagner journellement ; car cette vallée est beaucoup moins étendue aujourd'hui qu'elle ne l'étoit sous les Pharaons.

A l'occident, elle paroît s'arrêter au mont Atlas.

Cette plaine de sable n'est pas continue. Elle est interrompue par quelques monticules disséminés çà & là. Ces monticules arrêtent les nuages, ce qui fournit quelques ruisseaux. Les eaux courantes ont entraîné quelques portions de terre végétale de ces montagnes. Ces terres s'arrêtent sur les bords des petits courans d'eau; & fertilisées par l'humidité, elles fournissent une végétation extrêmement abondante. Ce sont ces petites portions de terrains que cultivent les habitans de ces contrées.

Un des phénomènes les plus remarquables que présentent ces plaines de sable, est la quantité prodigieuse de sel marin qu'elles contiennent. Elles en sont si chargées, que toutes les eaux qui y coulent, s'enaturent & le déposent en grandes masses dans le tems des chaleurs. Les habitans sont obligés d'aller, pour leur usage, chercher des eaux pures, avant qu'elles aient traversé les sables (§. XCVII).

Il y a des lacs plus ou moins étendus, tels que ceux du Tozzer, d'Ardéa..... où se rendent ces eaux; les grandes chaleurs de l'été font évaporer une partie de ces eaux, lesquelles déposent pour lors une quantité immense de sel.

Il paroît même que ce sel marin se décompose en partie par cette grande chaleur; que l'acide se volatilise & que l'alkali demeure à nud. Car on trouve du vrai natron dans quelques-uns de ces lacs. On dit qu'il en existe un semblable en Egypte, auprès de la ville de Nitria, d'où est venu le nom de natron. Il y en a d'autres du côté d'Ammon.

Cette plaine de sable s'étend peut-être au-delà de la vallée du Niger ou Sénégal. Au moins paroît-il certain que dans l'intérieur de l'Afrique, à cette même latitude, il y a également des sables & des lacs d'eaux salées, où on recueille le sel. Car les habitans de ces contrées font un commerce de ce sel, qu'ils disent trouver dans les sables : & les caravanes qui viennent de ces régions sur les côtes de la Méditerranée, parlent de grandes plaines de sable, qu'elles ont à traverser : mais elles n'ont pas donné des notions exactes de ces contrées.

La grande plaine de sable de la Mauritanie s'étend au-delà de la vallée d'Egypte, & on la retrouve tout le long de la mer Rouge, depuis Memphis jusqu'aux montagnes de l'Arabie, du côté de Sienna.

On pourroit même dire que c'est toujours la même plaine de sable, qui se prolonge

au-delà de la mer Rouge, dans l'Arabie pénétrée, du côté de Palmyre, & jusques sur les rives de l'Euphrate. Celle-ci contient aussi des sels, mais en moindre quantité.

Cette plaine immense de sable s'étendrait ainsi depuis Maroc jusqu'à l'Euphrate, & des bords de la Méditerranée jusques bien avant dans l'intérieur de l'Afrique.

§. CCXXXII. On retrouve au-delà de l'Euphrate, des plaines de sable plus ou moins étendues, en Perse, du côté d'Isfahan, de Kerman...

Il y en a également dans l'Inde.

Mais une des plus considérables plaines de sable de ces contrées, est le grand désert de sable de Cobi, ou de Chamo, à l'orient de la petite Bukarie. On pourroit dire qu'il s'étend depuis les confins de la mer Caspienne, du lac Aral, jusques sur les frontières de la Chine.

Tout le nord de l'Asie est rempli de steppes, qui sont des sables mélangés quelquefois avec de l'argile, contenant beaucoup de sels, comme nous l'avons vu (§. XCVIII). Ces steppes commencent du côté de la Crimée, s'étendent le long du Don, du Volga, du Jaïk ou Oural, communiquent au grand

steppe des Kalmouks, & s'étendent jusqu'au lac Baïkal.

Le sable n'est pas toujours à découvert dans les steppes. Quelques-uns sont recouverts de diverses plantes.

§. CCXXXIII. L'Amérique offre peu de sables. Elle est toute couverte de forêts, de prairies, de savanes. Cependant il y en a beaucoup à Terre-Neuve...

§. CCXXXIV. Les sables ne sont pas abondans en Europe. On en trouve quelques-uns en Allemagne, du côté de la Prusse, d'Hannovre, dans le Holstein, à Hambourg...

Mais c'est sur-tout en Hollande où ils sont en plus grande quantité. Ils forment des dunes considérables, qui s'étendent le long des grands fleuves, des différentes bouches du Rhin, de la Meuse, de l'Escaut, & se prolongent le long des côtes de la mer, à Ostende, Nicuport, Dunkerque, Calais, Boulogne...

Le Zuiderzée & tous ces grands bancs de sable qui sont dans cette partie de l'Océan jusques sur les côtes de l'Angleterre, sur-tout le *Borneur* qui fait le tour de l'Angleterre, & s'étend jusqu'aux Hybrides, doivent être regardés comme un prolongement de ces sables (*pl. III*).

La Bretagne contient beaucoup de sables, sur-tout du côté de Saint-Paul-de-Léon.

Ils reparoissent sur la côte d'Aunis.

Les landes de Bordeaux sont une plaine de sable.

Il y en a encore du côté de Bayonne.

L'intérieur de la France présente aussi quelques sables du côté de Fontainebleau, de Villers-Coterets... mais ils s'agglutinent par un ciment calcaire & forment des pierres sableuses qu'on appelle grès.

CCXXXV. Il faut maintenant rechercher quelle est l'origine de ces sables; il y en a deux principales:

1^o. Les uns sont dus aux fleuves qui les charient des montagnes, comme nous l'avons vu. Le Rhin, la Meuse, l'Escaut... en charient des quantités immenses, qui forment ces dunes considérables. Vraisemblablement une partie du Zuiderzée & de ces bancs étendus de sables qui se trouvent dans ces mers, est due à cette cause.

2^o. Mais on ne peut douter que la plupart viennent des mers. C'est ce que prouve la grande quantité de sel marin qu'ils contiennent, & quelques coquilles qu'on y rencontre.

Mais comment les mers les ont-elles déposés ?

La supposition la plus vraisemblable est que les eaux ont couvert toutes ces contrées ; & que lorsqu'elles se sont retirées , elles ont abandonné cette quantité de sable. Supposons effectivement que la mer se soit retirée des côtes d'Hollande , d'Angleterre & se soit abaissée d'une quantité considérable : il est certain qu'on verroit sortir du sein de ses eaux une très-grande plaine de sable. Si la Méditerranée s'abaissoit également , le banc de sable des sept Caps formeroit une plaine de sable.

Avec ces sables se fera déposé le sel marin contenu dans ses eaux , & qui est si abondant dans toutes les plaines de sable des pays chauds.

Cependant quelques-uns de ces sels ont pu y être produits postérieurement comme ils le sont dans nos nitrières. La quantité de nitre qu'on trouve dans quelques-unes de ces plaines , comme à Kervan en Barbarie , en est une preuve , puisqu'il n'y a jamais de nitre dans les eaux de la mer.

Si nos sables d'Europe ne sont pas salés , c'est qu'ils ont été lavés par les fréquentes pluies qui en ont emporté tout le sel. Au lieu que dans les pays chauds où sont ces sa-

bles, les pluies sont rares & l'évaporation en dissipe les eaux avant qu'elles soient rendues à la mer ou dans les lacs; elles ne sauroient donc emporter ces sels. D'ailleurs, quelques-unes de nos plaines de sables ont été formées par des fleuves, comme l'ont été quelques-unes de celles de Hollande.

Les sables du nord de l'Asie sont salés, parce que les eaux qui y coulent ne se versent ni dans la mer ni dans les lacs, mais y séjournent.

Mais d'où la mer a-t-elle reçu tous ces sables?

Ils sont de nature quartzeuse. Il paroît donc qu'ils doivent venir des débris des granits, des porphyres & autres pierres des terrains primitifs. Toutes les rivières qui prennent leur source dans les terrains primitifs, roulent de pareils sables; tels sont le Rhin, la Loire, la Garonne..... & les charient dans le sein des mers.

On peut donc supposer que tous ces sables déposés sur les continens, & ceux qui existent encore dans le sein des mers, viennent du détrit des terrains primitifs. Les feld-spaths, les mica, les tourmalines, les hornblendes & autres élémens des pierres des terrains primitifs, se sont décomposés; & on fait qu'ils se décomposent facilement. Leurs prin-

cipes, savoir, la terre argileuse, la terre calcaire, la terre magnésienne, les chaux métalliques & la terre quartzeuse, se sont mélangés avec les débris des êtres organisés pour former les couches secondaires.

Mais leur partie quartzeuse, le quartz cristallisé régulièrement ou confusément des grains ne se décompose qu'avec beaucoup de difficulté. Il est emporté par les eaux courantes dans le sein des mers, & y forme ces sables quartzeux qui y sont si abondans.

Une partie des sables déposés par les eaux a pu être déplacée postérieurement à la retraite de ces eaux. Car les vents charient ces grandes masses de sable d'un lieu dans un autre. Les voyageurs nous effraient en nous rapportant la manière dont des masses immenses de sable sont soulevées par les vents, & couvrent de vastes contrées. Des caravanes entières y sont quelquefois ensevelies. Des armées même ont manqué à y périr, comme il arriva à celle d'Alexandre dans son voyage à Ammon.

Ce mouvement même des sables peut couvrir des terrains qui ne l'avoient pas été primitivement. Nous en avons un exemple frappant en France.

« Aux environs de Saint-Paul-de-Léon, en
» basse Bretagne, dit l'histoire de l'Académie

» de Paris, en 1722, il y a, sur la mer,
» un canton qui, avant l'an 1666, étoit ha-
» bité, & ne l'est plus, à cause d'un sable
» qui le couvre jusqu'à la hauteur de vingt
» pieds, & qui, d'année en année, s'avance
» & gagne du terrain. A compter de l'épo-
» que marquée, il a gagné plus de six lieues :
» & il n'est plus qu'à une demi-lieue de
» Saint-Paul, de sorte que, selon toutes les ap-
» parences, il faudra abandonner cette ville.
» Dans les pays submergés, on voit encore
» quelques pointes de clochers & quelques
» cheminées qui sortent de cette mer de sa-
» ble.... c'est le vent d'est ou de nord qui
» avance cette calamité. Il élève ce sable qui
» est très-fin, & le porte très-loin.

» L'endroit de la côte qui fournit tout ce
» sable, est une plage qui s'étend depuis un
» peu plus de quatre lieues, & qui est pres-
» qu'au niveau de la mer, lorsqu'elle est pleine.
» La disposition des lieux est telle, qu'il n'y
» a que les vents d'est ou de nord-est qui
» aient la direction nécessaire pour porter le
» sable dans les terres. Il est aisé de concevoir
» comment ce sable, apporté par le vent, est
» repris ensuite par le même vent & porté
» plus loin ».

Ce que nous venons de voir arriver au-

près de Saint-Paul a lieu également dans tous les endroits où il y a des sables. Les vents d'ouest charient les sables de Barbarie sur l'Égypte qui en est encombrée journellement.

Mais ce que les vents font aujourd'hui, ils l'ont pu faire dans des tems antérieurs, lorsque la mer étoit à une plus grande élévation. Ils ont donc pu porter des sables & les déposer, comme ils en déposent auprès de Saint-Paul, sans que les eaux les aient laissés sur ces côtes.

*DES MASSES GRANITIQUES
ÉPARSES SUR LES COUCHES
CALCAIRES.*

§. CCXXXVI. On a trouvé dans les Alpes au milieu des terrains calcaires, & bien loin des montagnes primitives, de gros blocs de granit & d'autres pierres de terrains primitifs.

Il existe de ces blocs de granit sur les monts Salèves. Ils sont plus ou moins gros, plus ou moins roulés, & toujours ou presque toujours à la surface de la terre.

On en trouve aussi beaucoup dans les pays de Vaud sur les bords du lac de Genève, & à une distance plus ou moins considérable du

lac. Plusieurs de ces blocs sont très-gros, d'autres sont d'un volume peu considérable.

J'ai également vu de ces mêmes blocs du côté de Pontarlier sur le Jura. Quelques-uns avoient plus de cent pieds cubiques; d'autres sont d'un petit volume, & Pontarlier est élevé de plusieurs centaines de toises au-dessus du lac de Genève.

Toute la chaîne du Jura est couverte à sa surface de pareils blocs de granit . . . qui sont d'un volume plus ou moins considérable.

Il faut observer que toutes ces chaînes calcaires sont à l'occident des montagnes primitives les plus proches, qui sont le Mont-Blanc, le Saint-Bernard, le Saint-Gothard . . .

La Lombardie présente le même phénomène. Des montagnes calcaires auprès de Turin sont couvertes de blocs de granit, dont quelques-uns ont jusqu'à trente pieds cubes de masse, & ces montagnes calcaires sont éloignées de plusieurs lieues des montagnes granitiques, & en sont absolument séparées par la vallée d'Anières & la plaine de Turin (1).

L'autre côté des Alpes du côté de l'Allemagne offre encore les mêmes faits. Du côté

(1) Dolomieu, *Journal de Physique*, pag. 56, Janvier 1793.

de la Westphalie & de la Basse-Saxe, on trouve un grand nombre de pierres primitives éparfes sur les sables avec des pierres calcaires. « Dans » ces contrées, une couche épaisse de sable » mobile recouvre le plus souvent, tant sur les » hauteurs que dans les lieux bas, des couches » en défordre de pierre sableuse ou calcaire, » de marne ou d'argile, & ces blocs de pierres » primordiales font ensevelis jusques fort avant » dans cette couche supérieure (1) ».

On retrouve de ces masses granitiques éparfes cà & là sur des terrains secondaires, tout le long de la chaîne des monts Krápacks, & jusques du côté de Moscou le long des monts Valdaï.

Le bloc immense de granit, dont est faite la statue de Pierre Premier à Pétersbourg, a été trouvé dans un marais également à l'occident des chaînes granitiques, & à une très-grande distance de ces chaînes.

Pallas a vu auprès de Branitzkoï - Jam des blocs énormes de quartz, loin des montagnes primitives (2).

§. CCXXXVII. Je me suis informé de

(1) Deluc, *Journal de Physique*, pag. 105, Février 1791.

(2) Voyages de Pallas, tom. I, pag. 6, trad. franç.

favans qui ont voyagé du côté d'Astrakan & de la Sibérie, si le même phénomène y a lieu. Ils m'ont répondu n'avoir rien observé de semblable. Dans les lits des rivières, dans les plaines, on trouve des pierres qui sont roulées par les eaux, comme dans le reste du globe; mais ces pierres roulées viennent des montagnes supérieures, & on ne parle point de blocs granitiques sur les montagnes calcaires.

La Chine, l'Inde, la Perse, l'Arabie, l'Asie mineure... ne présentent aucuns de ces blocs granitiques sur les montagnes calcaires: c'est au moins ce que nous pouvons conclure des rapports des voyageurs.

L'Égypte, la Mauritanie, & le reste de l'Afrique n'offrent non plus rien de semblable.

On ne peut rien prononcer sur l'Amérique, qui n'est pas encore assez connue. Cependant, d'après les rapports des voyageurs, on peut conjecturer qu'il n'y a aucun de ces blocs granitiques sur les montagnes secondaires.

L'Espagne, la France, excepté le Jura, l'Angleterre, la Hollande... ne font voir de ces galets granitiques que dans les vallées, dans les plaines le long des rivières.

Il paroîtroit que le phénomène, dont il est ici question, seroit particulier aux chaînes calcaires qui environnent, à l'occident, les Alpes,

les monts Krapacks & les monts Valdäi, & qu'on ne trouve des blocs granitiques sur les montagnes calcaires, que depuis Turin jusqu'à Pétersbourg & à Moscou.

§. CCXXXVIII. La cause qui a porté ces masses granitiques à de si grandes hauteurs, sur des montagnes calcaires très-éloignées des chaînes primitives, n'est point facile à saisir. La difficulté augmente encore, si on fait attention qu'indépendamment de l'éloignement, elles ont dû encore franchir le plus souvent des vallées profondes, & par conséquent gravir la montagne calcaire à une hauteur plus ou moins considérable.

Ceux de ces blocs qu'on trouve, par exemple, sur le Jura, ne peuvent venir que du Mont-Blanc, ou du Saint-Bernard, ou du Saint-Gothard.

S'ils viennent du Mont-Blanc, il faut qu'ils aient franchi les vallées de Chamouni, qu'ils se soient ensuite élevés sur les monts Salèves, redescendus dans la vallée profonde du lac de Genève, & enfin qu'ils aient gravi sur le Jura à des hauteurs considérables.

S'ils sont venus du Saint-Gothard, ou du Saint-Bernard, ils auront dû être apportés par la vallée de Sion, Saint-Maurice, & être élevés

sur le Jura; & il y a au moins quinze à vingt lieues.

Mais dans d'autres endroits, les distances sont encore plus considérables.

§. CCXXXIX. Voici des faits dont il ne faut point s'écarter dans la recherche de cette cause.

1°. Plusieurs de ces blocs granitiques, tels que celui de la statue de Pierre Premier, sont d'un volume immense: ce dernier étoit de trente à quarante mille pieds cubiques.

2°. Il y a de ces gros blocs, tels que j'en ai vu du côté de Pontarlier, qui sont peu usés, peu arrondis.

3°. Il y en a un plus grand nombre d'autres qui sont petits, très-arrondis, & ressemblent parfaitement aux galets des rivières & des plaines.

4°. Tous ces blocs sont à la surface de la terre, sur les matières secondaires, & principalement sur les matières calcaires.

5°. Plusieurs de ces blocs sont à la distance de quinze à vingt lieues des chaînes primitives.

Ces faits indiquent deux choses:

Que le transport de ces masses granitiques a été fait postérieurement à la formation des dernières couches calcaires;

Que ce transport a été fait par les eaux, puisque tous ces blocs sont plus ou moins arrondis & roulés.

D'où il s'ensuit qu'il falloit qu'à cette époque les eaux fussent encore à la hauteur à laquelle on trouve ces blocs.

Mais cette cause, telle qu'elle soit, n'a agi qu'aux environs des Alpes & de leurs chaînes, qui s'étendent par les monts Krapacks & Valdaï, du côté de Pétersbourg & de Moscou; & son action s'est dirigée plus particulièrement à l'occident de ces montagnes.

§. CCXL. Il faut rechercher maintenant par quels moyens les eaux ont pu, aux époques que nous avons déterminées, apporter ces masses granitiques dans les lieux où on les trouve. On sent qu'ici les opinions des naturalistes ont dû varier, comme dans l'explication des autres phénomènes géologiques.

Plusieurs ont supposé que le terrain intermédiaire étoit rempli, & qu'il n'y avoit point de vallées; que ces blocs ont été détachés des hautes montagnes, & que des courans violens les ont portés d'abord sur les montagnes secondaires moins élevées, & ont creusé ces vallées postérieurement. D'autres disent que ces vallées ont été formées par des affaissemens.

Ces savans se font donc deux difficultés.

La première est le transport des blocs.

La seconde est l'excavation des vallées intermédiaires postérieurement au transport de ces blocs.

Je ne pense point qu'on puisse dire que les vallées intermédiaires ont été creusées depuis le transport de ces blocs. Car pour excaver une vallée depuis Pontarlier, par exemple, jusqu'aux Alpes granitiques, c'est-à-dire jusqu'à la vallée de Sion, qui est la chaîne granitique la plus prochaine qu'il y ait, quelle force énorme ! la distance est plus de vingt lieues, & la profondeur est de trois ou quatre cents toises & davantage.

Nous ne connoissons point de forces semblables dans la nature.

Aucun courant n'auroit pu l'exécuter.

Et si on supposoit un courant de cette force, il auroit tout bouleversé.

Je ne puis non plus admettre un affaïssement aussi énorme sans les raisons les plus fortes.

Mais si ces vallées n'ont pu être excavées, quelle force aura pu élever des blocs aussi considérables sur le Jura & les autres montagnes secondaires, sur lesquelles ils se trouvent ? Voici ce que je crois de plus vraisemblable à cet égard.

§. CCXLI. Nous favons que les lames des mers & des lacs rejettent sur la plage des galets assez gros. Les bords de tous les lacs sont couverts de pareils galets, comme nous l'avons déjà dit.

Or, ces lacs & ces mers ont une profondeur plus ou moins considérable. La plage, à Douvres, est couverte de galets assez volumineux, & le fond de la Manche, vis-à-vis de Douvres, a au moins vingt brasses ou cent pieds de profondeur, suivant Buache. La mer, vis-à-vis Saint-Malo, a quarante à cinquante brasses de profondeur... Il faut donc que la lame ait assez de force pour emporter avec elle ces galets sur la plage, & les remonter au moins jusqu'à cent pieds de hauteur. Car supposons que le détroit de la Manche soit à sec, on pourroit dire, avec réalité, que les galets de Douvres ont été remontés à une hauteur plus ou moins considérable, qui sera au moins égale à cent pieds, laquelle est la moindre profondeur de la Manche vis-à-vis Douvres.

Pour faire l'application de ceci aux masses granitiques du Jura & autres lieux, il ne faut que supposer plus d'intensité à l'effort de la lame. La plupart des blocs granitiques du Jura

sont moins gros que ceux des bords de la mer à Douvres.

On retrouve ces galets granitiques sur les bords du lac de Genève. Ce lac a, dans certains endroits, une profondeur de mille pieds. Si on supposoit ce lac desséché, on pourroit donc dire que ces galets granitiques ont été élevés à la hauteur de mille pieds. Or, ces galets sont aussi volumineux que la plupart de ceux du Jura. On peut donc bien supposer que tous les blocs granitiques du Jura, qui ne sont pas plus gros que ceux du lac de Genève, y ont été élevés par la force des lames.

Mais la difficulté est plus considérable pour les gros blocs, tels que celui des marais de Pétersbourg, tels que ceux que j'ai vus du côté de Pontarlier. Il ne paroît guère possible, au premier coup-d'œil, qu'une lame puisse remuer des masses aussi énormes.

Je sens toute la force de ces difficultés. Mais elles me paroissent moins grandes, dans mon hypothèse, que dans les autres.

Je ne puis admettre ni l'excavation de ces vallées, ni leur affaissement. Mais en supposant même que ces vallées n'existoient pas à cette époque, la difficulté seroit toujours à-peu près la même. Il faudroit toujours supposer que les eaux ont pu transporter ces mêmes

masses aux lieux où elles sont. La seule différence seroit que ce transport se feroit sur un terrain à-peu-près plane. Car on ne peut pas dire que ces masses auroient roulé, par leur propre poids, de la cime de hautes montagnes. La distance du lieu où elles sont aux montagnes granitiques, est trop considérable, puisqu'il y a plus de vingt lieues. Et qu'est la hauteur du Mont-Blanc lui-même, relativement à sa distance de Pontarlier? Nous voyons journellement, à la cime des montagnes, de gros blocs, qui ont une position fixe, & que les courans ordinaires ne sauroient ébranler. Ces blocs, même dans cette hypothèse, n'auroient donc pu également qu'être transportés par la force de la lame & des courans.

Les deux hypothèses ne diffèrent donc qu'en ce que, dans l'une, on suppose que le transport s'est opéré sur une surface plane.

Et, dans la mienne, je suppose que le transport s'est d'abord fait sur des surfaces planes, & ensuite sur des surfaces inclinées en remontant.

Mais si les eaux ont pu transporter ces masses énormes sur une surface plane, & il faut bien qu'on l'admette, elles auront pu également la

remonter sur une surface inclinée ; il ne leur faut qu'un degré de force de plus.

Il reste à assigner quelle a été la cause qui , dans cette seule partie du globe, a pu produire d'aussi grands effets.

C'est sans doute une cause locale, qui n'a agi que dans les Alpes, dans les monts Krapacks & dans les monts Valdaï, & particulièrement à leur partie occidentale.

Ce phénomène, qui s'étend ainsi à une distance de cinq à six cents lieues, ne peut donc être attribué aux eaux d'un lac particulier, comme on le pourroit supposer relativement aux Alpes & au lac de Genève.

Il doit être l'effet du mouvement des eaux des mers. Et voici comme je conçois qu'elles auront produit ces effets.

A Saint-Malo, & sur toute cette côte, les marées sont prodigieuses, & s'élèvent quelquefois jusqu'à cinquante pieds de hauteur.

Supposons-leur la même étendue dans l'instant que la mer étoit encore au pied des Alpes, des monts Krapacks & des monts Valdaï. Elles devoient même être plus considérables, à cause de la plus grande masse des eaux, & de la profondeur des mers. Or des lames aussi fortes auront pu élever à une grande hauteur des galets très-gros & très-pesans.

Voilà, je crois, tout ce que les connoissances, acquises dans ce moment, nous permettent de dire sur ce phénomène singulier.

On pourroit peut-être encore avoir recours à des commotions souterraines, à des tremblemens de terre. Nous verrons que ces commotions sont quelquefois assez fortes pour transporter jusqu'à plus d'une lieue de distance des masses immenses de terrains d'une profondeur considérable, & contenant plusieurs arpens de superficie, comme il est arrivé dans le tremblement de la Calabre, en 1783. Mais ces phénomènes n'ont lieu que dans les couches secondaires, & jamais dans les terrains primitifs.

DES FENTES ET DES CAVERNES.

§. CCXLII. Dans l'énumération des phénomènes géologiques, on ne doit pas oublier les fentes & les cavernes. Les grandes masses qui forment la surface du globe, ne sont point d'une seule pièce. Elles ont éprouvé des scissures qui divisent les bancs & les lits dont elles sont composées. Les cristaux qui les forment sont réunis. Le lieu de la réunion paroît distinctement.

Mais ces fentes ne sont, pour ainsi dire, qu'une solution de continuité des masses, une interruption, & il n'y a point d'espace vide entre les deux portions ainsi séparées. On pourroit donner à ces fentes le nom de *scissures*.

Ce qu'on appelle communément *fentes* diffère de celles-ci, en ce qu'il y a un vide plus ou moins considérable entre les deux portions séparées. Ce sont les vraies fentes qui se prolongent à une distance plus ou moins considérable.

Mais si ce vide a une certaine largeur, il prend le nom de *cavernes* ou *grottes*.

Il faut distinguer trois espèces de fentes & de cavernes.

- 1^o. Les fentes & cavernes des terrains primitifs.
- 2^o. Celles des terrains secondaires.
- 3^o. Celles des terrains volcaniques.

DES FENTES ET DES CAVERNES DES TERREINS PRIMITIFS.

§. CCXLIII. Dans les terrains primitifs, on ne connoît point de vraies fentes. Ce ne sont que des scissures qui affectent toutes sortes de directions, & s'étendent à des profondeurs

immenses. Il n'y a pas ordinairement d'espaces vides entre ces parties ainsi fendues. (Pl. VII.)

Les granits & porphyres de nos terrains primitifs sont fendillés de tout côté : on a peine à y rencontrer des masses d'une certaine étendue qui ne le soient pas. Néanmoins on peut soupçonner, d'après les immenses obélisques & colonnes qu'on a retirés dans la Haute-Egypte, que les granits de ces contrées y ont moins de scissures.

DES FENTES ET DES CAVERNES DES TERREINS SECONDAIRES.

§. CCXLIV. Dans les terrains secondaires, les masses sont par couches & par bancs. Elles sont ordinairement séparées par d'autres couches peu épaisses & entièrement terreuses qui se trouvent entre chaque grand banc. Ces petites couches sont communément d'argile, ou de marne argileuse. Ce ne seroit qu'assez improprement qu'on pourroit appeler *fente* cette séparation des bancs, excepté lorsque, par quelques circonstances, les couches sont devenues verticales, ou à-peu-près verticales.

Ces couches, dont l'étendue se prolonge souvent à une demi-lieue, à une lieue, &

même davantage , ne sont pas d'une seule pièce. Elles sont brisées, en différens endroits, par des *scissures*, comme les pierres des terrains primitifs. Lorsque cette séparation ne laissera point d'intervalle entre les deux bords de la séparation, on ne pourra pas l'appeler *fente*. Ce ne sera qu'une scissure.

Mais il y a souvent intervalle, & espace vide entre les bords de la scissure : & c'est pour lors une vraie fente, qui peut être plus ou moins large.

Ces fentes sont très-communes dans les terrains secondaires. Il en est même peu où on n'en observe.

Mais il paroît que, lors de la formation de ces couches, cet espace, vide aujourd'hui, n'existoit pas, & devoit être rempli.

Souvent il l'étoit par des parties terreuses & non pétrifiées. On observe journellement, dans les bancs de pierres, aux endroits de la scissure, des portions qui ne sont, pour ainsi dire, qu'à l'état terreux, & n'ont pas de solidité. Ces terres auront donc pu être déplacées par une cause quelconque, & donner naissance à ces fentes.

D'autres fois, plusieurs couches se sont brisées au même moment; ce qui a produit des fentes perpendiculaires, ou presque perpen-

diculaires plus ou moins étendues, suivant le nombre des couches fracturées. On voit de ces fentes dans toutes les montagnes calcaires qui sont ouvertes.

Ces fractures ne se correspondent pas toujours parfaitement ; en sorte que les fentes sont interrompues, & au lieu d'être verticales, elles sont en zig-zag. C'est ce qu'on peut observer facilement dans toutes les hautes montagnes calcaires coupées verticalement. Mais chaque partie séparée de la fente est toujours à-peu-près verticale. (*fig. 2, pl. IV.*)

La même chose s'observe dans les montagnes gypseuses. Les couches en sont également brisées, & les fentes s'étendent plus ou moins profondément, en suivant verticalement plusieurs couches.

Les carrières de Montmartre présentent même un phénomène assez curieux dans ces fractures. Elles forment des colonnes prismatiques verticales, qui ont plusieurs angles irréguliers, & rapprochent plus ou moins des prismes de basaltes. Mais il s'y trouve aussi des fentes plus considérables, qui sont verticales, & ont une assez grande étendue. Il a coulé, dans plusieurs de ces fentes, un albâtre calcaire jaunâtre, qui est susceptible d'un assez beau poli.

On peut assigner deux causes principales aux fractures ou fentes des terrains secondaires.

§. CCXLV. Ces pierres sont, la plupart, assez poreuses pour retenir une assez grande quantité d'eau, qui les pénètre intimement, & en tient les parties distendues. Lorsqu'après la retraite des eaux des mers, ces couches se sont trouvées hors de leur sein, cette eau, dont nous parlons, s'est peu-à-peu dissipée. La pierre s'est desséchée, & s'est fendue, comme le fait une masse d'argile qu'on fait dessécher.

§. CCXLVI. La seconde cause de ces fractures ou fentes dépend des petites couches terreuses non pétrifiées, qui séparent les grands bancs. Cette partie terreuse, qui est ordinairement argileuse ou marneuse, étoit encore plus gonflée par l'eau que la partie pierreuse. Elle a donc éprouvé une retraite encore plus considérable, lorsque ces terrains sont sortis du sein des eaux, & a produit un plus grand effet.

Mais indépendamment de cette retraite, ces petites couches terreuses sont souvent délayées par les eaux pluviales, qui s'infilrent entre ces couches pour aller former les fontaines. Ces eaux emportent une partie de cette

terre. Les bancs supérieurs, manquant d'une assiette fixe, s'affaissent & se brisent. Cet effet sera sur-tout sensible le long des vallées où se rendent ces eaux des fontaines & des sources.

Les fentes qui se font dans les glaciers confirment ce que nous venons de dire. Ces glaciers sont formés de neiges, qui tombent pendant l'hiver. Elles s'amoncèlent, se tassent, & forment une glace très-solide. Mais la partie qui touche la surface de la terre fond continuellement, par l'effet de la chaleur centrale. Elle fournit des courans d'eau, qui coulent sous ces glaces. Il se fait des vides. Les glaces supérieures manquant d'appui, se brisent avec fracas, & forment ces fentes, si communes dans les glaciers, & si dangereuses pour les voyageurs.

Lorsque, par un renversement de montagnes, les couches de ces terrains secondaires deviendront verticales, ou à peu près verticales, & que les eaux courantes entraîneront la petite couche terreuse qui est entre chaque banc, il se formera une fente verticale, ou presque verticale.

Des tremblemens de terre violens, en ébranlant toute une contrée, brisent les couches

dont elle est composée, & y produisent des fentes.

Les schistes & les charbons présentent aussi souvent des fentes. Elles sont produites par les mêmes causes que dans les terrains calcaires & gypseux.

Les fentes, dans les terrains calcaires, schisteux & gypseux, paroissent s'étendre à des distances immenses. Car les tremblemens de terre sont produits, comme nous le verrons, par des fluides aériformes, qui, en se dégageant, s'introduisent dans ces fentes. Or ces tremblemens de terre se font ressentir quelquefois à plus de cent lieues. Celui de Lisbonne, de 1755, paroît même s'être étendu jusqu'à l'extrémité de l'Europe. Mais c'est toujours ordinairement dans les terrains secondaires.

§. CCXLVII. Tout ce que nous venons de dire des fentes doit s'appliquer aux cavernes. Car, quelque difficulté que présente leur origine, on ne sauroit la révoquer en doute. On en connoît un très-grand nombre qui ont été visitées par des observateurs exacts. Elles sont toutes dans des terrains calcaires secondaires, quelquefois dans le gypse.

Une des plus célèbres est celle de Paros, qui a été bien décrite par Tournesort. Elle est

d'une vaste étendue, composée de plusieurs chambres.

L'intérieur de toutes ces cavernes ou grottes est tapissé de belles stalactites, qui pendent au haut des voûtes. Quelquefois le suc pierreux tombe du haut de la grotte sur son fond, & y forme des stalagmites.

Il est peu de contrées où on ne trouve de ces grottes. Il y en a plusieurs en France, dont nous avons des descriptions exactes. Une des plus singulières, est celle d'Arcy, près Vermanton, auprès d'Auxerre. Elle est dans des couches de pierre calcaire. Sa longueur est de deux cent quarante-sept toises. Elle est composée de plusieurs chambres ou salles, remplies de stalactites & de stalagmites; quelques-unes contiennent de l'eau. Mais ce qui est assez étonnant, c'est qu'en plusieurs endroits de la grotte, on voit, entre les lits du rocher, une couche de deux pieds d'épaisseur d'un gros gravier, mêlé de beaucoup de mica & de granit. Ce gravier y a été apporté vraisemblablement par la petite rivière de Cure, qui passe auprès de la grotte, & qui vient des montagnes granitiques auprès de Château-Chinon (1).

(1) Description de la grotte d'Arcy, par Pazumot. *Mém. de l'Acad. de Dijon*, an. 1784.

La caverne de la Balme, auprès de Cluse, en Savoie, a plus de seize cents pieds de longueur. On y rencontre au milieu une espèce d'ouverture, qu'on appelle *puits*, & qui est très-profonde, autant que j'en ai pu juger par les pierres que j'y ai jetées.

L'eau coule dans cette caverne le long des parois, & y forme des stalactites.

Les grottes ou cavernes, dans les gypses, sont plus rares que dans les matières calcaires. Cependant on y en trouve. Pallas en a vu plusieurs dans son voyage de Sibérie. La première, dont il parle, est située près de la Piana, dans une roche gypseuse : elle a plus de cent vingt pieds de longueur sur une largeur & une hauteur qui varient continuellement. Il y a un courant d'eau.

Il a vu une seconde caverne dans le gypse, auprès d'Inderskaïa.

De troisièmes cavernes dans des pierres gypseuses, auprès de Kitschiginskof...

Il y a aussi des cavernes dans des schistes solides, tels que des schistes qui contiennent beaucoup de calcaire. Pallas a vu une caverne assez étendue dans des schistes calcaires à Kiffotach.

Les causes qui ont produit ces cavernes sont faciles à concevoir. Leur formation est postérieure

postérieure à celle de la montagne. Car des couches supposent toujours un lit, une assiette fixe, sur laquelle elles reposent : & comme toutes les montagnes où sont ces grottes, sont par couches, il s'ensuit que les grottes n'existoient pas dans le tems que les couches se sont déposées.

Mais à la place de ces grottes, les couches n'avoient point de solidité ; elles étoient ou terreuses, ou de pierres tendres. Les eaux qu'on rencontre dans toutes ces cavernes ont délayé ces terres, ces pierres, & les ont entraîné dans leur cours. Et ainsi s'est formée la grotte, qui s'est ensuite agrandie par la même action continue des eaux. Les parties granitiques qu'on trouve dans celle d'Arcy, ne laissent aucun doute à cet égard.

Dans la grotte d'Orselles, en Franche-Comté, les bancs des rochers, qui lui servent de parois, sont creusés & rongés comme ceux des bords d'un fleuve ; ce qui indique bien qu'il y a eu des courans.

Nous verrons (§. CCLXI) plusieurs rivières, plusieurs fleuves se perdre dans l'intérieur de la terre pendant un espace plus ou moins long. Sans doute leurs eaux traversent de pareilles grottes souterraines.

Quelquefois il arrive que la cause qui a

formé les grottes les détruit. Les eaux minant les parties qui soutiennent le toit de la grotte, il s'affaïsse, & la comble en plus ou moins grande partie.

Les grottes se comblent encore journellement par une autre cause. Nous avons dit que, dans la plupart, les eaux courantes y forment des stalactites & des stalagmites. Ces concrétions pierreuses peuvent s'augmenter au point de remplir la grotte plus ou moins complètement. Il est même peu de grottes dans lesquelles ces concrétions n'aient fermé quelques galeries.

DES FENTES ET DES CAVERNES VOLCANIQUES.

§. CCXLVIII. Il y a un autre ordre de fentes & de cavernes. Ce sont celles qui existent sous les montagnes volcaniques.

Quand on considère que l'Etna brûle depuis plus de trois mille ans; qu'il a vomi une si grande quantité de laves, que son cratère se trouve élevé de seize cent quatre-vingts toises au-dessus du niveau de la mer (il est vrai qu'on doit supposer que la montagne où il s'est formé avoit déjà une certaine hauteur); que le contour de toute la montagne est de plus de trente-trois lieues, & qu'une grande partie

de la Sicile est couverte de laves, de ponces & autres matières qui ont été vomies par ce volcan principal & ses collatéraux, on conçoit facilement qu'il doit y avoir sous cette masse des cavités immenses.

Toutes les îles Liparis paroissent des produits des volcans éteints, ou en activité, qui communiquent peut-être avec l'Étna.

Le Vésuve fournit une preuve directe de ces excavations. Car, en 1631, dans une grande éruption, la mer de la baie de Naples communiqua dans ces cavernes en si grande quantité, que la baie fut presque à sec. Mais bientôt le volcan revomit ces eaux toutes bouillantes.

Les mêmes cavernes doivent se retrouver sous tous les volcans, soit en activité, soit éteints. Quelles cavernes immenses ne doivent pas exister sous Chimboraco, sous Pitchinca, sous Cotopaxi, sous l'Hécla, sous l'Avatcha...

Enfin, nous verrons un grand nombre de contrées où ont été autrefois des volcans très-considérables. Il doit donc s'y rencontrer des cavernes proportionnées à ces feux qui y ont existés.

Les volcans sous-marins sont en très-grand nombre, soit ceux qui sont en activité, soit ceux qui sont éteints. Plusieurs ont vomi de

iles plus ou moins considérables. Ils doivent donc renfermer des cavités immenses.

Enfin, nous verrons qu'il existe des feux fouterreins que nous ne connoissons pas, parce qu'ils ne s'annoncent point par des explosions, comme ceux des volcans. Ces feux consomment, & par conséquent excavent des cavernes.

§. CCXLIX. Dans l'énumération que nous venons de faire des fentes & des cavernes qui se trouvent dans différentes parties du globe, nous n'en avons point trouvé dans les terrains primitifs. Car on ne peut guère appeler *cavernes* les *fours à cristaux*, qui ne sont ordinairement que de petites cavités où s'opèrent les cristallisations du quartz. Ces cavités ont en général peu d'étendue, & sont même, le plus souvent, en partie remplies de stéatite blanchâtre ou verte, d'argile . . . qui s'attachent aux cristaux de quartz. Il est cependant quelques-unes de ces cavités qui pourroient porter le nom de *cavernes*. Elles ont dix, douze, quinze pieds dans certains sens.

Ces cavités sont produites par une cause différente de celle des terrains secondaires & volcaniques. Les terrains primitifs sont formés de cristaux, qui se sont groupés. Or, nous

avons que des cristaux qui se groupent laissent souvent des interstices entr'eux : & on reconnoît, en examinant les fours à cristaux, que c'est de cette manière qu'ils ont été formés. On y apperçoit des masses cristallisées, qui avancent, d'autres qui se retirent, comme dans les groupes de cristaux.

On conçoit qu'il a pu y avoir de très-grandes cavités formées de cette manière. Car, dans des cristallisations de masses aussi immenses que celles qui forment le globe, il a dû se former des cavités d'un ordre bien différent de celles des fours à cristaux. Lors de la cristallisation générale du globe, toute la masse n'a pas cristallisé dans le même moment. Suivons-en les différens tems.

Il s'est d'abord formé, comme dans toute cristallisation, des masses cristallines, ou au fond du liquide, ou dans son milieu, mais qui ont toutes gagné le centre du globe par la loi de la gravité. Nous avons vu qu'il paroît que le centre du globe a plus de densité que sa surface (§. XXVII), & qu'il paroît que ce sont sur-tout des parties ferrugineuses qui se sont arrangées le long de son axe (§. XXX). Ces masses ont dû se comporter comme toutes les cristallisations régulières, c'est-à-dire, laisser des espaces vides entr'elles. Ces espaces

auront été plus ou moins considérables, & très-irréguliers, comme nos *fours à cristaux*.

Ils prendront le nom de *fentes*, s'ils sont étroits & alongés.

Autrement ils conserveront le nom de *cavernes*.

Les cristaux, se croisant en toutes sortes de directions, auront pu fermer quelques-unes de ces cavités; mais ils laisseront une issue au plus grand nombre.

Quelques-unes de ces masses de cristaux pourront culbuter les unes sur les autres. Quelques-unes s'accrocheront par les parties les plus saillantes. Mais de nouvelles masses venant surcharger celles-ci, le tout tombera, & se précipitera. Dans ces chutes, il se formera de nouveaux vides, de nouvelles fentes, de nouvelles cavernes.

Jusqu'ici nous ne nous sommes point écartés des analogies. Mais il est plus difficile de les suivre pour les évènements postérieurs. Il s'agit de rechercher qu'est-ce qu'il y aura dans ces vides, dans ces fentes, dans ces cavernes.

Il paroîtroit d'abord que cette cristallisation s'opérant dans les eaux, les vides qui existeront entre les masses cristallisées, devroient être remplies par ces eaux, comme cela se

pratique dans les vases où s'opèrent nos cristallisations, & que ces cavités ne pourroient se vider qu'à mesure que les eaux des mers se retireroient de dessus la surface de la terre, & mettroient au-dessus de leur niveau ces cavernes, comme le sont aujourd'hui toutes celles que nous connoissons.

Je crois néanmoins que cela n'a pas lieu, & voici les analogies sur lesquelles je me fonde.

§. CCL. Je suppose que, dans ces premiers momens, il y avoit un grand degré de chaleur à l'intérieur du globe. Plusieurs fluides aériformes auront pu être réduits en vapeurs, & aller remplir celles de ces cavernes & de ces fentes qui n'avoient point d'issue à leurs parties supérieures. Mais nous reviendrons ailleurs à cette question. Il nous suffit ici de prouver qu'il a pu se former, dans l'intérieur du globe, des fentes & des cavernes, quel que soit le fluide qui les remplisse.

DES FENTES ET DES CAVERNES
PRODUITS PAR LE REFROIDISSE-
MENT DU GLOBE.

La chaleur primitive qu'avoit le globe aura été une cause puissante, qui aura produit des

fentes & des cavernes considérables. Car tous les corps sont dilatés par la chaleur : des pierres, des substances métalliques très-échauffées, fondues ou non fondues, éprouveront une dilatation quelconque. Le refroidissement leur causera une retraite qui les fera fendre. Les matières volcaniques se fendent en se refroidissant ; ce qui contribue vraisemblablement à la forme prismatique de celles qu'on appelle *basaltes*. Les parties intérieures du globe, celles qui sont vers son centre, conserveront très-long-tems leur chaleur ; tandis que celles qui sont à sa surface en perdront continuellement. C'est ce qui produit le refroidissement du globe qu'on ne sauroit révoquer en doute.

Ces couches extérieures éprouveront donc une retraite, tandis que les couches intérieures n'en éprouveront aucune, ou presque aucune. Il se formera donc dans ces couches extérieures des fentes, des cavernes, qui s'étendront à de grandes distances, & parcourront toute la surface du globe. Car sur une sphère de 2865 lieues de diamètre, on sent que le plus léger refroidissement à sa surface, tandis que son centre conserve sa chaleur primitive, doit produire des gerçures, des fentes, des cavernes considérables.

Si la retraite se porte principalement sur une partie, la fente formera un grand écartement, une vallée plus ou moins étendue, plus ou moins profonde. Or c'est ce qui arrive le plus souvent dans les corps que nous pouvons observer.

Les *ludus helmontii* nous en donnent une idée. Ces masses se fendent & se gercent en grandes portions.

Un tronc d'arbre vert se fend par le dessèchement, mais c'est toujours en grandes portions.

Des masses de verre, qui se fendent en se refroidissant, se divisent en grandes masses . . . & subitement.

On peut supposer que les basaltes se sont divisés ainsi en grandes masses, comme nous le verrons.

La même chose aura donc pu avoir lieu à la surface de la terre. Le refroidissement l'aura fait diviser en des portions plus ou moins étendues, & aura donné ainsi naissance à des grands écartemens, à des grandes vallées.

Il se peut que plusieurs de ces grands écartemens servent aujourd'hui de bassins à des lacs, à des mers Méditerranées, même à de grandes mers.

Ces écartemens auront donc pu servir à dessiner quelques-uns des continens & quelques îles.

Ces écartemens, ces fentes auront pu s'opérer quelquefois subitement, comme nous avons vu que cela a lieu pour de grosses masses de verre qui se refroidissent sans avoir été recuites.

Mais, le plus souvent, la retraite se fera faite peu-à-peu, & par gradation, à mesure que le refroidissement se fera accru.

Nous avons vu que les tremblemens de terre nous indiquent des fentes qui s'étendent à de très-grandes distances, quelquefois jusqu'à plusieurs centaines de lieues. Elles auront pu être produites par cette cause.

DE L'AFFAISSEMENT ET RENVERSEMENT DES MONTAGNES.

§. CCLI. Des montagnes affaïssées & renversées effrayent d'abord l'imagination. Cependant les faits que nous venons de rapporter font connoître facilement la cause d'aussi grands phénomènes, dont d'ailleurs l'histoire & les observations ne permettent pas de douter. Nous allons parler de chacun de ces phénomènes en particulier.



DES MONTAGNES AFFAÎSSÉES.

On apperçoit, dans les terrains secondaires, que la plupart des couches sont brisées. Plusieurs sont affaîssées d'une quantité plus ou moins considérable, relativement à celles qui leur sont contigues: & on reconnoît bien que c'est un véritable affaîssement, parce que les couches contigues sont de la même nature que celles qui sont affaîssées; & on reconnoît, dans ces masses, les différens bancs qui étoient parallèles, & qui se retrouvent actuellement à des hauteurs différentes. (*Pl. IV, fig. 3*). La cause de ce phénomène paroît assez bien connue.

Entre la plupart des bancs de pierre, il se trouve des couches d'argile, ou de marne, qui ne sont point pétrifiées. Ces couches étoient gonflées par l'humidité. Lorsque ces terrains sont sortis du sein des eaux, ces petites couches terreuses se sont desséchées. Elles ont donc éprouvé une retraite quelconque.

Dès-lors, les couches supérieures subiront un petit affaîssement proportionné à cette retraite. Mais cet affaîssement sera inégal, parce que la retraite elle-même le sera. Toutes ces couches se fendilleront, & présenteront des lits plus ou moins inclinés en lignes courbes.

C'est ce que l'on observe dans les couches des petites collines éparfés dans les plaines, sur-tout dans celles qui font le long des vallées. Les eaux fouterreines, qui coulent entre ces couches pour se rendre dans la vallée, charient des portions de ces couches terreuses non pétrifiées, les emportent, & ôtent par conséquent les supports des couches supérieures.

DES MONTAGNES RENVERSÉES.

§. CCLII. Les observateurs font mention d'un grand nombre de montagnes qui ont été culbutées & renversées. Nous allons en citer quelques-unes.

L'histoire de l'Académie des Sciences de Paris (année 1715) rapporte la chute d'une pareille montagne, dans les termes suivans :

« Au mois de Juin 1714, une partie de
 » la montagne de Diableret, en Valais,
 » tomba subitement, & tout à la fois, entre
 » deux & trois heures après-midi, le ciel
 » étant fort serein. Elle étoit de figure co-
 » nique. Elle renversa cinquante-cinq cabanes
 » de payfans, écrasa quinze personnes & plus
 » de cent bœufs & vaches, & beaucoup plus
 » de menu bétail, & couvrit de ses débris
 » une bonne lieue carrée. Il y eut une pro-
 » fonde obscurité causée par la poussière;

» les tas de pierres amassées au bas sont hauts
 » de plus de trente perches, qui sont appa-
 » remment des perches du Rhin, de dix pieds.
 » Ces amas ont arrêté des eaux qui forment
 » de nouveaux lacs fort profonds. Il n'y a
 » dans tout cela nul vestige de matière bitu-
 » mineuse, ni de soufre, ni de chaux cuite,
 » ni par conséquent de feu souterrain : appa-
 » remment la base de ce grand rocher s'étoit
 » pourrie d'elle-même & réduite en pouf-
 » sière ».

En 1618, la ville de Pleurs, en Valteline, fut enterrée sous les rochers, au pied desquels elle étoit située.

En 1678, il y eut une grande inondation en Gascogne, causée par l'affaissement de quelques morceaux de montagnes, dans les Pyrénées, qui firent sortir les eaux qui étoient contenues dans les cavernes souterraines de ces montagnes.

En 1680, il en arriva encore une plus grande en Irlande. Elle avoit aussi pour cause l'affaissement d'une montagne dans des cavernes remplies d'eau.

En 1751, au mois de Juillet, il y eut une montagne qui s'écroula dans la Savoie, du côté de Sallenche; Donati a été témoin d'une partie de cet écroulement, & l'a dé-

crit en naturaliste. « Une grande partie de la
» montagne, dit-il, située au-dessous de celle
» qui s'érouloit, étoit composée de terres &
» de pierres, non pas disposées en carrières,
» ou par lits, mais confusément entassées. Je
» reconnus par-là, qu'il s'étoit déjà fait dans
» la même montagne de semblables ébou-
» lemens, à la suite desquels le grand rocher,
» qui est tombé cette année, étoit demeuré
» sans appui & avec un surplomb considéra-
» ble. Ce rocher étoit composé de bancs ho-
» rizontaux, dont les deux plus bas étoient
» d'une ardoise ou pierre feuilletée fragile, &
» de peu de consistance. Les deux bancs au-
» dessus de ceux-ci, étoient remplis d'un
» marbre semblable à celui de *porto venere*,
» mais rempli de fentes transversales à ses
» couches. Le cinquième banc étoit tout com-
» posé d'ardoise à feuillets verticaux entiè-
» rement désunis, & ce banc formoit tout
» le plan supérieur de la montagne tombée.
» Sur le même plan il se trouvoit trois lacs
» dont les eaux pénétoient continuellement
» par les fentes des couches, les séparoient
» & décomposoient leurs supports. La neige
» qui, cette année, étoit tombée en Savoie
» en si grande abondance, que, de mémoire
» d'homme, on n'en avoit vu autant, ayant

» augmenté l'effort, toutes ces eaux réunies
» produisirent la chute de trois millions de
» toises cubes de rochers, volume qui, seul,
» suffiroit pour former une grande mon-
» tagne ».

La chute de cette montagne fut accompa-
gnée d'une fumée considérable, formée par
la poussière des pierres qui, en tombant, se
réduisoient en poudre impalpable. Cette pouf-
sière fut portée à plus de cinq lieues de dis-
tance. Le fracas de toutes ces masses se heur-
tant, produisoit un bruit semblable à celui du
tonnerre ou d'une grande batterie de canon,
mais beaucoup plus fort.

Toutes ces montagnes, qui ont été renver-
sées, indiquent elles-mêmes la cause de pa-
reils phénomènes. Elles contenoient des ca-
vernes plus ou moins spacieuses. Les eaux
courantes, telles que celles qui fournissent la
fontaine de Vaucluse, la Loire.... ont miné
les portions des terrains qui soutenoient ces
cavernes : elles se sont renversées & ont entraîné
avec elles les couches supérieures.

Une autre cause très-puissante & très-ac-
tive produira encore de ces renversemens
de montagnes. Nous avons vu que, sous les
volcans, il doit y avoir des cavernes immen-
ses. Lors des tremblemens de terre & des

éruptions volcaniques , quelques-unes de ces cavernes pourront donc être culbutées : & c'est ce qui arrive assez souvent , comme nous le verrons ailleurs. Car , il n'y a pas de tremblemens de terre un peu violens , qui ne renversent quelques montagnes.

Mais ces tremblemens de terre se propagent au loin , & à une grande distance de leurs foyers. Ils pourront donc renverser des montagnes sous lesquelles il y auroit des cavernes autres que les volcaniques , culbuter les couches , les incliner Aussi est-ce dans les contrées proche des volcans , qui , par conséquent , ont été tourmentées par les commotions souterraines , qu'on trouve le plus grand nombre de ces couches inclinées & culbutées.

§. CCLIII. Mais indépendamment de ces montagnes renversées , dont l'histoire nous a conservé la tradition , il en est beaucoup d'autres que nous ne saurions douter avoir été culbutées & s'être affaissées. Quand on voyage dans les grandes montagnes , comme dans les Alpes , dans le Jura , dans les Pyrénées , on en voit des preuves à chaque pas.

De Pontarlier à Neufchâtel , on observe en plusieurs endroits , des masses plus ou moins

moins considérables de montagnes dont les lits ou couches sont affaïssées en partie. La *figure 3* de la *planche I V*, représente une de ces coupes de montagnes. On voit la bande du milieu, s'être affaïssée beaucoup plus que les deux autres, dont l'une l'est cependant encore moins que l'autre. On reconnoît facilement les différentes couches dans chacune de ces trois masses. Elles y sont différemment ombrées.

Il y a, sur la même route, auprès de Saint-Sulpice, un endroit où des grands bancs calcaires, de plusieurs centaines de pieds de longueur, sont presque verticaux. Ils ne sauroient avoir été formés dans cette position; c'est donc une chute dans la montagne qui leur a donné cette position. L'inspection des lieux ne laisse aucun doute à cet égard.

Je ne rapporterai pas ici un plus grand nombre de ces observations. Il n'est pas d'observateur qui, en voyageant, n'ait été dans le cas d'en reconnoître la vérité à chaque pas. Nous en verrons, dans le cours de cet ouvrage, plusieurs exemples.

On doit sur-tout distinguer à cet égard les pays très-montueux, d'avec les plaines ou les côteaux.

Dans les hautes montagnes, les affaïssemens

Tome II.

T

ont été très-considérables : plusieurs montagnes, qui contenoient des cavernes, ont été renversées...

Dans les plaines ou les petites collines, il y a peu de cavernes. On apperçoit seulement des fentes prolongées. Les eaux courantes entraînent les parties terreuses qui se trouvent entre les bancs de pierre : ce qui produit de légers affaissemens.

DE L'ORIGINE DES FONTAINES.

§. CCLIV. Les fontaines naissent toujours des flancs des montagnes, & coulent dans leurs gorges. Les montagnes, les collines, les côteaux, condensent les vapeurs : les brouillards s'arrêtent sur leurs sommets : les nuages humectent leurs surfaces : les pluies les pénètrent... toutes ces causes fournissent les eaux d'où naissent les fontaines.

On rapporte que la masse de terre employée pour élever un bastion considérable, fut suffisante pour condenser les vapeurs & fournir, au pied du bastion, une fontaine qui ne tarissoit point.

La nature des terres influe beaucoup sur les fontaines que peut fournir un espace de ter-

rein. Cela dépend de leur affinité avec l'eau.

Les terres calcaires ont peu d'affinité avec elle, & ne la retiennent point.

La terre quartzeuse, ou plutôt le sablon quartzeux, n'a aucune affinité avec l'eau, & ne peut l'empêcher de s'échapper.

Il n'en est pas de même de la terre argileuse: l'eau la pénètre, la gonfle, a une grande affinité avec elle, & ne peut passer au travers. Il n'est pas nécessaire que l'argile soit pure pour produire ces effets. De l'argile mêlée de sable ou de terre calcaire, ou d'humus, ou de chaux de fer ... en supposant qu'elle y soit en une certaine quantité, est également propre à retenir l'eau.

Ces principes établis, faisons-en l'application.

§. CCLV. Si un terrain est humecté, soit par la pluie, soit par les nuages & les brouillards ... une partie de l'eau coulera à sa surface; si elle ne peut pénétrer le terrain, elle en suivra les pentes, & se rendra immédiatement dans les ruisseaux, les rivières, les fleuves, les lacs & les mers.

Une autre portion de cette eau pénétrera les terres & les imbibera.

De cette seconde portion, une certaine quan-

tité sera emportée aussi-tôt par l'évaporation, & ira former de nouveaux nuages.

Une autre quantité fournira à la végétation.

Enfin la troisième partie demeurera dans cette terre, suivant sa nature, en raison de l'affinité qu'elle a avec elle. Sera-ce un sablon quartzéux? Elle passera rapidement. Elle s'arrêtera un peu plus dans une terre crétacée. Mais dans une argile, ou une marne, elle y demeurera long-tems.

Cette eau abandonnera donc plus ou moins promptement les terres : & suivant l'inclinaison du local, elle se rendra dans les endroits les plus bas. C'est une suite naturelle des loix de l'hydrostatique.

L'eau trouve-t-elle enfin un obstacle imperméable? Elle s'y arrêtera, si cet obstacle forme un enfoncement, un bassin, & formera un petit lac souterrain (*figure 2, planc. I V*). Elle s'élèvera dans ce lieu jusqu'à ce qu'elle trouve une issue pour s'échapper en suivant les pentes.

Si le terrain qui arrêtera cette eau ne forme point de bassin, mais un plan incliné, elle suivra ce plan, & ira former des fontaines aux lieux où se terminera ce plan.

Des pierres dures & continues sans fentes,

produiront le même effet que des couches d'argile.

Dans les montagnes granitiques & primitives, les pierres sont dures, imperméables à l'eau, & n'ont presqu'aucune fente. Dès que les eaux, après avoir traversé les terres supérieures, arriveront à ces pierres, elles y trouveront un obstacle insurmontable, & couleront sur ces plans inclinés qui aboutissent par-tout à la surface. Elles y viendront former des fontaines. C'est pourquoi, dans les terrains primitifs, les fontaines sont très-multipliées; mais elles n'ont qu'un petit volume d'eau.

Les choses se passent autrement dans les terrains secondaires (*planche IV, figure 2*). Les bancs de pierre y sont fendus de tous les côtés. Ils ne pourront donc arrêter les eaux qui se précipiteront dans ces fentes, couleront entre les bancs, à des distances plus ou moins considérables: d'ailleurs, les pentes sont moins rapides dans ces espèces de terrains; les eaux couleront donc avec moins de vitesse... Toutes ces causes réunies y rendront les fontaines plus rares.

Mais d'un autre côté la terre y est le plus souvent marneuse ou argileuse. Les eaux, par leur affinité avec ces terres, y seront retenues plus long-tems.

Ces mêmes couches marneuses ou argileuses³ lorsqu'elles seront continues, formeront un obstacle imperméable à l'eau. Elles seront contenues comme dans un réservoir, & ne s'échapperont que lorsqu'elles trouveront des fentes dans ces couches. Nous avons vu qu'on rencontre très-souvent de pareilles couches marneuses ou argileuses entre les différens bancs de ces pierres.

Lorsque ces couches argileuses ont une pente qui les conduit à la surface de la terre, les eaux qui couleront dessus ces couches viendront former une fontaine au lieu le plus bas de la couche.

Ces couches d'argile n'ont-elles point d'issue à la surface de la terre, mais au-dessous de cette surface ? les eaux, suivant toujours la pente, formeront des courans souterrains.

Ces courans souterrains sortiront enfin en grande masse à la surface de la terre, au bas des grandes montagnes : tels sont ceux qui forment les sources de la Loire, la fontaine de Vaucluse... lesquels sont très-considérables.

Il est possible que ces courans souterrains aillent jusques dans le sein des mers pour y produire ces sources d'eaux douces qu'on y rencontre ; & il n'est point douteux qu'un

grand nombre de courans souterrains s'y rendent.

Quelques bancs de ces pierres des terrains secondaires seront assez continus sans fentes, pour que les eaux puissent couler dessus sans se perdre.

Ces couches imperméables à l'eau pourront quelquefois faire un enfoncement, & former une espèce de vase dont les côtés sont également imperméables. Les eaux qui s'y rendent y sont retenues comme dans un canal, & s'y élèvent jusqu'à ce qu'elles trouvent une issue. C'est à cette cause qu'on doit attribuer ces réservoirs souterrains qu'on rencontre quelquefois.

D'autres fois il se trouve comme un double canal l'un dans l'autre. Les eaux qui coulent entre deux y sont contenues comme dans un syphon. C'est ce qui se présente en plusieurs endroits.

Shaw, dans son voyage en Barbarie, rapporte que dans des plaines immenses qui se trouvent dans le royaume d'Alger, éloignées de toute montagne, on se procure de l'eau par un procédé fort dispendieux.

« Les villages de Wad-Reag dans le » royaume d'Alger, sont fournis d'eau d'une

» manière fingulière, dit-il. On creufe des puits
 » à cent, deux cents brasses de profondeur,
 » & on ne manque jamais d'y trouver de
 » l'eau en abondance. Les habitants lèvent,
 » pour cet effet, diverses couches de fable &
 » de gravier, jusqu'à ce qu'ils trouvent une
 » espèce de pierre qui ressemble à de l'ar-
 » doise, que l'on fait être précisément au-
 » dessus de ce qu'ils appellent bahar-taht-
 » el-red, ou la mer au-dessus de la terre. Cette
 » pierre se perce aisément, & l'eau sort en quan-
 » tité si soudainement, & en si grande abon-
 » dance, que ceux qu'on fait descendre pour
 » cette opération en sont quelquefois surpris
 » & suffoqués, quoiqu'on les retire aussi
 » promptement qu'il est possible ». *Tom. I,*
pag. 169.

Dans les environs d'Aire, en Artois, on creufe des puits jusqu'à ce qu'on rencontre une couche argileuse. On construit sur cette couche, la maçonnerie du puits, & on l'élève en pratiquant en haut un canal d'écoulement. Un ouvrier intelligent descend pour lors au fond du puits, perce avec une tarière ce fond argileux. L'eau sort à gros bouillons, s'élève jusqu'au canal de dégorgement, & fait une source qui coule continuellement.

A Saint-Venant, dans le même canton,

il y a une source qui jaillit à six pieds de hauteur, & vient d'environ deux cents pieds de profondeur. On faisoit un trou de sonde. En retirant la sonde, l'eau jaillit & n'a pas cessé depuis plus de cinquante ans, quoiqu'il n'y ait point d'ouvrage de maçonnerie. Ce sont des faits que je tiens de Laumont.

La même chose a lieu auprès de Modène, suivant Ramazzini. On creuse les puits jusqu'à la profondeur de soixante-trois pieds. On perce pour lors avec une tarière une couche d'argile de cinq pieds d'épaisseur. Aussi-tôt l'eau jaillit avec force, le puits se remplit presque jusqu'au sommet, & l'eau coule continuellement.

On ne peut expliquer ces phénomènes qu'en supposant une double couche argileuse, séparée par des terrains intermédiaires. C'est dans ces terrains où l'eau, des pluies se ramasse, & se trouve contenue par la double couche argileuse comme dans un siphon (*fig. 1, planç. IV*).

Cette double couche argileuse se rencontre rarement; mais pour les puits ordinaires il faut que le fond repose sur une masse argileuse, ou sur des bancs de pierres imperméables & d'une certaine épaisseur. On creuse dans ces couches épaisses. Les eaux qui coulent sur ces couches se rendent dans ce creux, s'y

annoncèlent, & s'y élèvent jusqu'à ce qu'elles rencontrent des endroits perméables à travers lesquels elles s'échappent. On trouve très-rarement de grands réservoirs intérieurs où l'eau s'arrête lorsqu'on suit des sources, & cependant on a suivi des sources à de grandes profondeurs dans les montagnes & dans les mines.

A Bex, par exemple, en Suisse, on a suivi les sources d'eaux salées à plus d'une lieue dans la montagne, sans rencontrer de réservoirs.

La plupart des sources sont donc entretenues par des terres humectées, soit par les rosées & les brouillards, soit par les pluies. Ces terres retiennent l'eau avec plus ou moins de force, suivant leurs différens degrés d'affinités avec elles; mais enfin les eaux les abandonnent, suivent les pentes; & lorsqu'elles trouvent des obstacles imperméables, qui aboutissent à la surface de la terre, elles y viennent former des fontaines.

Il n'est donc plus douteux que les fontaines ne soient entretenues par les nuages élevés des terres & des mers, & arrêtés sur les hautes montagnes par les neiges & par les eaux pluviales. Nous en avons un exemple célèbre dans les crues du Nil. Des vents du nord appelés les *étéfiens* par les anciens, chassent les nuages élevés de la Méditerranée vers les

hautes montagnes de l'Abyssinie. Ces nuages s'y amoncellent, s'y condensent & s'y résolvent en pluies abondantes, qui durent plusieurs jours & causent les débordemens du Nil.

La même chose a lieu sur toutes les hautes montagnes, & y produit également des pluies immenses à des époques fixes, & des inondations immenses. Les moussons de l'Inde conduisent sur les Gats, alternativement à l'orient & à l'occident, des nuages de l'Océan Indien, & produisent les pluies périodiques sur chacune des deux côtes, toujours aux mêmes époques. Les nuages de la mer Atlantique sont condensés sur les Cordilières, où ils produisent, à des époques fixes, les débordemens immenses des grands fleuves qui sortent de ces montagnes.

§. CCLVI. Mais n'y a-t-il pas une portion de ces eaux qui se rend dans l'intérieur du globe? Cela me paroît assez vraisemblable.

Il est certain, comme nous l'avons vu, que la masse d'eaux qui est à la surface du globe diminue, & qu'une partie des eaux des mers se rend dans des cavernes intérieures.

Ne pourroit-on pas dire également qu'une partie des eaux douces, qui coulent à cette

surface, se rend dans ces mêmes cavernes intérieures ?

Il est sûr qu'il y a beaucoup de cavernes, & de grandes fentes dans la partie des continens. Les tremblemens de terre indiquent que ces fentes s'étendent à des distances immenses.

Il est probable que plusieurs de ces fentes pénètrent à des profondeurs au-dessous du niveau des mers, comme l'indiquent les volcans sous-marins.

Il est probable que des eaux souterraines coulantes doivent rencontrer quelques-unes de ces fentes & s'y précipiter.

Plusieurs faits paroissent indiquer que ces évènemens ne sont point aussi rares qu'on pourroit le croire. Un assez grand nombre de rivières se perd, & leurs eaux ne reparoissent plus; telles sont les eaux de l'Yvette auprès de Paris, du Loiret du côté d'Orléans, de plusieurs autres du côté de Poitiers, d'Aigle, de Neufchateau. . . .

Sur les bords de la mer, on a beaucoup de puits d'eau douce à une profondeur au-dessous du niveau de la mer. Ses eaux ne communiquent nullement à ces puits. Ce sont les eaux pluviales qui, ici comme ailleurs, entretiennent ces puits. Elles ne peuvent se

rendre dans le bassin de la mer , puisque , comme nous l'avons dit , il n'y a nulle communication entre les unes & les autres. Il faut donc que toutes ces eaux se rendent dans des cavités intérieures. Par conséquent tout paroît confirmer l'opinion que j'avance , qu'une partie des eaux courantes , à la surface du globe , peut se rendre dans son intérieur.

§. CCLVII. D'un autre côté , ne se pourroit-il pas , dans quelques circonstances , que la chaleur souterraine centrale volatilîsât une portion de ces eaux intérieures , qui , comme l'avoit dit Descartes , viendroient se condenser à la surface interne des montagnes , & contribueroient à la formation de quelques fontaines ? Il est sûr que cet effet est produit quelquefois par les feux des volcans.

Ceci établiroit une communication entre les eaux qui coulent dans l'intérieur du globe , & celles qui coulent à sa surface.

La même communication , à l'intérieur & l'extérieur du globe , a lieu pour tous les autres grands fluides , tels que le fluide électrique , le fluide magnétique , la matière de la chaleur , les airs . . . Ils cherchent toujours à se mettre en équilibre.

Lorsque la terre est surchargée d'électricité , elle en communique à l'atmosphère : & réci-

proquement, si l'atmosphère en a plus que la terre, elle lui en rend; ce qui forme la foudre ascendante & descendante.

Il se verse également des fluides aëriiformes du sein de la terre dans le vague de l'air: &, d'un autre côté, les fluides de l'atmosphère se combinent avec les terres & les pierres pour former de nouveaux composés. Ces mêmes principes, puisés dans l'atmosphère, se retrouvent dans les fossiles, les charbons & les tourbes.

C'est la marche perpétuelle de la nature de lier par-tout ses ouvrages les uns aux autres. Il me paroît donc très-vraisemblable qu'il y a la même communication entre les eaux extérieures & les eaux intérieures.

Pour porter toute la précision possible dans cette matière, il faudroit pouvoir résoudre les problèmes suivans:

1°. Quelle est la quantité d'eau qui tombe sur la surface de la terre.

2°. Quelle est la quantité d'eau qui s'évapore.

3°. Quelle est la quantité d'eau que les fleuves versent dans les mers.

Nous n'avons pas encore assez d'observations pour répondre avec précision à toutes ces questions. Je vais rapporter les faits qui me

paroissent les plus certains : & nous en tirerons, par approximation, les conséquences qui nous paroîtront les plus probables.

DE LA QUANTITÉ D'EAU QUI TOMBE SUR
LA SURFACE DE LA TERRE.

§. CCLVIII. Pour avoir la quantité d'eau qui tombe dans l'année, les physiciens ont inventé un instrument, qu'ils nomment *udiomètre*. C'est un vase d'une surface quelconque, par exemple, d'un pied en carré, percé dans son fond, & ayant un petit conduit qui porte toute l'eau tombée dans un autre vase, dont la surface est exactement la même, lequel est placé dans un appartement intérieur. Une échelle, graduée exactement, se trouve dans celui-ci, & indique la quantité d'eau tombée.

Mais on sent qu'il y a toujours des pertes. Par exemple, lorsqu'il tombe peu d'eau, il y a une grande pente, seulement pour humecter les vases. Par conséquent, on n'obtient que des à-peu-près, qui, au reste, sont suffisans dans ces sortes de matières.

Les résultats de ces observations ont fait voir que la quantité d'eau qui tombe dans différens pays, n'est point la même. Le résultat moyen a donné :

	po.	li.
A Paris	20	2.
A Londres	21	1 8.
A Bristol	21	4.
A Lancaſtre	42.	
A Padoue	33	5.
A Rome	28	6.
A Naples	35	0.
A Vicenze	42	3.
A Tolmezo, Frioul, Alpes.	82	8.
A Udine, Frioul	71	1.
A Garfagnana	92	2.
A Bologne	24	0.
A Alger, ſuivant Shaw	27	6.
A Berne	39	10.
A Utrecht	27	2.
A Franeker, en Friſe	28	6.
A la Grenade	105.	
A Tivoli (S. Domingue)	100.	
A Léogane (S. Domingue)	50.	
Au Cap (S. Domingue).	132.	
A Sainte-Lucie	42.	
A Upſal	14.	5.
A Abo	24.	3.

On voit que la quantité moyenne de pluie qui tombe dans les différentes contrées, n'est point la même, & que les différences ſont énormes. A Garfagnana, par exemple, dans les

les Alpes du Frioul, il en tombe jusqu'à cent pouces, tandis que, dans quelques autres endroits de l'Italie, comme à Bologne, il n'en tombe que vingt-quatre pouces. Ceci vient de ce que les Alpes fixent les nuages, & déterminent ces pluies abondantes, qui, quelquefois, s'élèvent à vingt pouces en trois jours. La quantité moyenne des pluies, le long du golfe Adriatique, est de vingt-six pouces.

Cette même quantité, relativement à toute l'Italie, est de quarante-deux pouces.

La quantité moyenne d'eau qui tombe dans les hautes montagnes qui fournissent aux inondations des grands fleuves, doit être immense, comme sur les montagnes de l'Abyssinie, aux Gates, aux Cordilleres . . . & excède même celle que nous venons de voir tomber dans le Frioul. A Saint-Domingue, elle va jusqu'à cent trente à cent quarante pouces.

D'un autre côté, dans les plaines des pays chauds, il tombe très-peu d'eau. Il en est même où il n'en tombe presque jamais, comme en Egypte, en Perse . . . mais il y a des rosées très-abondantes. Ces rosées humectent souvent les terrains. Il est très-fréquent de voir les rues du Caire entièrement mouillées par cette rosée.

ULLOA dit qu'il ne pleut jamais dans les

vallées du Pérou. Mais les vapeurs se résolvent en bruine fort menue, comme une espèce de rosée, qu'on appelle *garua*. Cette rosée ne peut pénétrer l'étoffe la plus légère. Cependant elle suffit pour humecter la terre, en fertiliser la surface, & même remplir de boue les rues de Lima. Cette rosée fournit donc une grande quantité d'eau, mais qu'on n'a pu encore calculer.

CASAN a essayé de faire l'estimation de la quantité de cette rosée qui tombe à Sainte-Lucie, aux Antilles. Il la porte à un cinquième de ligne par nuit; ce qui feroit soixante-treize lignes par an, ou six pouces une ligne (1). Mais cette estimation paroît foible. La quantité de cette rosée est indépendante de la pluie qui tombe dans ces contrées, & qu'il estime à trente-six pouces.

Mais dans les pays du Nord, les pluies sont beaucoup moins abondantes que dans les pays chauds. Nous voyons qu'à Abo il n'en tombe que vingt-quatre à vingt-cinq pouces, & à Upsal, quatorze à quinze pouces.

Il est vrai qu'il faut tenir compte des brouillards, si abondans dans ces pays septentrionaux; & on n'a pas encore essayé d'évaluer

(1) Journ. de Physique, Mai 1790, pag. 332.

la quantité d'eau qu'ils peuvent fournir, & qui doit être considérable.

Dans nos contrées, la quantité moyenne des eaux que fournissent les pluies, est de vingt-un pouces, comme à Paris, à Londres . . . , Mais les brouillards, les rosées en fournissent aussi beaucoup. Hales a calculé que les rosées furnissoient environ 3,39 pouces (1). Le pied anglois est à-peu-près d'un douzième plus petit que le nôtre; ce qui réduit cette quantité à environ trois pouces de France. Cette estimation paroît assez juste. Ainsi, la quantité moyenne d'eau qui tombe à Paris & à Londres chaque année, seroit de vingt-quatre pouces.

Nous n'avons pas les mêmes données pour les autres pays.

Quant aux pluies qui tombent sur la surface des mers, nous n'avons aucune observation bien faite. Néanmoins cette quantité doit être moins considérable que celle qui tombe sur les continens, dont les hautes montagnes condensent les nuages. D'ailleurs il est certain que les vents transportent sur les continens un grand nombre de nuages qui s'élèvent de dessus les mers.

(1) Statique des végétaux, pag. 43.

D'après cet exposé des faits, on voit que nous n'avons pas assez de données pour estimer la quantité moyenne d'eau qui tombe sur toute la surface de la terre.

Cependant, en prenant un terme moyen, je crois qu'on ne s'écarteroit pas beaucoup de la vérité, en portant de vingt-quatre à vingt-six pouces la quantité moyenne des eaux que versent les pluies, les rosées, & les brouillards sur toute la surface du globe. Cette eau est fournie par l'évaporation.

DE LA QUANTITÉ D'EAU QUI S'ÉVAPORE
CHAQUE ANNÉE DE DESSUS LA SURFACE
DE LA TERRE.

§. CCLIX. Cette quantité doit varier, suivant les différens climats & les différens terrains. Mais il est très-difficile, pour ne pas dire impossible, d'avoir des résultats exacts.

On n'a encore point fait d'expériences pour déterminer la quantité d'évaporation qui a lieu sur les terrains. Toutes celles qu'on a tentées ont été faites sur les eaux, & elles sont bien éloignées de pouvoir donner des résultats exacts.

Les physiciens ont placé de l'eau dans des vases, & l'ont laissée ainsi toute l'année exposée à l'air, en prenant des précautions pour que

a pluie n'y tombe pas. Ils ont ensuite calculé la quantité qui s'étoit évaporée. Mais ils se font bientôt apperçus que cette quantité varioit, suivant la profondeur du vase, son ouverture . . . Moins le vase est profond, plus l'eau s'échauffe, & plus l'évaporation doit être considérable. Il en est de même, si son ouverture présente une grande surface au contact de l'air.

Cotte (1) a pris deux vases de plomb faits avec la même lame. L'un A avoit moitié moins de hauteur que le second B, & quatre fois moins de surface. Ces vases, mis en expérience, ont donné des résultats qui ont fait voir que l'évaporation avoit été plus grande, proportionnellement dans le petit vase A, que dans le vase B. Car elle a été à-peu-près comme 10 dans le vase A, & comme 8 dans le vase B.

Ceci fait voir qu'on ne peut compter sur les résultats des expériences des physiciens qui se sont occupés de cet objet, puisque certainement ils ne se sont pas servis de vases qui eussent les mêmes capacités. Néanmoins, nous allons rapporter ces résultats, tels qu'ils nous les ont donnés.

(1) Journal de Physique, 1781, tom. II, pag. 306.

Sédileau, en 1688, 1689, 1690, fit, à Paris, plusieurs expériences sur l'évaporation qui y avoit lieu dans toute l'année. Il trouva,

En 1688 22 pouces 5 lig.

En 1689 32 pouces 10 lig.

En 1690 30 pouces 11 lig.

Toutes les expériences faites à Paris depuis ce physicien, ont donné à-peu-près le même résultat. On compte pour évaporation moyenne à Paris 30 pouces 7 lignes.

On estime l'évaporation, à Londres, 48 pouces.

A Liverpool, 33 pouces.

Cruquius ne porte l'évaporation qu'à 21 pouces.

Mais l'évaporation, dans les pays chauds, doit être beaucoup plus considérable qu'elle n'est à Paris, & elle doit être moindre dans les pays froids. On sent que, dans les climats brûlans de l'Afrique, de l'Arabie, de la Perse, de l'Inde l'évaporation doit être immense, tandis qu'elle est très-foible dans les zones glaciales.

Nous manquons d'observations exactes à cet égard. Ainsi, nous ne pouvons calculer la quantité moyenne d'eau qui s'évapore chaque année de dessus les mers, les lacs & les rivières.

Nous devons néanmoins tirer une conséquence générale de l'observation de Cotte. Puisque l'évaporation est d'autant plus considérable que le vase est plus petit, & a moins de profondeur, il s'ensuit que, dans une petite mare peu profonde, elle doit être plus grande que dans un lac; &, dans un lac, plus considérable que dans les grandes mers: & qu'en général elle doit être moindre sur toute la surface du globe que dans les petits vaisseaux dont se servent les physiciens pour calculer cette quantité.

Enfin, on n'a aucune donnée sur l'évaporation qui a lieu sur les continents.

Hales n'a porté la quantité moyenne de l'évaporation sur toute la surface du globe qu'à neuf pouces (1). Je crois cette estimation trop foible.

D'autres physiciens ont supposé que cette évaporation moyenne est de soixante pouces. Je la crois également exagérée.

La quantité moyenne d'évaporation, à Paris, dans un vase d'eau, est supposée, comme nous venons de le voir, de trente pouces. Mais il est évident que cela ne peut avoir lieu sur la

(1) Statique des végétaux, tom. I, pag. 44.

masse des eaux, puisqu'elle n'est de cette quantité que dans des petits vases. Mais nous ignorons ce qu'elle est sur les continens. Voici une manière approximative de la déterminer.

La quantité moyenne des pluies & des rosées ne va qu'à vingt - quatre à vingt - cinq pouces. Toute cette eau, ou se rend à la mer par les fleuves, ou est emportée par l'évaporation.

Je suppose (§. CCLX) que la quantité moyenne de l'eau qui s'évapore par an dans nos continens de la surface des eaux, des terres, & par la transpiration des plantes (1), est d'environ les trois quarts de celle que fournissent les pluies & les rosées, c'est-à-dire, dix-huit ou vingt pouces, & le reste est charié par les fleuves.

Mais la quantité moyenne de l'eau qui s'évapore de dessus les mers, est encore moins facile à estimer. Elle est vraisemblablement plus considérable que celle qui s'évapore de dessus les continens. Nous manquons de données pour en avoir une estimation, même approximative.

(1) On sait qu'un soleil (*corona solis, helianthus*) peut, dans un jour d'été, perdre, par la transpiration, jusqu'à 32 onces d'eau.

DE LA QUANTITÉ D'EAU QUE LES
FLEUVES VERSENT DANS LES MERS.

§. CCLX. Les phyficiens ont fait beaucoup de recherches sur cet objet. Mais leurs travaux n'ont pas encore toute la précision qu'on a droit d'en attendre.

« Mariotte a calculé l'eau de la Seine qui
» passoit au Pont-Royal à Paris ; son lit,
» dans cet endroit, a quatre cents pieds de
» largeur : sa profondeur ordinaire est de cinq
» pieds : sa vitesse moyenne, par minute, est
» de cent pieds. A la surface, elle est de
» cent cinquante pieds. Mais elle n'est pas si
» considérable au-dessous de cette surface.
» Elle est encore plus rallentie vers son
» fond & vers ses bords à cause des frot-
» temens.

» Multipliant 400 par cinq de profondeur,
» on a 2000 pieds cubes, qui, multipliés par
» 100 de vitesse, donnent 200,000 pieds
» cubes qui passent par minute au Pont-Royal :
» & 12,000,000 par heure, & en vingt-quatre
» heures 288,000,000, & en trois cent soixante-
» cinq jours, ou un an, 105,120,000,000
» pieds cubes, qui, divisés par 216 nombre
» de pieds cubes que contient la toise cube,
» donnent 486,666,666 toises cubes ».

Il calcule ensuite la quantité d'eau de pluie qui tombe sur la surface du terrain dont les eaux se versent dans la Seine jusqu'à Paris. Il suppose que ce terrain a 60 lieues de longueur & 50 de largeur. Ce qui seroit 3000 lieues quarrées.

Mais il est évident qu'il se trompe dans cette estimation. Quelques-uns des terrains dont les eaux se versent dans la Seine, peuvent être distans de Paris de 60 lieues : mais ce n'est pas la majeure partie de ce terrain le plus éloigné ; & sa largeur moyenne n'est pas de 50 lieues. Car, on ne compte que 27000 lieues quarrées en France : & ce terrain n'est pas certainement le neuvième de la France.

Je suppose que les eaux que la Seine verse au Havre, sont à peu-près le double de celles qui passent à Paris. La rivière d'Oise, celle de l'Arche & les autres réunies, ne sont pas moins fortes que la Seine à Paris.

Je suppose aussi que la surface de tout le bassin de la Seine est à peu-près de 3000 lieues quarrées. Car sa longueur moyenne est d'environ 85 lieues, & sa largeur moyenne de 35 lieues. Ce seroit le neuvième de la France.

Je trouve le même résultat par un autre calcul ; le bassin de la Seine renferme à peu-près ce que, dans l'ancienne division de la

France, on appeloit la Généralité de Rouen, contenant 587 lieues quarrées : la Généralité de Paris, contenant 1157 lieues quarrées; la Généralité de Châlons en Champagne, contenant 1226 lieues quarrées, & quelques portions de la Bourgogne, du Perche & de quelques autres cantons.

D'après cette estimation, la Seine, au Havre, verferoit donc deux fois autant d'eau dans la mer qu'il en passe à Paris. Savoir : 973,333,332 toises cubes, ou environ un milliard de toises cubes.

Et en supposant que toutes les rivières de France en fournissent autant proportionnellement, elles porteroient environ 9 milliards de toises cubes d'eau à la mer chaque année.

La surface de la terre est de 25,772,900 lieues quarrées.

Celle de la France est de 27000 lieues quarrées. C'est la neuf cent cinquante-cinquième partie de toute la terre.

Mais la surface des mers est plus étendue que celle des continens.

Supposons donc que la surface des continens ne fût que de 12,000,000 lieues quarrées, cette surface seroit à celle de la France comme 444 est à 1.

Supposons encore que tous les fleuves des

continens versent autant d'eau proportionnellement dans la mer, qu'en versent ceux de France, nous aurons, pour la totalité des eaux que les fleuves portent à la mer, 444 fois 9 milliards de toises cubes, c'est-à-dire, 3996 milliards.

La lieue cubique de 2283 toises contient 11,717,550,189 toises cubiques.

Par conséquent tous les fleuves du globe dans cette hypothèse, ne porteroient à la mer que 341 lieues cubiques d'eau par an.

Mais nous avons supposé que l'étendue de la surface des mers est de 13,772,900 lieues quarrées. On peut supposer la profondeur moyenne des eaux de la mer de 250 toises, c'est-à-dire, d'un neuvième d'une lieue.

Par conséquent la totalité des eaux des mers seroit de 1,530,320 lieues cubiques.

Tous les fleuves en versant 341 lieues cubiques d'eau par an, il faudroit 4488 ans pour qu'ils en versassent une quantité égale à celle des mers.

Keil a trouvé une quantité plus considérable en Lombardie (1); il prend le Pô pour exem-

(1) Keil, examination of burnet's theory. London, 1734, pag. 126.

Buffon, tom. II, pag. 71.

ple ; sa largeur, à son embouchure, est de 100 perches, ou 1000 pieds, la perche étant de dix pieds : sa profondeur est de dix pieds : sa vitesse lui fait parcourir en une heure, quatre milles (le mille d'Italie est de 955 toises). Ainsi le Pô fournit à la mer 200,000 perches cubiques en une heure, & 4,800,000 en un jour. Un mille cubique contient 125,000,000 perches cubiques. Ainsi le Pô, en 26 jours, porte à la mer un mille cubique d'eau.

Les terrains qui versent leurs eaux dans le Pô, ont, suivant Riccioli, 380 milles de longueur, & 120 milles de largeur. Ce qui fait 45600 milles carrés.

La surface des continens est de 85,490,506 milles carrés, qui, divisés par 45,600, donnent 1874. Ainsi, le Pô ne verse à la mer que le 1874^e des eaux qu'y portent tous les fleuves de la terre.

Mais vingt-fix rivières comme le Pô, fournissant en un jour un mille cubique d'eau à la mer, il s'en suit que dans un an, 1874 rivières semblables lui fourniroient 26308 milles cubiques d'eau : & que, dans l'espace de 812 années, toutes ces rivières fourniroient 21,372,626 milles cubiques d'eau : c'est-à-dire, autant qu'il y en a dans l'Océan, en lui supposant une

profondeur moyenne d'un quart de mille ou 230 toises environ.

Keil a un résultat un peu plus fort que moi. Mais le Pô doit contenir plus d'eau que la Seine proportionnellement à l'étendue de leurs bassins, puisque la quantité moyenne de pluie à Paris, est de 20 pouces 2 lignes; & qu'en Lombardie, cette quantité moyenne est de 42 pouces. Sa vitesse est beaucoup plus considérable que celle de la Seine qui ne parcourt que 1000 toises par heure; au lieu que le Pô en parcourt presque le quadruple. Aussi verse-t-il trois à quatre fois plus d'eau proportionnellement que la Seine. Car sa largeur est 1000 pieds; sa profondeur 10 pieds, c'est-à-dire, qu'il est deux fois & demi plus grand que la Seine, & son cours quatre fois plus vite. Ainsi il porte dix fois plus d'eau que la Seine, mais son bassin est de 45600 milles quarrés, ou environ, 45000 millions de toises quarrées. Le bassin de la Seine est de 3000 lieues quarrées, & chaque lieue contient plus de 5,000,000 de toises quarrées, ce qui fait 1500 millions de toises quarrées, c'est-à-dire, environ le tiers de celui du Pô.

Le Pô verse donc trois fois & demi plus d'eau proportionnellement que la Seine.

Cependant il ne tombe que 42 pouces

d'eau de pluie dans son bassin, & 20 pouces dans celui de la Seine. Ceci tient à une autre cause.

Toute l'eau qui tombe sur la surface de la terre, ne se rend pas dans les fleuves. Une partie est reprise par l'évaporation, par la végétation....

Le bassin de la Seine est de 3000 lieues quarrées : il y tombe 20 pouces d'eau dans l'année : ce qui fait 60 pieds cubes d'eau sur une toise quarrée.

La lieue quarrée contient plus de 5 millions de toises quarrées, ce qui fait 300 millions de pieds cubes d'eau pour une lieue quarrée, & 900,000 millions ou 900 milliards pour 3000 lieues quarrées.

Mais la Seine ne verse qu'un milliard de toises cubes d'eau par an, & son bassin en reçoit quatre fois davantage. Car la toise cube ne contient que 216 pieds cubes, qui, multipliés par quatre, donnent 864 milliards.

Il reste donc 684 milliards de pieds cubes d'eau de pluie, ou trois milliards & plus de toises cubiques des eaux que les pluies fournissent au bassin de la Seine; tandis que cette rivière n'en emporte qu'un milliard dans les mers.

Il faut en conclure que l'évaporation em-

porte le reste. Ainsi, sur 24 pouces de pluie qui tombe dans le bassin de la Seine, elle en porte 6 pouces à la mer & l'évaporation en enlève 18 pouces.

Cette quantité d'eau, que la Seine verse dans la mer, toute considérable qu'elle est, n'est donc qu'environ le quart de celle qu'emportent l'évaporation & la végétation, en partant des calculs qu'on adopte sur la quantité d'eau qui s'évapore dans le cours de l'année.

Mais on conçoit que plus la quantité de pluie est considérable, plus les rivières en doivent porter aux mers, proportion gardée. Ainsi, le Pô doit porter plus d'eau à la mer, proportionnellement que la Seine; parce que les eaux ont le tems de s'y rendre avant que l'évaporation ne les enlève.

Dans les pays froids où l'évaporation est moindre, les fleuves doivent porter plus d'eau à la mer proportionnellement que dans nos contrées.

Et au contraire, dans les pays chauds, elles en porteront beaucoup moins. Ainsi toutes les rivières qui coulent des plaines de l'Afrique dans l'Océan Atlantique, sont peu considérables relativement à l'étendue de leurs bassins, parce que l'évaporation est immense dans ces sables brûlans.

En

En compenfant toutes ces données les unes par les autres , nous suppoferons , par approximation , qu'il faut estimer la quantité d'eau que versent dans les mers les fleuves du globe , par celle qu'y versent les fleuves de France.

Ces difficultés nous font voir qu'ici comme par-tout ailleurs , nous sommes encore bien éloignés de pouvoir appliquer la rigueur du calcul aux grands phénomènes de la nature.

L'évaporation sur les continens n'étant que les trois quarts de l'eau que versent les pluies & les rosées , il s'ensuit que l'autre quart doit être fourni par l'évaporation qui a lieu sur les mers ; & en effet , les nuages qui s'en élèvent sont en partie portés par les vents sur les continens , où ils vont se résoudre en eau , particulièrement sur les grandes montagnes , comme on peut le voir (§. CCCLV), & entretiennent les plus grands fleuves de la terre.

*DU COURS DES FLEUVES
ET DE LEURS EFFETS.*

§. CCLXI. Une masse d'eau courante un peu considérable qui se rend à la mer, ou dans un grand lac, porte le nom de fleuve. Les autres eaux courantes ont le nom de rivières ou de ruisseaux, suivant leur volume.

L'origine de toutes les eaux courantes vient, ou des fontaines dont nous venons de parler, ou des grands glaciers.

Les plus grands fleuves que nous connoissons en Europe ont leurs sources dans des glaciers. Le Danube, le Rhin, le Rhône, le Pô, sortent des glaciers des Alpes, particulièrement des chaînes du mont Saint-Gothard.

La même chose a lieu dans les autres chaînes. Les grands fleuves qui sortent des monts Altaï, des Cordilières & de toutes les hautes montagnes, viennent des glaciers qui couvrent leurs pics les plus élevés.

On sent facilement la raison pour laquelle les plus grands fleuves paroissent prendre leur origine dans les glaciers. Ces masses glacées sont toujours au sommet des plus hautes mon-

agnes de chaque continent. Les eaux qui en sortent, sont donc les plus éloignées du point où se rend le fleuve. En parcourant les chaînes inférieures, elles reçoivent les eaux de toutes les chaînes collatérales. Elles sont par conséquent censées être le courant principal.

On a supposé que des fleuves peuvent sortir immédiatement de certains lacs. Le Niger sort du lac Bournou ; le Nil, du lac Gambea ; la rivière des Amazones, du lac Lauricocha... Mais, sans doute, ces lacs sont entretenus par des ruisseaux, des rivières, qui peuvent être regardés plutôt comme l'origine de ces fleuves. Ce sera la plus considérable de ces petites rivières qui sera vraiment leur origine. Comme on ne pourroit pas dire que le Rhône est fourni par la masse d'eau qui, à Genève, sort du lac Lemane ; son origine est le courant de Saint-Gothard, qui se rend dans la vallée de Sion.

Tous les grands fleuves reçoivent, dans leur course, une multitude de rivières collatérales, dont le versement est déterminé par les pentes du terrain. C'est cette disposition des terrains qu'on appelle *les bassins des fleuves*. Il est facile de suivre l'étendue de ces bassins sur les cartes géographiques. Nous avons même

quelques cartes qui les marquent spécialement. On les retrouve dans la *planche III*.

Ces bassins suivent les pentes des montagnes & des continens : & comme nous avons vu que la direction de ces chaînes de montagnes n'est pas plus déterminée vers un point de l'horizon que vers un autre, il en sera de même de ces bassins. On peut seulement dire en général qu'ils font un angle droit avec la chaîne principale des montagnes d'où ils sortent. C'est ce qu'il est facile de prouver par l'inspection des lieux.

En Afrique, la grande chaîne des montagnes s'étend de la Méditerranée au Cap de Bonne-Espérance, par les monts Leupata ; & tous les fleuves de cette partie du Monde sortent à peu-près à angle droit de cette chaîne pour se verser soit dans l'Océan Atlantique, soit dans l'Océan Indien : tels sont le Niger, la Gambie, le Zaire. . . .

En Amérique, la grande chaîne de montagnes s'étend également d'un pôle à l'autre, & la majeure partie des fleuves coule dans l'Océan Atlantique, en faisant à peu-près un angle droit avec la chaîne des montagnes.

On retrouve encore à peu-près la même chose en Asie. Car la chaîne des montagnes court de l'orient à l'occident, & la majeure

partie des eaux de ce continent se verse au midi & au nord.

L'Europe est plus coupée. Les chaînes de montagnes ne suivent point une direction aussi régulière que dans les autres continens : & dès-lors, le cours des eaux doit être également irrégulier. Cependant la direction de la grande chaîne de ces montagnes est nord-ouest depuis Archangel jusqu'en Portugal ; & ses eaux se versent en général à l'est & à l'ouest.

Néanmoins la règle que nous établissons est modifiée par une autre cause plus générale. Nous avons vu que dans chaque continent, il y a un centre principal de toutes les montagnes de ce continent. C'est de ce sommet central que partent tous les grands fleuves, comme des rayons divergens.

Les sommets de l'Abyssinie sont ce point central en Afrique. C'est d'où partent le Nil, le Niger, le Zaire, le Hacuache...

Les montagnes de Quito sont ce point central dans l'Amérique méridionale : c'est d'où sortent l'Orénoque, l'Amazone, Rio-Grande, la Plata.

Des montagnes de l'ouest au Canada, partent le Saint-Laurent, le Mississipi.

De l'Altai, partent l'Indus, le Gange,

le Honan, le Kiang, l'Amour, la Lena, le Yenifei, l'Ob.

Des Alpes de Saint-Gothard, partent le Danube, le Rhin, le Rhône, le Pô...

Les eaux qui partent de tous ces centres en divergeant, changent un peu leur cours, & vont ensuite se rendre dans les grandes vallées dont les directions deviennent à peu près perpendiculaires aux grandes chaînes.

Les eaux courantes rongent & dégradent sans cesse leurs lits & leurs rives, dans les lieux où elles ont beaucoup de pente. Elles se creusent des lits profonds dans les montagnes rapides, dont la pierre n'est pas d'une grande dureté.

Les Alpes présentent ces phénomènes à chaque instant. Les torrens s'y font souvent creusé des lits profonds. Il y a sur-tout une petite rivière qui vient se jeter dans le Rhône, au-dessous du fort de l'Ecluse, dont le lit a peut-être cent pieds de profondeur, & n'a que quelques pieds de largeur.

Le Rhône a également creusé son lit, principalement en sortant du lac de Genève. Il se perd même pendant un espace de plusieurs centaines de toises au pont de Lucey, où il s'engloutit sous des bancs de pierre calcaire. Mais ce lit souterrain n'a qu'une certaine

étendue , & il ne peut contenir les eaux du fleuve lorsqu'elles sont enflées.

La même chose a lieu pour toutes les rivières & tous les fleuves, dont la pente est très-rapide. Elles creusent leurs lits, dégradent leurs bords & charient tout ce qu'elles en ont détaché. Ces pierres, entraînées avec rapidité, s'usent, s'arrondissent & forment les galets & les sables dont nous avons parlé.

Ces galets, ces sables, sont entraînés dans les plaines & les mers, où ils forment les attérissemens. Les lits des fleuves en seront par conséquent exhaussés dans les plaines, tandis qu'ils se creuseront dans les montagnes.

Ces attérissemens feront souvent changer de place au cours des eaux, des rivières, ou des fleuves dans la plaine. Une dune, ou butte de sable, que ces eaux auront déposée dans un débordement, les fera jetter d'un autre côté. Elles iront frapper avec force contre leurs nouveaux rivages, les dégraderont, ce qui changera le lit du fleuve.

Ce sont des phénomènes que présentent tous les jours les rivières qui coulent dans les plaines.

Il arrive même quelquefois, qu'il se forme des îles au milieu du cours de la rivière ou du fleuve, lequel, pour lors, se divise en

plusieurs branches. Cela est sur-tout fréquent dans les grands fleuves à leurs embouchures dans les mers ou les lacs. Il n'en est peut-être point qui ne se divise pour lors, en plusieurs branches. Il suffit de jeter les yeux sur la carte, pour voir la multitude des rameaux par lesquels arrivent à la mer le fleuve des Amazones, l'Orénoque, la Plata, le Mississipi, le Saint-Laurent, le Nil, le Gange, le Honan, l'Amour, l'Ob, la Lena, le Yenifei, le Volga, le Danube, le Rhin....

Souvent les fleuves viennent frapper contre les bases des montagnes qui les bordent; ils les rongent & y forment des falaises, ou au moins les augmentent.

Toutes les eaux courantes, tous les fleuves se rendent, comme nous l'avons vu, dans les lacs ou dans la mer.

Il en est cependant quelques-unes qui se perdent dans les terres, comme le Loiret, l'Ivette....

D'autres disparaissent pendant un certain espace, & reparoissent ensuite; tel est le Rhône au pont de Lucey: la Meuse au-dessus de Neufchâteau, se perd l'espace d'une lieue & demie, & reparoît aussi forte qu'auparavant. La rivière de Vichery, auprès de Neufchâteau, se perd l'espace de trois lieues; les rivières

de Fauche, de Vefaigny, d'Ecot, de Clinchamp, & trois autres ruisseaux, tous aux environs de Neufchateau, disparaissent également; du côté d'Alençon, plusieurs disparaissent de même; savoir, la Rille, l'Iton, l'Aure, la rivière de Sapandré: & du côté de la Rochefoucaud, en Angoumois, on voit aussi disparaître plusieurs rivières...

Toutes ces rivières coulent dans des grottes fouterreines (§. CCXLVII).

DES LACS.

§. CCLXII. Par lacs, on entend un amas d'eau assez considérable. S'il a une très-grande étendue, il prend quelquefois le nom de *mer*: telle est la mer Caspienne. Si au contraire il est très-borné, on lui donne le nom d'*étang*, de *mare*.

DES LACS FORMÉS PAR LA RETRAITE DES MERS.

§. CCLXIII. L'origine première des lacs doit être attribuée à la retraite primitive des eaux des mers; car s'il s'est trouvé une ou des vallées renfermées de toutes parts dans

des montagnes, les eaux n'auront pu s'écouler, & elles auront formé un lac.

DES LACS FORMÉS PAR DES CHAUSSÉES
ACCIDENTELLES.

§. CCLXIV. Il pourroit encore se former des lacs accidentellement. Si on suppose une plaine qui se termine par une gorge très-étroite, par où s'écoulent les eaux, & que cette gorge s'encombre d'une manière quelconque, par des attérissemens, la chute d'une montagne les eaux ne pouvant plus se frayer de passage, s'accumuleront & changeront la plaine en un lac. Mais ce cas ne peut être que très-rare.

DES LACS FORMÉS PAR DES AFFAISSEMENS.

Les observateurs nous parlent encore de lacs produits par l'affaissement de quelques terrains. Les eaux affluent dans cet espace, & y forment des lacs, à moins qu'elles ne s'écoulent par des fentes qui ont dû se faire, le plus souvent, dans le terrain ainsi affaîlé.

Le lac Lucrin a été formé ainsi par l'affaissement d'une montagne, arrivé à la suite d'un tremblement de terre. Nous en verrons plusieurs exemples.

Il n'est pas de commotion souterraine un peu considérable qui ne produise plusieurs lacs. Il y en a eu peut-être plus de cent formés de cette manière en Calabre, lors du tremblement de terre qui y arriva en 1783.

DES LACS FORMÉS PAR DES RETRAITES
DES TERREINS.

Enfin, il peut y avoir des lacs produits par une retraite considérable de quelques terrains. Cette retraite fera, le plus souvent, la fuite du refroidissement de la surface de la terre (§. LXVI).

On distingue deux espèces de lacs; les uns ont un canal d'écoulement, & les autres n'en ont point.

DES LACS QUI N'ONT POINT DE CANAUX
D'ÉCOULEMENT.

§. CCLXV. Il y a un grand nombre de ces lacs, dont les plus considérables sont la mer Caspienne, le lac Aral, le lac Maravi en Afrique, le lac Moussa, qu'on appelle aussi *Mer-moussa*, le lac Tozzer...

Il faut supposer que ces lacs ne reçoivent que la quantité d'eau nécessaire pour leur entretien, & pour remplir le vide que cause

l'évaporation; car s'ils en reçoivent plus, le lac s'étendrait; s'il en reçoivent moins, il diminuerait.

On a fait un calcul approximatif, à cet égard, relativement à la mer Morte, ou lac de Génésareth. On suppose que le Jourdain & les autres rivières qui s'y rendent, peuvent lui fournir à-peu-près autant d'eau que l'évaporation lui en enlève.

On doit faire la même supposition relativement à la mer Caspienne, au lac Aral & à plusieurs autres lacs, auxquels on ne connaît point de canal d'écoulement.

Il faut néanmoins faire une observation essentielle à cet égard. Il se peut que des lacs, dont on ne connaît point de versemens d'eaux, aient cependant des canaux souterrains, par lesquels ils se dégorgent. Si on suppose un lac qui se trouve à une certaine hauteur dans des montagnes, dont quelques-unes correspondant à des vallées inférieures, aient peu d'épaisseur, & soient d'une nature perméable à l'eau, ses eaux pourront s'écouler par des conduits souterrains, & aller fournir à des ruisseaux inférieurs. On en pourroit apporter plusieurs exemples.

Au-dessus du lac de Nantua, il s'en trouve un supérieur, qui n'est séparé de la vallée de

Nantua que par une chauffée naturelle, peut épaisse & très - poreuse. Ce lac supérieur n'a point de canal de dégorgeement. Mais on suppose, avec beaucoup de probabilité, que ses eaux se rendent dans le lac de Nantua par des canaux souterrains, & entretiennent celui-ci, d'où il sort un ruisseau assez considérable.

On a supposé que la mer Caspienne envoyoit également ses eaux par un canal souterrain dans le golfe Persique. Struys a même dit avoir vu, auprès de Kilan, deux gouffres où il supposoit que l'eau s'engloutissoit, pour se rendre dans cette dernière mer. Mais Blumestorf, ayant examiné avec plus de soin ce local, a reconnu que Struys s'étoit trompé. Néanmoins, il est très-possible que les eaux de cette mer s'échappent par quelques conduits souterrains, tels que ceux par lesquels coulent les eaux des rivières que nous avons vu disparoître pendant un espace assez long : la Meuse, par exemple, qui, auprès de Neufchâteau, disparoît pendant l'espace d'une lieue & demie, ou d'autres rivières qui se perdent sous terre, & ne reparoissent plus, tel que le Loiret.

Il paroît certain qu'autrefois la mer Caspienne a communiqué avec la mer Noire. Aujourd'hui elle paroît plus basse, & elle a diminué con-

fidérablement. Cette diminution suppose, ou que l'évaporation emporte plus d'eau de dessus cette mer, que ne lui en rendent les pluies & les fleuves :

Ou que ses eaux se perdent réellement dans des gouffres souterrains, pour se rendre dans d'autres mers, ou dans l'intérieur du globe.

Ces lacs, qui n'ont point de canaux d'écoulement, ont ordinairement leurs eaux salées ; tels sont le lac Aral, la mer Caspienne, la mer Noire, la mer Morte, le lac Baraba, le lac Tozzer... (§. XCIX).

On concevra facilement la cause de ce phénomène, d'après ce que nous avons dit sur la cause de la salure des eaux des mers. Les rivières & les fleuves lessivent les terrains qu'ils traversent, & tous les sels qui s'y trouvent sont emportés dans ces lacs ; leurs eaux par conséquent seront salées, comme le sont celles des mers.

DES LACS QUI ONT DES CANAUX D'ÉCOULEMENT.

§. CCLXVI. Mais la plus grande partie des lacs a des canaux d'écoulement. Ils donnent naissance à des fleuves qui en sortent. Nous avons vu que le Nil, le Niger, l'Amazone,

le Gange, la Léna sortent des grands lacs.

Ces eaux courantes creuseront sans cesse le canal de dégorgeement. Il en sortira par conséquent une plus grande quantité d'eau. Mais il n'en arrivera pas davantage dans le lac. Il diminuera donc d'étendue.

La plupart des lacs qui sont traversés par des eaux courantes, diminuent journellement par cette cause. Celui de Genève, par exemple, s'est beaucoup retiré ; car toute la ville basse étoit autrefois baignée par ses eaux.

La même chose doit avoir lieu dans tous les lacs semblables.

Une autre cause diminuera encore l'étendue des lacs, ce seront les attérissemens. Les fleuves, qui y apportent leurs eaux, charient beaucoup de sables, de galets (§. CCXXVII). Ils combleront ces bassins, comme ils combleront celui des mers.

Ces différentes causes ont donc diminué l'étendue de la plupart des lacs existans, & même en auront fait disparaître plusieurs.

§. CCLXVII. Il paroît en effet, par les anciennes traditions, que les lacs étoient beaucoup plus nombreux autrefois qu'ils ne sont actuellement.

Hérodote dit (*liv. 7*) que la Thessalie

n'étoit primitivement qu'un grand lac. « On » dit que la Thessalie n'étoit autrefois qu'un » grand lac, comme étant environnée de tout » côté par les hautes montagnes; car du côté » de l'orient, elle est enfermée de Hélicon & » de Ossa, qui se joignent par le pied; du » côté du nord, de l'Olympe; du côté de » l'occident, du Pinde; & du côté du midi, » par le mont Othris. . . . Le pays est arrosé » par cinq fleuves, Pénée, Apidone, Ono- » chone, Enipée, & Pamise, qui vont se » jeter à la mer par un canal fort étroit, où » coule le premier. Anciennement ils fai- » soient une mer de la Thessalie entière. . . . » Je m'imagine que cette séparation des mon- » tagnes n'a pu être faite que par un tremble- » ment de terre ».

Les traditions portent à croire que le Pont-Euxin formoit un grand lac, enfermé dans des montagnes, & qu'un tremblement de terre lui ouvrit un passage dans la mer Egée.

La Béotie paroît aussi avoir été autrefois un grand lac, qui s'écoula du tems d'Inachus.

Les annales Chinoises rapportent que, du tems de Yao, il y eut un grand lac dans les montagnes de la Tartarie orientale, qui s'écoula, & produisit une grande inondation.

Les

Les annales de tous les anciens peuples nous parlent de pareils évènements.

On ne peut donc douter qu'autrefois il n'y ait eu beaucoup plus de lacs qu'aujourd'hui.

Les hommes eux-mêmes ont favorisé l'écoulement des lacs. Nous les voyons par-tout occupés à dessécher les marais, creuser des canaux d'écoulement aux eaux stagnantes.... Ainsi, ce sera une nouvelle cause à ajouter aux autres, qui ont produit la diminution des lacs.

Le voyageur, qui observe avec attention la surface de la terre, reconnoît, en nombre d'endroits, les vestiges d'anciens lacs ainsi desséchés. Sulzer a donné des détails intéressans sur cet objet (*Mémoires de Berlin*, 1762). Il voyageoit dans les montagnes de l'Hircinie : & il vit que depuis le sommet du Brocken, montagne assez élevée, jusqu'au bas de la vallée auprès du village d'Ilsebourg, il y avoit plusieurs bassins en amphithéâtre qui se communiquoient par des gorges très-étroites. Il supposa que chacun de ces bassins avoit été primitivement un lac ; que tous ces lacs, qui étoient les uns au-dessus des autres, s'étoient écoulés, & qu'il n'en restoit plus que les vestiges & le petit ruisseau qui y coule.

On rencontre par-tout de pareils bassins

plus ou moins étendus, & fermés par des montagnes très-rapprochées, entre lesquelles coulent aujourd'hui de petits ruisseaux, ou des rivières plus considérables.

La Dombes, & une partie de la Bresse, forment un bassin qu'on peut supposer avoir été autrefois fermé par les rochers de Pierre-Scise à Lyon.

La plaine de Mont-Brison, dont le sol est, en partie calcaire, quoiqu'enveloppé presque de tout côté par les terrains primitifs, a été un pareil bassin, dont la chaussée devoit être auprès de Balbigny, au-dessus de Rouane. La Loire l'a creusé, & a fait disparaître le lac.

Lamanon supposoit que le bassin de Paris avoit été un lac, dont la chaussée étoit à Meulan : & plusieurs faits appuient cette supposition.

Le lac de Genève s'étendoit peut-être, dans des tems reculés, jusqu'au fort l'Ecluse, & couvroit par conséquent le Valais, une partie de la Savoie, de la Suisse...

Il paroît qu'à des époques éloignées, la mer Caspienne communiquoit avec la mer Aral & avec le Pont-Euxin.

Il seroit intéressant pour la Géologie de reconnoître tous les bassins qui ont été autrefois des lacs, & qui sont aujourd'hui dessé-

chés... On distingueroit, par ce moyen, les phénomènes qui se sont opérés dans des lacs, de ceux qui ont eu lieu dans les grandes mers. Car il n'est pas douteux qu'un grand nombre de phénomènes géologiques ont été produits dans des lacs particuliers, & qu'il ne s'en produise encore tous les jours, comme nous en avons déjà plusieurs preuves : & nous en verrons encore d'autres.

§. CCLXVIII. Dans ce moment, les lacs sont beaucoup plus nombreux au nord que dans aucune contrée du globe. Il paroît même qu'il y en a peu dans la zone torride : & on en peut trouver facilement la raison.

Les montagnes de la zone torride sont, en général, très-rapides. Les courans y ont par conséquent beaucoup de force.

Les pluies n'y ont ordinairement qu'une saison ; mais elles y sont prodigieuses, & causent, comme nous l'avons vu, des inondations immenses, qui durent quelquefois plusieurs mois.

Ces pluies abondantes produiront deux effets.

Le premier sera de couper les chauffées des lacs qui y pouvoient exister, ou d'en creuser de plus en plus le canal d'écoulement.

Le second fera de charrier beaucoup de terres qui combleront ces lacs.

Ces deux causes réunies détruiront les lacs des montagnes de ces contrées ; cependant il y en a quelques-uns d'assez considérables, tels que le lac Bournou, que traverse le Niger ; le lac Gambéa, traversé par le Nil, & qu'on regarde communément comme en étant l'origine ; le Lauricocha, d'où sort l'Amazone ; le Maravi . . .

Dans les terrains plus bas, la chaleur y est si considérable, que l'évaporation emporte une partie des eaux. Aussi voyons-nous tous les petits lacs de la côte d'Afrique être presque réduits à sec pendant l'été ; tandis que les pluies abondantes de la saison humide les combent chaque année par les attérissemens qu'elles y charient, & en creusent les canaux d'écoulement.

Dans le Nord, au contraire, il n'y a pas de chutes d'eau si abondantes ; mais les pluies y sont continuelles. Les fleuves y charient moins d'attérissemens, & ils ont toujours un volume d'eau suffisant pour entretenir les lacs pendant l'été. Aussi voyons-nous toutes ces contrées remplies de lacs.

L'Asie septentrionale compte plusieurs lacs, dont quelques-uns sont si considérables, qu'ils

portent le nom de *mers* : tels que la mer Caspienne , qui a trois cents lieues de longueur sur cinquante de largeur ; le lac Aral ; dont la longueur est de cent lieues , & la largeur de cinquante ; le lac Baïkal , qui a cent vingt lieues de longueur ; le lac Baraba ; le lac Kiata.

Le nord de l'Europe contient aussi de grands lacs , entre lesquels on distingue le Lagoda , l'Onéga . . .

L'Amérique septentrionale est peut-être la portion du globe où il y ait le plus de lacs : tels sont le lac Supérieur , qui a cent vingt lieues de longueur & cinquante de largeur ; le lac Huron , qui a cent lieues de longueur & quarante de largeur ; le lac des Illinois ; le lac Erié ; le lac Ontario ; le lac Mistassin ; le lac Champlin ; le lac Alémipigon ; le lac des Cristinaux ; le lac des Assiniboïls . . .

Cette grande quantité de lacs , existans au nord , doit être attribuée à ce que leurs chauffées naturelles n'ont pas été coupées , comme dans les contrées qui sont entre les tropiques.

On pourroit néanmoins dire qu'en supposant que les eaux des mers se portent des pôles à l'équateur , cette abondance de lacs , dans ces contrées , vient de ce qu'il y auroit moins de

tems que ces terrains seroient découverts. Mais nous verrons que cette supposition n'est point prouvée.

La profondeur des lacs varie comme celle des mers. Des lacs peu étendus doivent avoir une profondeur bornée. Mais des lacs, tels que la mer Caspienne, le lac Aral . . . ont peut-être une profondeur égale à celle des hautes mers. Celle du lac de Genève, dans les endroits les plus bas, est estimée de neuf cent cinquante pieds . . .

§. CCLXIX. La surface des lacs a trop peu d'étendue pour éprouver des marées produites par l'action du soleil & de la lune. Cependant il en est dont les eaux s'élèvent & s'abaissent dans quelques circonstances, indépendantes de la plus ou moins grande quantité d'eau qu'y apportent les rivières qui s'y jettent.

La mer Caspienne a un grand nombre de courans, qui en élèvent & abaissent les eaux, & les eaux de tous les grands lacs sont agitées par des courans semblables.

Des lacs, qui n'ont qu'une étendue bornée, ont aussi des courans.

Les eaux du lac de Genève s'élèvent quelquefois de quatre à cinq pieds. On a assigné différentes causes de ce phénomène. Fatio

supposoit que des vents de sud, refoulant les eaux du lac depuis Genève jusqu'à son extrémité, en empêchoient l'écoulement. Jallabert disoit que la rivière d'Arve, enflée par les fontes des neiges, arrêtoit le cours du Rhône, & par conséquent retardoit son versement des eaux du lac. Bertrand suppose que des nuées éledriques peuvent attirer & soulever les eaux du lac, en certains instans. Cette cause cessant d'agir, les eaux retombent, & produisent des ondulations dans le lac.

Des courans particuliers, dans l'intérieur du lac, pourroient encore contribuer à ces phénomènes.

En général, ce seront des causes locales qui produiront tous ces mouvemens particuliers des eaux des lacs, tels que des eaux courantes, des rivières qui s'y jettent ou les traversent, des vents...

DES MERS.

§. CCLXX. Puisque tout le globe a été couvert par les eaux, comme nous en avons tant de preuves, ces eaux primitives ont été la première origine des mers. Elles ont diminué successivement jusqu'au point où nous les

voyons. Peut-être diminueront-elles encore davantage.

Dans leurs retraites, elles ont formé çà & là des lacs, comme nous l'avons vu. Plusieurs de ces lacs se sont écoulés, & leurs eaux ont été se réunir à celles des grandes mers, dont elles ont augmenté la masse.

Les eaux des mers, dans ces tems primitifs, étoient bien différentes de ce qu'elles sont aujourd'hui. Elles ne contenoient aucun être vivant, ni végétaux, ni animaux.

Il n'y avoit également point de sel marin, qui, comme nous l'avons vu, paroît un produit nouveau.

Mais elles renfermoient & tenoient en dissolution les différentes substances dont sont composés les terrains primitifs, & dont nous avons parlé ailleurs (§. LXXX).

Après la grande cristallisation du globe, les eaux restantes, que nous avons appelées les *eaux-mères*, contenoient encore un grand nombre de ces substances en dissolution (§. CCII).

Ces cristallisations secondaires achevées, les eaux des mers furent moins surchargées de parties étrangères, & elles devinrent plus pures; en même tems, elles diminuèrent

La diminution des eaux augmentant, com-

mencèrent à paroître les sommets des continens , & les bassins des mers actuelles se dessinèrent. Elles occupèrent les grandes vallées.

Des agens postérieurs , tels que des affaifsemens considérables , causés , le plus souvent , par des tremblemens de terre , auront pu former quelques nouveaux bassins , ou au moins changer la forme des premières en quelques endroits.

Le refroidissement du globe aura produit à sa surface des retraites , des fentes plus ou moins considérables. Ces fentes , ces retraites se changeront quelquefois en grandes excavations. Les eaux rempliront aussi-tôt les unes & les autres , & ces excavations deviendront de nouveaux bassins des mers.

Peut-être plusieurs mers Méditerranées sont-elles dues à cette cause.

§. CCLXXI. Les eaux des mers changèrent alors de nature. Primitivement , elles tenoient en dissolution toutes les substances qui ont formé les terrains primitifs & les kneis.

Après la découverte des continens & l'organisation des êtres vivans , il se fit , à la surface de la terre , une production abondante de différens sels ; savoir , de sels marins & de sels

vitrioliques, ainsi que des sels nitreux. Ces sels furent dissous par les eaux, & chariés dans les mers. Les sels nitreux se décomposèrent ; mais les sels marins & les sels vitrioliques restèrent entiers, & les eaux des mers s'en trouvèrent plus ou moins chargées, à raison de la température des climats.

On n'a pas encore d'expériences exactes sur la quantité des sels que contiennent les différentes mers. Voici un aperçu général que donne Ingen-Houfz.

« Dans la mer Baltique, une livre d'eau » contient environ deux drachmes de sel, ou » un quart d'once ; celle qui se trouve dans » la mer entre la Grande-Bretagne & les Pro- » vinces-Unies, en contient environ une demi- » once ; celle de la mer d'Espagne en con- » tient une once ; celle des mers entre les tro- » piques, une once & demie à deux onces ». *Expér. sur les végétaux, p. 284.*

Nous ne répéterons pas ce que nous avons dit ailleurs (§. CCLX) sur l'étendue des mers, dont nous avons supposé la surface un peu plus étendue que celle des continents, ou de 13,772,900 lieues carrées.

La profondeur moyenne des mers est estimée de deux cents à deux cent cinquante toises, d'après les différentes observations qu'on

a faites avec la sonde. Buache a fait un relevé de la profondeur de la Manche. Vis - à - vis Calais, elle est de vingt brasses, ou cent cinq pieds. Elle augmente à mesure qu'on s'avance du côté de l'équateur. Vis-à-vis la principauté de Galles & les côtes de France, elle est d'environ cent brasses.

Dans les hautes mers, la profondeur est beaucoup plus considérable; & souvent la sonde ne peut parvenir jusqu'au fond, soit qu'il se trouve à une distance considérable, soit que la sonde soit emportée par des courans.

On a pris un moyen terme: & par une approximation générale, on a estimé la profondeur moyenne de la mer à deux cent ou deux cent cinquante toises. En la supposant de deux cent cinquante toises, la masse des eaux qu'elle contiendrait seroit de 1,530,320 lieues.

D'où il s'ensuivroit encore que, si on supposoit la surface de la terre absolument plane, & que les mers la couvrissent en entier, l'eau ne s'y élèveroit qu'à environ cent vingt toises, ou à sept cents pieds.

*D U M O U V E M E N T
D E S E A U X D E S M E R S.*

Les eaux des mers sont sujettes à plusieurs mouvemens ; mais on doit en distinguer trois principaux.

Celui des marées.

Celui de l'orient en occident.

Celui des pôles vers l'équateur.

D E S M A R É E S.

§. CCLXXII. Le premier mouvement des eaux des mers, celui qui frappe davantage l'observateur, est celui des marées, qui en élève les eaux deux fois en vingt-quatre heures 48' 45". Il est bien reconnu qu'il est produit par l'action combinée du soleil & de la lune, puisqu'il est toujours proportionnel à leur éloignement ou rapprochement de la terre, & à leur position par rapport à elle. Ils agissent particulièrement sur les lieux auxquels ils correspondent. C'est pourquoi les marées sont beaucoup plus fortes entre les tropiques, & sont presque insensibles aux pôles.

Dans les Méditerranées, dont les communications avec l'Océan sont très-étroites, on

ne sent pas l'effet des marées. On en observe quelques légers mouvemens dans notre Méditerranée, comme au golfe de Venise, sur les côtes de Malte . . . Mais ils sont très-foibles, & n'élèvent les eaux que de quelques pouces. On dit qu'à Malte la marée s'élève jusqu'à trois pieds, & même, en quelques endroits, jusqu'à huit pieds.

Les lacs ne se ressentent point de cette action du soleil & de la lune.

L'influence de la lune sur le mouvement des marées est plus grande que celle du soleil. Aussi le tems où les marées sont les plus considérables, est celui des nouvelles & pleines lunes, & particulièrement dans le tems des équinoxes.

On a calculé que la lune devoit élever les eaux de cinq pieds, & le soleil de deux pieds, ce qui fait en tout sept pieds; ou plus exactement, le soleil les élève de 22 pouces 0,7, & la lune 2 $\frac{1}{2}$ davantage.

Mais la nature des côtes, des golfes, la position des montagnes, des caps, des promontoires, l'action des vents, des courans, des fleuves modifient singulièrement ce mouvement des marées. Car, dans quelques endroits, comme à Saint-Malo, les eaux s'élè-

vent, dans les tems de marées, jusqu'à quarante & cinquante pieds.

Dans les grandes mers, sous l'équateur, les marées sont beaucoup moins considérables. Elles ne sont, dans la mer des Indes, que de trois pieds suivant le Gentil, de deux pieds & demi au Sénégal suivant Adanson, d'un pied à l'île de Taïti...

DU MOUVEMENT DES EAUX DE L'ORIENT A L'OCCIDENT.

§. CCLXXIII. Les eaux des mers ont un second mouvement qui n'est pas moins régulier que celui des marées. Il correspond à un semblable mouvement, qui existe dans l'atmosphère : je veux dire le grand vent alisé, le vent d'est, qui règne constamment entre les tropiques, & qui court de l'orient à l'occident (§. LXXII).

Les navigateurs, pour aller d'Europe en Amérique, sont obligés de descendre à la latitude des Canaries, pour prendre ce courant, qui les porte avec rapidité à l'occident.

On observe le même courant dans la mer du Sud. Pour aller aux Philippines, en partant d'Acapulco, on ne s'écarte point de

l'espace qui est compris entre les deux tropiques.

On pourroit croire que ceci est l'effet du grand vent alisé d'est. Mais les marins distinguent très-bien l'action du courant de l'atmosphère, de celle du courant des eaux de l'Océan.

DU MOUVEMENT DES EAUX DES POLES VERS L'ÉQUATEUR.

§. CCLXXIV. Il existe un troisième mouvement des eaux des mers, qui les porte des pôles vers l'équateur. Il correspond à un semblable mouvement dans l'atmosphère, qui, comme nous l'avons vu, court presque toujours des pôles vers l'équateur (§. LXXV).

Ce mouvement est reconnu de tous les navigateurs, qui, pour aller en Amérique, sont obligés de ranger le long des côtes de France, de l'Espagne, & gagnent les Canaries, pour aller se mettre dans le courant, qui porte de l'orient à l'occident. On pourroit croire d'abord qu'ils cherchent plutôt les vents de nord & nord-ouest, que le courant des eaux. Mais ils disent que l'action du courant est bien différente de celle du vent de nord. On s'en assure, parce qu'on fait toujours plus de che-

min qu'on ne devoit en faire par l'action du vent.

On retrouve, dit Bernier, un même courant dans les mers de l'hémisphère austral, qui porte également de ce pôle vers l'équateur.

Waitz, qui a parlé de ce troisième mouvement des eaux, en apporte pour preuve, le mouvement des glaces, qui se porte constamment des deux pôles vers l'équateur.

§. CCLXXV. Voilà donc trois grands mouvemens qu'éprouvent les eaux de l'Océan. Ils correspondent à de semblables que nous avons vu exister dans l'atmosphère. Mais il faut en rechercher la cause.

Celle des marées est bien connue. Son action est déterminée rigoureusement. Nous n'en pouvons pas dire autant de celle des deux autres.

Cependant il paroît que le second mouvement des eaux, leur transport d'orient en occident, dépend de trois causes principales.

1^o. La rotation du globe. Car, tournant sans cesse d'occident en orient, d'un mouvement très-rapide, il imprime la même rotation à tout ce qui est à sa surface. Mais les eaux n'ayant pas la même masse, ni la même densité que la partie solide, ne doivent point

se mouvoir aussi vîte, & demeureront en arrière. Elles sembleront par conséquent se mouvoir d'orient en occident, comme cela a lieu, relativement à l'atmosphère.

2°. Le soleil & la lune avançant chaque jour à l'occident relativement à un point fixe, pris sur la terre, doivent entraîner de ce côté la masse des eaux. C'est pourquoi chaque jour le jusant, ou haute mer, arrive plus tard, c'est-à-dire, qu'il se trouve à la même heure plus à l'occident : ce qui doit imprimer aux eaux de la mer le mouvement d'orient en occident.

3°. Le vent alisé d'est influera encore sur le courant des eaux de l'Océan, en leur communiquant la même direction qu'il a lui-même.

L'action de ces trois causes réunies imprimera aux eaux des mers un mouvement assez rapide d'orient en occident.

Le troisième mouvement qui porte ces eaux des pôles vers l'équateur, sera une suite de celui qui les porte d'orient en occident. Car la position physique des continens de l'Afrique & de l'Amérique, ainsi que celle de l'archipel des Indes & de la nouvelle Hollande, doivent changer la direction de ce second mouvement, qui, dès-lors, doit refluer sur les

côtes, du côté des pôles, &, par une espèce de tournoiement ou de remou, doit revenir sur lui-même.

Les eaux de la mer Atlantique, par exemple, poussées par leur mouvement d'est des côtes d'Afrique vers l'Amérique, y sont arrêtées. Une partie se précipite dans le golfe du Mexique, delà remonte vers les Bermudes.

L'autre partie gagne le long des côtes du Brésil, & s'étend vers le cap Horn.

Mais ce transport des eaux des côtes de l'Afrique, a fait un vide : les eaux doivent donc affluer des deux pôles pour remplir ce vide ; ce qui détermine un écoulement des eaux des pôles vers l'équateur, le long des côtes d'Afrique. Il se fera un vide dans cette partie des mers Polaires, tandis qu'il y aura une surabondance d'eau sur les côtes du Brésil & sur celles de Terre-Neuve. Les eaux s'écouleront donc de ces dernières régions, les unes vers le cap de Bonne-Espérance, & les autres vers les Açores, & au-dessus, pour revenir sur les côtes d'Europe.

Les eaux de la mer Atlantique, par conséquent, décriront deux espèces de courbes, l'une qui les portera des côtes d'Afrique sur les côtes d'Amérique, les fera remonter le long du Mexique aux Bermudes, & les ra-

mènera en Europe par les quarante degrés de latitude. Aussi, pour revenir des Antilles, les marins sont-ils obligés de gagner cette hauteur. L'autre mouvement portera ces eaux des côtes de l'Afrique sur celles du Brésil, & delà les rapportera du côté cap de Bonne-Espérance.

La même chose aura lieu pour la mer du Sud. Mais l'effet n'est pas tout-à-fait aussi sensible, parce que l'archipel Indien & la nouvelle Hollande n'opposent pas un obstacle, tel que le fait l'Amérique. Néanmoins les eaux y reviennent toujours sur elles-mêmes. Car les vaisseaux qui viennent des Philippines en Amérique, sont obligés de gagner les 40 degrés de latitude nord, & de revenir par la Californie.

D'autres causes opéreront un transport des eaux vers l'équateur.

Une de ces causes sera l'action continuelle des vents qui soufflent des pôles vers les tropiques (§. LXXV). Ils imprimeront aux mers le même mouvement qu'ils ont eux-mêmes, comme le font tous les autres vents.

La différente densité des eaux pourroit y influer également. Les eaux des mers sont plus salées dans les pays chauds que dans les

pays froids, & à leurs parties inférieures que dans leurs parties supérieures.

Les eaux des pôles sont plus froides à leur surface, & plus chaudes à une certaine profondeur.

Dès-lors, les eaux des pays chauds étant plus denses, sur-tout dans leurs parties inférieures, doivent s'écouler vers les pôles par le fond des mers. Il faudra donc que les eaux supérieures des mers des pôles refluent vers l'équateur. Leur plus grande densité, qu'elles doivent au froid, favorisera cet écoulement. Elles entraîneront avec elles les glaces dont elles sont couvertes.

Ces trois grands mouvemens des eaux sont ensuite modifiés par la nature des côtes, des détroits, des caps, des promontoires..... comme nous l'avons vu en parlant des marées.

Les vents généraux, tels que les vents alisés, ou les vents particuliers qui tiennent un certain tems, tels que les moussons; enfin les vents de mer & de terre qui sont constants, donneront lieu à beaucoup de courans particuliers dans les mers, lesquels seront également modifiés par les côtes, les promontoires, les golfes, les détroits...

Ce seront ces causes qui produiront cette

foi de courans particuliers dont parlent les navigateurs, & dont nous avons rapporté quelques exemples en parlant des vents.

Les grandes rivières, les grands fleuves, en se jettant dans les mers, y produisent encore des courans. Des masses d'eau aussi considérables que l'Amazone, l'Orénoque, la Plata ayant un cours plus ou moins rapide, doivent, en arrivant dans la mer, perdre leurs vitesses acquises; ce qu'elles ne feront qu'en les communiquant aux eaux des mers avec lesquelles elles se mêlent. Aussi, y a-t-il des courans particuliers à l'embouchure de toutes les grandes rivières. Ces courans changent sans cesse par les sables que ces fleuves entraînent, par les attérissemens & par les îles qu'ils forment & font des *barres* très-dangereuses pour les navigateurs.

Ces courans deviennent plus violens dans le tems du jusant, ou haute marée, ainsi que lorsque la mer est agitée. Les flots de la mer ont, dans cet instant, un mouvement contraire à celui du fleuve, & ce choc rend la lame très-dangereuse. Ce choc des deux courans forme ce qu'on appelle la *barre*.

Des fleuves souterrains qui aboutiront dans les mers, pourront également y exciter des

courans par les mêmes causes que nous venons d'exposer.

On avoit supposé des cavités souterraines, par lesquelles certaines mers se communiquoient, & qui produisoient de grands courans, comme nous avons vu qu'on en supposoit pour certains lacs, tels que la mer Caspienne...

On disoit, par exemple, que les eaux du golfe du Mexique communiquoient avec celles de la mer du Sud par un conduit qu'on supposoit exister sous l'isthme de Panama. On affuroit aussi qu'il existoit de semblables conduits du côté de la Jamaïque....

Mais, quoique tous ces conduits souterrains soient très-possibles, nous n'avons aucun fait constant qui en assure l'existence.

On avoit encore assigné pour cause des courans, des gouffres dans lesquels on supposoit que les eaux se précipitoient. On citoit particulièrement le fameux *Maëstrom* sur les côtes de Norwege. Mais aujourd'hui que ce lieu est bien connu, il se réduit à peu de chose.

Il est très-vraisemblable qu'il existe dans les mers des lieux par où les eaux gagnent l'intérieur du globe. Mais nous n'en connoissons encore aucun qu'on puisse assurer servir à cet usage.

Le *Maëstrom* est un espace où les eaux tournent. Ce tournoiement peut être occasionné effectivement par une absorption des eaux qui s'engloutiroient dans des cavernes intérieures. Mais il peut aussi être produit par des courans opposés, comme nous le voyons tous les jours relativement aux eaux des fleuves.

Des trombes qui se forment sur la surface de la mer, y produisent de pareils tournoiemens.

Les feux sous-marins, dans les tems de leurs éruptions, troublent l'équilibre des eaux & doivent y produire des courans.

Les éruptions des volcans qui sont situés proche des mers, produisent ordinairement un double mouvement dans leurs eaux. Par une première impulsion, elles sont repoussées loin de la côte; mais une seconde les ramène & les élève considérablement. On les a vu quelquefois être élevées jusqu'à 200 pieds au-dessus de leur niveau.

§. CCLXXVI. Les eaux des mers présentent un autre phénomène qui mérite l'attention du physicien. Du côté de Cette, d'Aiguemorte, où il y a beaucoup de marais salans, on s'apperçoit dans certains tems de l'année, que les eaux semblent se retirer. C'est sur-tout dans les années très-sèches au mois

de Juillet & au mois d'Août. L'eau de la mer ne sauroit remplir les marais salans, comme elle le fait ordinairement.

On ne sauroit cependant dire que la sécheresse diminue les eaux de la mer d'une quantité sensible. Cet effet tient donc à une autre cause. Dans cette saison, lors des sécheresses il règne constamment un vent de nord. Ce vent pousse les eaux en haute mer, & les éloigne par conséquent des côtes de Cette, d'Aiguemorte...

Dans le golfe de Venise, on apperçoit la même retraite des eaux dans les saisons sèches. Elles paroissent diminuer de près de deux pieds dans les lagunes, ce qui est produit également par des vents de terre qui soufflent constamment, & repoussent les eaux en haute mer.

Nous avons déjà dit qu'il paroît certain que les eaux des mers, poussées par un vent continuel, peuvent se soutenir constamment au-dessus de leur niveau actuel.

*DE L'EFFET DES COURANS
DANS LE SEIN DES MERS.*

§. CCLXXVII. On ne fautoit révoquer en doute que, dans le sein des mers & des grands lacs, il existe des courans soit généraux, soit particuliers. Ils sont constatés par l'observation. Mais, les effets qu'ils peuvent produire, ne sont pas également déterminés.

Quelques physiciens ont attribué une grande force à ces courans, & pensent qu'ils exercent une action très-considérable sur le fond de leur sol. Ils croient que ces courans ont pu creuser des vallées & en élargir d'autres. Une des preuves que Bourguet en apporte, est la régularité des angles rentrans & saillans de ces vallées.

D'autres physiciens soutiennent, au contraire, que l'action des courans est presque nulle, & qu'elle ne s'étend qu'à une très-petite profondeur. Ils supposent qu'à 60 ou 80 pieds, elle ne produit presque aucun effet.

Pour décider cette question, qui est d'un grand intérêt, relativement aux phénomènes géologiques, il faut consulter les faits.

Il est certain que la mer forme des bancs

de sable qui ferment aux vaisseaux des passages qui leur étoient ouverts.

Il y a un grand nombre de ces bancs de sable sur les côtes de Hollande, & au nord-est de l'Angleterre. Les principaux sont le Zuidersee, le banc de Werthem, celui de Whitte, celui de White-Watter, celui des Chiens.... Le Borneur ou le Kintmen est un des plus étendus qu'on connoisse. Il commence sur les côtes du Holstein & se prolonge jusques sur les côtes des Hybrides. (*pl. III*).

On retrouve de pareils bancs dans la plupart des mers. Les géographes en marquent un considérable, qui s'étend de la côte d'Afrique, proche Alger, aux sept Caps, jusques dans le golfe de Lyon.

Les bancs de Terre-Neuve sont très-étendus. Mais il y en a d'autres sous mer, proche de ceux-ci, & qui sont encore plus considérables.

Tous ces bancs de sable sont chariés par les eaux qui, même souvent, les font changer de place, comme on l'observe journellement au Zuidersee.

Sur toutes les côtes, la mer charie des sables, des galets.... elle ronge les montagnes qui la bordent, forme des falaises.

Il n'est donc pas douteux que les eaux de

la mer n'agissent sur son fond & sur ses côtes. Mais jusqu'à quelle profondeur s'étend cette action? c'est ce que les faits ne décident pas d'une manière précise.

DICQUEMARE pensoit que l'action des eaux étoit assez considérable au Havre & dans toute la Manche, pour changer le fond de la mer. Il distinguoit, en conséquence, deux fonds dans cette mer: l'un qu'il appeloit permanent, & qu'il regardoit comme le véritable fonds; & l'autre qu'il appeloit changeant (1).

D'APRÈS a étendu cette observation à toutes les mers (2).

Pour prouver leur opinion, ils disoient l'un & l'autre, que les sondes jetées à différentes époques dans les mêmes endroits, apportoient des terrains différens. Les marins, ajoutent-ils, en avoient été induits en erreur pendant long-tems. Ils croyoient n'être plus dans le même lieu, voyant que la sonde ne rapportoit pas la même nature de terrains.

Nos deux auteurs prétendoient, au contraire, s'être bien assurés que la sonde jetée à différentes époques dans le même endroit,

(1) Journal de Physique, Décembre 1775, p. 438; & Novembre 1781, pag. 395.

(2) Journal de Physique, Octobre 1775, pag. 333.

apportoit souvent des terrains différens : ce qu'ils attribuoient aux dépôts que les eaux charioient sans cesse. Ces nouveaux dépôts forment un fond faſſice, qui chargeoit chaque fois que les eaux l'emportoient pour y apporter de nouvelles ſubſtances ; & cet effet avoit lieu, ſuivant eux, dans des mers très-profondes.

Il eſt certain que les eaux des mers charient des ſables à d'afſez grandes profondeurs, & beaucoup au-delà de 60 à 80 pieds.

Mais leur action eſt-elle afſez puiſſante pour creuſer le fond de la mer à une certaine profondeur ? Rien ne le prouve. Leur principal effort eſt toujours à leur ſurface. C'eſt là où le coup de la lame a une ſi grande force, comme on le voit journallement, contre les jetées des ports. Elles ne les détériorent qu'à leurs ſommets.

D E S F A L A I S E S.

§. CCLXXVIII. Par falaiſes, on entend des montagnes eſcarpées, qu'on rencontre ſur les bords de la mer & des lacs, & qui ſont coupées d'une manière plus ou moins verticale.

Toutes les côtes des mers profondes sont bordées de pareilles falaises, qui diminuent ensuite peu-à-peu, & sont remplacées par des côtes basses.

Les bords de la Méditerranée présentent un grand nombre de ces falaises élevées, dont quelques-unes ont jusqu'à quatre ou cinq cents toises au-dessus du niveau des eaux. C'est ce qu'on observe du côté de Ceuta, d'Alger, de Gènes, de Nice, de Toulon..... Le rocher de Gibraltar n'est qu'une haute falaise.

Il faut distinguer plusieurs espèces de falaises. Les unes sont produites par l'effort des lames; les autres sont l'effet d'autres causes, que nous allons détailler.

DES FALAISES PRODUITES PAR CRISTALLISATION.

Plusieurs montagnes produites par cristallisation, sont coupées presque verticalement. La face du Mont-Blanc, par exemple, qui regarde l'Italie, a environ seize cents toises d'élévation à peu-près perpendiculaire. Si elle se trouvoit sur les bords de la mer, elle feroit une immense falaise.

Le mont Ventoux, qui a plus de mille toises de hauteur, est un pic isolé au milieu d'une



vaste plaine. Il formeroit donc également une falaise très-considérable s'il se trouvoit sur les bords de la mer.

Or, on rencontre, sur les bords des mers, des falaises de montagnes secondaires, comme à Douvres, à Boulogne, à Gènes, à Gibraltar.....

Il y en a d'autres de montagnes primitives, comme à Toulon, & sur toute cette côte, jusqu'au Var.....

DES FALAISES PRODUITES PAR AFFAISSEMENT OU RENVERSEMENT DES MONTAGNES.

Des falaises ont encore pu être produites par les affaissemens des montagnes, ou leur renversement, qui les auront coupées verticalement, ou à peu-près verticalement, comme nous l'avons vu pour le rocher de Scilla, en 1783.

DES FALAISES PRODUITES PAR SOULEVEMENT.

Des montagnes soulevées par des feux souterrains, ou de toute autre manière, pourront encore produire des falaises, si ces soulèvements se font d'une manière verticale, ou à peu-près verticale. En 1720, une éruption volcanique fit sortir du milieu des eaux, une

île auprès de Tercère. Un vaisseau s'en approcha, & fila plus de soixante brasses de corde, sans pouvoir trouver le fond. Si cette île s'étoit élevée sur le rivage, elle auroit donc formé une falaise considérable.

DES FALAISES PRODUITES PAR L'ACTION DES TREMBLEMENS DE TERRE.

Les tremblemens de terre bouleversent des contrées entières, renversent des montagnes, en font affaïsser d'autres, en soulèvent de troisièmes... ils produiront donc souvent des falaises.

DES FALAISES PRODUITES PAR RETRAITE.

La surface de la terre se refroidissant plus que son centre, la retraite aura dû y produire des fentes qui auront pu former des falaises.

DES FALAISES PRODUITES PAR L'ACTION DES EAUX.

Mais toutes les falaises produites par les différentes causes dont nous venons de parler, sont ensuite exposées à l'action des eaux. Les lames de la mer viennent frapper contre des montagnes plus ou moins escarpées, & les dégradent par la base. Dans les tempêtes & les

gros tems, les flots s'élèvent à une grande hauteur & viennent se briser contre ces masses. Ils en détachent sans cesse des parties.

Les pluies, les frimats, les gelées produisent le même effet.

Enfin, la montagne se trouve coupée à pic, ou verticalement : & lorsqu'elle est composée de parties peu cohérentes, elle s'écroule en partie dans la mer. C'est ce que l'on voit au Havre, & sur toute cette côte où les couches des montagnes sont souvent schisteuses, argileuses..... Elles tombent par parcelles, & sont emportées par les flots.

On m'a objecté que les flots de la mer n'ont point assez de force pour ronger ainsi leurs rivages : & pour le prouver, on rapporte un très-grand nombre de faits.

1°. On connoît plusieurs côtes très-anciennes qui ne paroissent pas avoir changé depuis des siècles....

2°. Des écueils ou rochers à fleur d'eau, ou peu élevés au-dessus des eaux, sont aujourd'hui dans la même situation qu'ils avoient, suivant les plus anciens témoignages de l'histoire.

Je réponds que l'histoire ne date, pour ces faits, que d'environ deux mille ans ; ce qui est peu pour d'aussi grands phénomènes.

Qu'il

Qu'il est, d'ailleurs, certain que plusieurs côtes sont rongées par les flots. Nous en avons des exemples journaliers sur toutes les côtes escarpées. Il suffira de citer toutes les côtes de France sur l'Océan, à Boulogne, au Havre, à Noirmoutier, à la Rochelle, à Rochefort... par-tout, ces côtes sont rongées, & les falaises s'y dégradent. J'ai vu les falaises auprès du Havre, se dégrader journellement par l'action de la lame.

Ces effets sont sur-tout sensibles dans les détroits resserrés, où il y a de violens coups de mer. Il s'y forme des falaises très-escarpées. Le coup de la lame y a tant de force, qu'elle est capable d'enfoncer un vaisseau qui présente la poupe, ou le flanc.

Néanmoins, quelques rochers plus durs ont pu résister à cette violence des flots, tels sont les écueils dont on parle. Mais ce sont des exceptions qui ne sauroient détruire un fait général.

Les flots agiront donc contre toutes les côtes rapides qui bordent les mers, en dégraderont les bafes & les feront ébouler.

Cette vérité est connue depuis long-tems. Aussi, les habiles architectes qui dirigent les constructions des digues, qu'on oppose à l'invasion des flots, ont-ils bien soin d'avertir de

construire ces digues en pente douce, & non perpendiculairement. La lame se brise contre le terrain qui a beaucoup de talus. Son effort divisé est foible. Elle y apporte même des sables, des galets, & exhausse ainsi le sol.

Au contraire, lorsque la digue est verticale, ou à peu-près, la lame exerce toute sa force contre cet obstacle, & l'a bientôt entamée ou renversée. On fait avec quelle fureur elle agit contre les jetées qui sont dans les ports.

Elle a renversé les cônes de Cherbourg, malgré toute la solidité qu'on leur avoit donnée.

La mer, en rongant ainsi ceux de ces bords qui sont escarpés, s'avancera dans les terres, tandis qu'elle s'éloignera sur les côtes basses où elle forme des attérissemens par les sables & les galets qu'elle y apporte. C'est ainsi qu'elle paroît s'éloigner sur toutes les côtes de Hollande.... à Dunkerque, à Calais... où la plage est plate, & s'avancer du côté du Havre, où il y a des monticules que les flots dégradent sensiblement.

Dans des détroits resserrés, tels que le Pas-de-Calais, le détroit de Gibraltar, celui de Messine, le canal de Bahama.... les flots en rongeront les rives, & élargiront ainsi ces gorges. Au détroit de Messine, les eaux ont

dégradé la côte jusques un peu au-dessous de leur niveau. Des bancs plus solides ont résisté & forment des bas-fonds, contre lesquels la lame vient se briser avec force, & forme une espèce de *cliquetis singulier*, qui a été l'origine de toutes les fables qu'on a débitées sur les syrènes, le gouffre de Carybde & de Scylla...

Supposons ensuite que les mers se retirent & laissent à sec ces détroits; on aura une vallée qui aura été élargie par l'action des eaux.

Cette vallée aura aussi pu être creusée & excavée par la même cause.

Comme la lame a toujours beaucoup plus de force à sa surface qu'à une certaine profondeur, son action sera plus puissante dans les bras des mers, dans les anses, dans les embouchures des rivières..... elle y attaquera avec force les côtes escarpées.

DES FALAISES DES CONTINENS.

On retrouve, dans l'intérieur des terres, dans le centre des continens, au milieu des grandes chaînes de montagnes, plusieurs falaises semblables à celles que nous venons de voir sur les bords des mers. Ce sont également des montagnes plus ou moins élevées, & coupées plus ou moins verticalement.

Ces falaises des continens ont pu être produites par les mêmes causes que celles qui sont sur les bords des mers.

1°. Par cristallifation.

2°. Par des affaiffemens ou des soulèvemens.

3°. Par des retraites.

4°. Par l'action des eaux. L'observateur distinguera, dans plusieurs de ces falaises, l'action de ces différentes causes. Il y reconnoitra, même souvent, l'impression des lames ou des flots qui les ont rongées à différentes hauteurs.

Ces effets sont très-visibles dans plusieurs endroits du Jura. J'en ai vu des marques très-sensibles dans la vallée où coule la rivière d'Ain.

On voit en Dauphiné, dit Bernard de Jussieu (*Mémoires de l'Académie des Sciences de Paris*, 1718), entre Gap & Sisteron, certaines montagnes où les vestiges du décroissement des eaux de la mer sont marqués par des amphithéâtres, dont les degrés augmentent en largeur, à mesure qu'ils approchent du pied de la montagne.

Les eaux, dans les grands lacs, produiront les mêmes effets que celles des mers.

Mais quelques-uns de ces lacs, situés dans des montagnes élevées, auront pu s'écouler

subitement; leurs eaux ayant acquis une grande vitesse & une grande force, rongeront les bords des vallées qu'elles traverseront & y formeront des falaises.

Cet effet sera encore plus considérable, s'il se trouve plusieurs lacs les uns au-dessus des autres, & que la digue du plus élevé se brise la première. Elle causera la rupture de celles des autres, comme Sulzer soupçonne que cela est arrivé dans les montagnes de l'Hyrcinie.

Les grandes rivières, les grands fleuves, coopèrent souvent à l'agrandissement des falaises commencées sur les bords des mers. Lorsque ces eaux courantes viennent avec rapidité frapper contre une butte élevée, elles la coupent peu-à-peu par la base, qui se mine, & enfin devient une vraie falaise que les pluies, les frimas, les gelées achèvent de dégrader.

Si ces falaises, formées par les fleuves, se trouvent près leur embouchure dans la mer ou dans des lacs, pour-lors, les eaux de la mer en refluant dans la rivière, lors des marées & des gros tems, augmenteront encore cette falaise.

La rivière Angara qui sort du lac ou mer Baïkal, a 900 toises de largeur à sa sortie de ce lac immense. Elle a coupé le terrain à une

profondeur de 20 toises environ. On voit des deux côtés du terrain ainsi coupé, les mêmes couches. On y distingue sur-tout huit couches de charbons de deux à trois pieds d'épaisseur. On ne peut donc douter que ces falaises ne soient formées par les eaux sortant de ce lac par l'Angara.

Les falaises qu'on trouve au milieu des continents, auront donc été commencées ordinairement par cristallisation, par retraite, par affaissement, par soulèvement. Elles auront ensuite été travaillées ;

1°. Par les flots de la mer, tandis qu'elles étoient dans son sein ou sur ses bords.

2°. Par ces mêmes eaux de la mer qui s'étendent dans les golfes, dans les détroits, le long des vallées & des rivières qui y coulent.

3°. Par les eaux courantes, telles que les fleuves.

4°. Par l'action des frimas.

5°. Quelques-unes ont pu être augmentées par des débâcles de lacs élevés, qui, ayant rompu leurs digues subitement, se sont écoulés avec grande impétuosité.

6°. L'action des feux souterrains & des tremblemens de terre, en bouleversant des contrées entières, auront encore pu produire beaucoup de falaises.

*DES VOLCANS, DES TERREINS
QU'ILS SOULEVENT, ET DES
TREMBLEMENS DE TERRE.*

§. CCLXXIX. S'il est quelques phénomènes qui aient dû effrayer les hommes, ce sont ces commotions souterraines qui semblent menacer le lieu de leur habitation d'une destruction totale, & ces flammes dévorantes qui s'élancent du sein de la terre entr'ouverte. A combien d'idées ridicules n'ont-elles pas donné naissance !

Les feux souterrains sont beaucoup plus nombreux qu'on ne pense communément. Si nous parcourons sur la carte, tous ceux dont parlent les observateurs, nous serons étonnés de leur nombre : & sans doute ils ne les ont pas encore tous décrits.

Mais il y en a encore un bien plus grand nombre qui sont éteints : & comme les seuls minéralogistes en peuvent reconnoître l'existence par les traces qu'ils ont laissées, les voyageurs, la plupart peu instruits dans ces matières, n'ont pu nous en parler.

Toutes les côtes de la Méditerranée sont remplies de volcans en activité, ou éteints.

Le mont Gibel, ou Etna, en Sicile, est le plus considérable de ces volcans en activité. Suivant Guénaut, sa première éruption date de quinze cents ans avant notre ère. (*Coll. acad. part. franç. t. V1, p. 489.*)

On trouve, au sud de l'Etna, plusieurs vestiges de volcans éteints, dont les principaux sont au Val di Notto dans les monts Neptuniens, & qui paroissent plus anciens que l'Etna.

Les îles Lipari, ou Æoliennes, qui sont au nombre de dix, peuvent être regardées comme des productions volcaniques, ainsi que plusieurs rochers à fleur d'eau, qui sont situés au milieu d'elles. Une de ces îles, Stromboli, présente des éruptions presque continuelles.

L'Italie compte deux volcans célèbres en activité. Le Vésuve, dont la première éruption paroît dater de l'année 79 de notre ère, quoique quelques faits paroissent prouver des éruptions antérieures.

Et la Solfatare.

Mais le reste de l'Italie est plein de vestiges d'anciens volcans éteints.

Toute la côte de la Campanie présente des restes volcaniques.

Les hécatombes de Rome sont dans des laves & des basâtes.

Par conséquent on peut affurer que , depuis Sienne jusqu'au - dessous de Naples, c'est-à-dire, l'espace d'environ quatre-vingts lieues, toutes ces contrées ont été des foyers de feux fouterreins.

On trouve dans le Vicentin & dans le Padouan, un espace de quinze lieues, qui ne présente que des vestiges d'anciens volcans (qui paroissent avoir été sous-marins), dont les plus considérables sont :

Saint-Lucas.

Le mont Gorgignano.

Le monte Rosso, à Padoue.

Le monte Diavolo, à Vérone.

Et toute cette partie d'Italie paroît avoir été ravagée par les volcans.

Tous les lagonis de Toscane sont remplis d'eaux chaudes, de vapeurs d'acide sulfureux, & de gaz hépatique.

On retrouve une quantité immense de volcans éteints dans la partie méridionale de la France.

En Provence, Ollioule, Fréjus...

Dans les Cévennes, il y a une multitude d'anciens volcans, à Rochemaure, au Coiron, à la Coupe, au Puy...

Ils communiquent avec ceux d'Auvergne , où on distingue particulièrement le Cantal, le Mont-d'Or, le Puy-de-Dôme.... Il faut voir la description de tous ces volcans dans le bel ouvrage de Faujas, qui en a donné de superbes dessins, & dans les divers auteurs qui en ont parlé...

Ces volcans s'étendent dans le Forez, où on en retrouve un à Mont-Brison.

Ils se propagent même jusqu'en Bourgogne. Du côté d'Autun, il y a un volcan éteint au mont Dreven...

La masse des Alpes ne présente rien de volcanique.

Mais du côté du Brisgaw, & en descendant le Rhin vers Bonn, on rencontre plusieurs volcans éteints, décrits par Diétrich, Sauffure, Noze...

On en retrouve :

Auprès de Francfort.

A Brandeau, en Hesse.

Auprès de Gottingue.

A Lauban, en Lusace.

A Stolperstein, en Misnie.

A Léignitz, en Silésie...

Il y a des volcans éteints en Dalmatie & en Hongrie.

Ces volcans se propagent du côté de l'Epire & de la Macédoine.

Tout l'Archipel de la Grèce est agité par les feux sous-marins.

Delos a été soulevé par les feux sous-marins.

Pline (*l'v. 2*) cite un grand nombre d'îles qui ont été soulevées par des tremblemens de terre, & d'autres qui ont été englouties. Il dit que la mer a envahi le terrain qui séparoit la Sicile de l'Italie. (*Ibid. chap. 92.*)

Sénèque rapporte que, de son tems, l'île de Thérésie, aujourd'hui Santorin, parut au milieu des flots, après un violent tremblement de terre. Depuis ce tems, elle a éprouvé un grand nombre de secousses : & dans quelques-uns, l'île a été agrandie par de nouvelles éruptions souterraines; d'autres fois, elle a diminué, parce que des portions de terre se sont affaissées.

Les côtes de la Syrie ont été souvent bouleversées par de violens tremblemens de terre. Pline rapporte qu'une partie de la ville de Sidon fut renversée par un tremblement de terre.

Les environs de Babylone sont remplis de pissaphalte; ce qui y indique des feux souterrains.

La mer Morte, & tous ses alentours, contiennent également beaucoup de bitume de Judée, ou pissaphalte.

Après du mont Taurus se trouve le mont Albours, qui jette fréquemment des flammes.

On retrouve, dans les mêmes cantons, le mont Ararath, ancien volcan éteint, & plusieurs vestiges d'autres volcans.

Il y a, dans la Daourie, partie orientale de la Sibérie, des vestiges d'anciens volcans éteints. Patrin en a vu, en deux endroits, sur les bords de la Chilca, du côté de Nerkinck; & il assure que toutes ces contrées présentent des vestiges des feux souterrains.

Il paroît qu'il y a aussi des volcans au nord de la Chine : & les voyageurs rapportent que plusieurs provinces de ce vaste empire ont été ravagées par de fréquens tremblemens de terre.

Mais les plus célèbres qui existent dans ces régions, sont ceux de Kamschatka. Il y en a trois principaux.

Celui d'Awatcha.

Celui de Tolbatchick.

Et un troisième encore plus élevé.

Celui d'Awatcha fit une éruption dans l'été

de 1737. Le 6 octobre suivant, il y eut un emblement de terre dans ces régions, qui renversa tout. La mer se retira deux fois, & revint sur elle-même. Une troisième fois, elle s'éleva jusqu'à deux cents pieds.

Le Japon contient plusieurs volcans, qui sont au moins au nombre de huit, soit dans l'intérieur du pays, soit dans des petites îles voisines. D'autres de ces volcans sont éteints. Ce pays est sujet à de terribles tremblemens de terre. Il y en eut un qui, en 1703, renversa la ville de Jedo, où il périt plus de deux cent mille personnes.

Les îles Mariannes renferment un volcan célèbre, nommé *Griga*.

Les Philippines contiennent plusieurs volcans, & sont agitées par de fréquens tremblemens de terre.

L'île Formose est souvent agitée par des tremblemens de terre.

Mais il y a sur-tout beaucoup de feux sous-marins autour de cette île. En 1782, il y eut un si violent mouvement de ces mers, que les flots furent portés sur l'île, qu'ils traversèrent toute entière.

L'Archipel Indien est très-agité par les feux souterrains.

L'île Banda renferme un volcan célèbre,

Il y a des jets d'eaux chaudes ; ce qui y annonce des feux fouterreins.

L'île Ternate a un volcan confidérable.

Java contient un volcan fitué près de Panaracan. Il jette beaucoup de flammes.

Il y avoit , au milieu de l'île de Sarca , une des Moluques , un volcan confidérable. Il fit une terrible éruption en 1693 , après laquelle l'île fut abîmée , & difparut.

Cook & Forfter ont été témoins , le 5 août 1774 , de l'éruption d'un volcan dans l'île de Tanna , une des nouvelles Hybrides.

L'île Bourbon contient un volcan célèbre.

L'île Madagafcar renferme des jets d'eaux chaudes ; ce qui indique des feux fouterreins.

L'Amérique compte un grand nombre de volcans.

Il y en a un au Mexique , près de Tlafcala.

Un autre fe trouve fur la côte de Honduras , près de Guatimala.

Un autre à Colima.

Un autre à Orizava , près de Vera-Cruz.

Un autre fur la mer du Sud , à Rialéjo , près d'Amapalla. On l'appelle *Volcano-Véjo* , vieux volcan.

Un autre fe trouve dans l'île de Nicaragua.

La Grenade offre un volcan , près Tocayma.

La Jamaïque a aussi un volcan.

Les Antilles sont fréquemment agitées par de violens tremblemens de terre.

Le Pérou présente un très-grand nombre de volcans , dont les uns sont en activité , & les autres sont éteints.

Les principaux volcans qui sont en activité dans ces régions , sont :

Celui d'Arequipa , dont les explosions sont terribles.

Celui de Pitchinca.

Celui de Coto-Paxi , dont la flamme , dans l'éruption de 1738 , s'éleva à plus de deux mille pieds. On assure que le bruit de son explosion fut entendu à cent vingt lieues de distance.

Celui de Sangay , dont le bruit se fait entendre à plus de quarante lieues.

Ces mêmes montagnes sont remplies de volcans éteints , dont un des plus célèbres est Chimboraco , la plus haute montagne connue du globe. Elle a 3217 toises au-dessus du niveau des eaux de la mer.

Les îles du golfe du Mexique sont sans cesse agitées par les feux souterrains.

La Jamaïque & la Guadeloupe présentent chacune un volcan.

Les Açores sont bouleversées par les feux souterrains & sous-marins, ainsi que Madère, les Canaries, & les îles du cap Vert.

Aux Canaries, il y a trois volcans considérables.

Celui de Ténériffe.

Celui de l'île Féro, ou de Fer.

Celui de l'île Palma.

Au cap Vert, l'île de Fuégo renferme un volcan considérable.

Du côté de Fez, il y a une caverne appelée *Béniguazeval*, qui jette toujours de la fumée, quelquefois des flammes.

(Saint) Augustin rapporte qu'il y eut un tremblement de terre dans la Lybie qui renversa cent villes.

Shaw dit que, dans le royaume d'Alger, il y a beaucoup d'eaux sulfureuses très-chaudes, & qu'on y ressent de fréquens tremblemens de terre, qui arrivent presque toujours un jour ou deux après les grandes pluies. Shaw, *Voyage en Barbarie*, t. I, p. 303.

Auprès de Cadix, à Conilla, il y a des feux souterrains, qui subliment ces beaux sulfures cristallisés.

Il y a des feux souterrains sous Lisbonne, comme le prouve le terrible événement qui la renversa en 1755.

Bowles a reconnu plusieurs volcans éteints en Espagne.

Tout le nord de l'Europe a été en proie aux feux souterrains.

On trouve des volcans éteints dans la principauté de Galles.

A Cadairidris.

En Irlande, sur-tout à Antrim.

En Ecosse.

Aux Hybrides, à Staffa...

Enfin, l'Islande présente par-tout des traces volcaniques. On y compte plusieurs volcans en activité, dont les plus considérables sont :

L'Hécla.

Le Kattlégiaa.

On pourroit peut-être avancer que la plus grande partie de l'île est un produit volcanique.

On voit, par cet exposé abrégé, qu'il y a une grande quantité de feux souterrains qui jettent des flammes, & ont des cratères extérieurs.

Plusieurs de ces volcans paroissent éteints ; mais on ne sauroit douter que quelques-uns ne brûlent encore tranquillement, & qu'il ne leur manque que de l'eau ou d'autres circonstances pour faire explosion : car on trouve, auprès de plusieurs de ces volcans, de l'acide

sulfureux , qui s'évapore continuellement , comme auprès de la Coupe , en Vivarais , ou du bitume liquide , comme auprès du Puy-de-Dôme. Enfin , la catastrophe de Lisbonne prouve bien qu'il y a beaucoup de feux souterrains que nous ignorons.

Nous sommes encore moins instruits sur les feux sous-marins. Il paroît qu'il en existe beaucoup plus qu'on ne pense communément. On voit que l'île Thérasine , ou Delos , soulevé , il y a dix-sept cents ans , est toujours agitée par ces feux.

Toutes les mers qui environnent les Açores , les Canaries & le cap Vert , paroissent contenir des feux sous-marins.

On en doit dire autant de celles qui avoisinent la Jamaïque & la Guadeloupe.

De celles qui avoisinent Java , Ternate , Banda.

De celles qui avoisinent Formose.

De celles qui avoisinent les différentes îles du Japon.

De celles qui avoisinent les îles Mariannes , les nouvelles Hybrides.

.

Mais nous n'avons pas encore assez d'observations sur ces phénomènes.

Les cratères des volcans se trouvent dans toutes sortes de terrains.

Ceux du Mont-d'Or, du Puy-de-Dôme . . . sont dans les terrains primitifs.

Ceux du Coiron sont dans les terrains calcaires.

Mais plusieurs pics volcaniques paroissent uniquement formés de matières volcaniques. La montagne de l'Hécla, dit Troil, est formée principalement de sable, de gravier, & de cendres vomies par le volcan avec de grosses pierres, les unes fondues, les autres seulement décolorées par le feu, quoique peu endommagées, de pierre ponce, avec du soufre . . .

La théorie des volcans présente plusieurs questions intéressantes qu'il faut examiner en détail.

1°. Qui est-ce qui entretient ces feux souterrains ?

2°. Comment les volcans sous-marins brûlent-ils sans communication avec l'air extérieur ?

3°. Les foyers des volcans se communiquent-ils ?

4°. A quelles profondeurs sont ces foyers ?

5°. Comment les volcans produisent-ils l'éruption des laves & de tout ce qu'ils rejettent ?

6°. Comment soulèvent-ils des montagnes, des îles, tandis qu'ils en engloutissent d'autres ?

7°. Comment produisent-ils des tremblemens de terre ?

8°. Quelle est la nature des laves vomies par les volcans ?

9°. Qui est-ce qui entretient la fluidité de certaines laves pendant plusieurs années ?

10°. Des cratères des volcans & de leurs cavernes.

11°. Des pluies qui accompagnent l'éruption des volcans.

12°. Qui est-ce qui est la cause de l'électricité qui accompagne les éruptions volcaniques ?

13°. Peut-on assigner des époques aux éruptions des volcans, soit ceux qui sont en activité, soit ceux qui sont éteints ?

Ces différentes questions sont d'autant plus intéressantes, que leur solution peut jeter un grand jour sur la théorie de la terre.

QU'EST-CE QUI ENTRETIENT LES FEUX SOUTERRAINS ?

§. CCLXXX. On ne peut révoquer en doute qu'ils ne le soient par les bitumes & les pyrites, puisque ce sont les seules matières

combustibles que nous connoissons dans le sein de la terre. Ces dernières peuvent s'enflammer seules, comme on fait, & elles mettront le feu aux matières bitumineuses. On connoît un grand nombre de mines de charbons qui brûlent par cette cause.

Léméry, ayant fait un mélange de cinquante livres de linaille de fer & de soufre humectés, les enfouit sous terre à une certaine profondeur; le mélange s'échauffa, & finit par s'enflammer avec explosion & commotion. (*Mém. de l'acad. des Sciences de Paris, ann. 1700.*)

La quantité de soufre & d'acide sulfureux qu'on rencontre auprès des volcans, est une preuve qu'il y a des pyrites. Le soufre coule en si grande abondance du cratère du pic de Ténériffe, qu'on peut le ramasser sur les neiges dont est couverte la montagne. On en trouve aussi une très-grande quantité à la Solfatare, au pied de l'Etna, aux environs de l'Hécla....

La présence des bitumes dans les volcans, n'est pas moins démontrée que celle du soufre. Car on y trouve beaucoup de sel ammoniac & d'alkali volatil. Or, cet alkali ne peut provenir que de la décomposition des bitumes; car les charbons de terre, à la distillation, donnent de l'alkali volatil, ainsi que les

tourbes , au lieu que les pyrites n'en fauroient donner.

Cet alkali , se combinant avec l'acide marin , qui provient , le plus souvent , des eaux de la mer , forme du sel ammoniac.

La fumée épaisse qui s'échappe des cratères des volcans , ressemble à celle que donnent les matières bitumineuses en combustion ; par exemple , à celle qui s'échappe des cheminées des pompes à feu. Elle est noire , s'élève à une certaine hauteur , & ensuite s'affaïsse sur elle-même , pour former ce que Plîne appeloit *la tête du pin* , par sa ressemblance avec un pin. Quelquefois cependant , dans la violence de l'éruption , la fumée se présente sous forme de flocons blancs. C'est qu'alors elle est enflammée , ou prête à l'être.

Voici ce que Hamilton dit de cette espèce de fumée , lors de la fameuse éruption du Vésuve au mois d'août 1779. (*Journ. de Phys. janv. 1781.*)

« Le dimanche 8 août , le Vésuve fut tranquille jusqu'à six heures du soir , qu'une grande fumée commença à s'amonceler sur son cratère Vers les neuf heures , il y eut une grande explosion . . . Au même instant , un jet de feu , transparent & liquide , commença à s'élever ; & augmentant par

» degrés, il parvint à une si fingulière hauteur,
 » que tous les spectateurs furent frappés du
 » plus terrible étonnement. Peut-être aura-
 » t-on de la peine à me croire, si j'assure,
 » qu'autant que j'en ai pu juger, la hauteur
 » de cette admirable colonne de feu n'étoit
 » certainement pas moindre que trois fois la
 » hauteur du Vésuve lui-même, qui est de
 » 3700 pieds. Des bouffées de la plus noire
 » fumée, qui se succédoient rapidement, ac-
 » compagnoient ce jet liquide & transparent
 » de lave rouge & brûlante, interrompant çà
 » & là son éclat brillant par de gros flocons
 » de la teinte la plus obscure ».

Il s'élève de tous les volcans une fumée plus ou moins noire, & qui précède assez volontiers les grands jets de flamme; car ces jets de flamme ont lieu dans un grand nombre d'éruptions. Nous venons de voir que celle du Vésuve, en 1779, eut près de dix mille pieds d'élévation. Le Coto-Paxi, en 1738, donna un jet de flamme qui s'éleva à deux mille pieds....

Or ces jets de flamme paroissent dus, en partie, à cette noire fumée bitumineuse, qui s'enflamme lorsque la chaleur devient plus considérable, en partie, à de l'air inflammable.

On dit même avoir vu souvent nager de

l'huile sur les eaux des mers voisines des volcans, après leurs grandes explosions. Au moins est-il certain que plusieurs pierres, vomies par le volcan, sont comme enduites d'une couche huileuse, ou qui ressemble à du bitume.

Et ce qui confirme de plus en plus que ces feux sont entretenus par des bitumes, c'est qu'on a trouvé des mines de charbon sur les flancs de plusieurs montagnes volcaniques.

Sur l'Etna, il y a une mine de charbon.

Denon rapporte que, sur toutes les côtes de la Sicile, on trouve, dans les eaux de la mer, un bitume liquide (§. CLXXXVII).

Le Gorginiano, montagne volcanique du Vicentin, contient une mine de très-bon charbon qu'on exploite.

Les environs du Puy-de-Dôme sont remplis de pissaphalte.

Troil a trouvé, à l'Hécla, du bois fossile & des ardoises chargées d'impressions végétales.

Enfin, il est peu de volcans en activité, ou éteints, dans les environs desquels on ne trouve des traces de bitumes, ou bois fossiles.

Néanmoins il est possible que des volcans soient entretenus, soit par de simples bois fossiles, ou par des tourbes.

Mais quelle immense quantité de matières inflammables ne doit pas exister dans les entrailles de la terre, pour entretenir des feux si violens, & pendant un aussi grand nombre de siècles ! Cela ne doit pas plus nous surprendre que l'immense quantité de coquilles qui sont dans les terrains tertiaires.

La conséquence que nous en devons tirer, c'est qu'il y a bien des tems que la nature travaille toutes ces matières. Nous connoissons d'ailleurs des mines de charbons assez abondantes pour entretenir de pareils feux pendant une longue suite de siècles.

Peut-il y avoir des volcans entretenus seulement par des pyrites ? Cela ne seroit pas impossible sans doute. Cependant nous n'avons aucun fait qui puisse autoriser à le soupçonner. On n'a jamais trouvé des pyrites accumulées en aussi grande masse qu'il faudroit pour entretenir de tels feux : & il n'est pas de volcans où on ne trouve du sel ammoniac & de l'huile. Il est donc beaucoup plus vraisemblable qu'ils le sont par des charbons de terre, ou des tourbes, ou des bois fossiles, dans lesquels il se trouve quelques pyrites.

On pourroit néanmoins objecter que les volcans se rencontrent dans toutes sortes de terrains. Leurs cratètes sont quelquefois dans

les terrains primitifs. Or, il n'y a jamais ni bitumes, ni tourbes, ni bois fossiles dans ces terrains. Mais il est facile d'expliquer cette espèce de difficulté, ou de contradiction apparente.

Les mines de charbons, quoique dans les terrains secondaires, sont souvent contigues aux terrains primitifs. Celles de Creuzot, auprès de Mont-Cenis, dont les couches ont une si grande épaisseur, touchent immédiatement les granits. Le feu est dans quelques-unes de ces couches.

Supposons que des courans d'eau, y arrivant, produisent éruption & commotion. Il se formeroit un cratère le long de la montagne granitique. Celle-ci seroit attaquée par le feu, s'écouleroit, en partie, dans le brasier; & bientôt le cratère paroîtroit sortir du milieu de la montagne granitique elle-même.

Ce que nous disons de cette mine doit s'appliquer à un grand nombre d'autres, & expliquera comment plusieurs cratères de volcans paroissent sortir du sein des montagnes granitiques, sans que cela prouve que leurs foyers s'y trouvent réellement.

L'Étna, par exemple, est appuyé, du côté du nord contre des montagnes primitives, & du côté du midi contre des montagnes cal-

caires. Il est donc sûr que le foyer de l'incendie se trouve dans des bitumes situés entre ces deux terrains, vraisemblablement dans des couches schisteuses. La force de l'explosion a élevé le cratère dans cet espace intermédiaire. Les matières primitives, d'un côté, & les secondaires, de l'autre, peuvent tomber, tour-à-tour, ou même en même tems dans le foyer du volcan.

La même chose a lieu aux îles Lipari, au Vésuve . . . où on trouve, le plus souvent, les terrains secondaires d'un côté de ces volcans, & les primitifs de l'autre.

On pourroit faire une autre objection : la fumée des volcans donne une vive odeur d'acide sulfureux, qui paroîtroit indiquer une combustion des pyrites. Mais on fait que les charbons contiennent tous une grande quantité de pyrites.

MAIS COMMENT LES VOLCANS, ET PARTICULIÈREMENT LES SOUS-MARINS ; PEUVENT-ILS BRULER SANS COMMUNICATION AVEC L'AIR EXTÉRIEUR ?

§. CCLXXXI. La Chimie nous a appris que plusieurs chaux métalliques, qui sont mêlées avec les charbons, telles que les chaux

de manganèse, celles de fer . . . contiennent beaucoup d'air pur. Or cet air sera suffisant pour entretenir cette combustion.

Nous savons encore que, dans la fameuse expérience, dans laquelle on fait passer de l'eau à travers un tube de fer incandescent, tel qu'un canon de fusil, il y a réellement les mêmes effets que dans la combustion. Car un charbon qu'on y expose est consumé, le fer & les autres métaux y sont calcinés . . . C'est un fait constant, de quelque manière qu'on l'explique, ou par la décomposition de l'eau, ou par l'air contenu dans cette eau

Or, dans tous les volcans, il y a de l'eau. Ainsi, la combustion peut donc s'y faire sans communication avec l'air extérieur, comme elle se fait dans le canon de fusil.

Cette explication paroît d'autant mieux fondée, que les charbons de terre brûlent même dans l'eau. Ces feux grégeois, si fameux autrefois, étoient composés d'huiles minérales combinées avec d'autres substances, peut-être avec des chaux métalliques, sur-tout celle de manganèse, ou avec du nitre. Ces mêmes substances pourront donc brûler dans l'intérieur des volcans, soit souterrains, soit sous marins.

Les feux sous-marins pourront donc s'entre-

tenir sous les eaux jusqu'au moment où la mer ne les inondera pas entièrement. Car il faut supposer qu'ordinairement elle n'y pénètre pas. Mais, de tems à autre, il se fait des crevasses par lesquelles les eaux peuvent se rendre dans le foyer de l'incendie : ce qui produit pour lors explosion & commotion. Enfin, si les eaux y arrivent en trop grand volume, certainement elles éteindront le feu.

Il arrive encore souvent que l'air extérieur pénètre dans l'intérieur du volcan ; car ordinairement il y a plusieurs soupiraux dans les cratères des volcans, par lesquels la fumée s'échappe. On ne peut guère douter que, tandis que les vapeurs s'échappent par un de ces soupiraux, il ne se fasse une espèce de vide momentané, & que l'air extérieur ne se précipite aussi-tôt dans l'intérieur par un des autres soupiraux. Ainsi, il doit toujours y avoir une espèce de courant d'air dans l'intérieur du volcan.

Enfin, de célèbres physiciens de Hollande, Deiman, Paets-Vantroosvyk, Bondt, Niewland, van Lawerenburg, viennent de faire une expérience qui prouve que la combustion peut même avoir lieu sans le concours d'une certaine quantité d'air atmosphérique (1). Ils ont

(1) Journal de Physique, 1794, 5^e cahier.

fait des mélanges analogues aux pyrites, qu'ils ont enflammés sans le concours de l'air extérieur, ou avec le mélange de l'air impur ou phlogistique, ou celui de l'air fixe ou sous l'appareil au mercure. Ils ont pris du soufre qu'ils ont mélangé avec différens métaux, tantôt avec du cuivre, tantôt avec du fer, tantôt avec du zinc, tantôt avec l'étain, tantôt avec le plomb, tantôt avec l'argent . . . Ils les ont chauffés légèrement, & le mélange s'est enflammé sans le concours de l'air pur. L'inflammation a même eu lieu à l'appareil au mercure sans l'accès d'aucune espèce d'air. Or, tous ces mélanges sont des pyrites artificielles. Les pyrites naturelles, composées de soufre, de fer, & souvent d'une portion de cuivre, qui se trouvent dans les charbons, pourront donc s'enflammer également dans les entrailles de la terre, sans l'accès d'aucune espèce d'air. Ceci confirme de plus en plus que, dans l'expérience de Léméry, que nous avons rapportée, il y a inflammation, comme il l'avoit avancé.

De savans naturalistes ont proposé une autre opinion. « Ne se peut-il pas, disent-ils, que, » dans l'intérieur du volcan, il y ait seulement » effervescence, chaleur & dégagement des » fluides élastiques, sans combustion, comme

» dans l'intérieur d'une cornue, lorsqu'on distille des matières combustibles, sans accès de l'air extérieur? Et ces fluides élastiques ne s'enflammeroient que lorsqu'ils ont le contact de l'air extérieur. Il en seroit de même du soufre, des bitumes... en sorte qu'il n'y auroit réellement aucune combustion dans l'intérieur du volcan ».

La chose sans doute seroit très-possible, & peut avoir lieu quelquefois. Mais il est également certain qu'il y a aussi d'autres fois combustion par les causes dont nous avons parlé; & l'expérience des chimistes Hollandois, que nous venons de citer, me fait croire que, le plus souvent, il existe une véritable inflammation dans l'intérieur du volcan, puisqu'il y a une grande quantité de pyrites.

Néanmoins il me paroît certain que toute la matière combustible n'est pas enflammée. Il s'en dégage une partie sous forme de fumée noire, comme dans nos cheminées; & cette portion ne s'enflamme que lorsque l'explosion est très-violente: pour lors, on voit la flamme sortir du volcan, & s'élever quelquefois à des hauteurs immenses.

DES COMMUNICATIONS DES VOLCANS.

§. CCLXXXII. Tous ces volcans, si

abondans sur la surface du globe, ont-ils des communications entr'eux? Il paroît certain qu'il y a réellement des communications entre plusieurs volcans. Le Vésuve & la Solfatare, par exemple, ont de si grands rapports dans leurs explosions, qu'il n'est pas douteux que leurs foyers se communiquent. Toutes les fois que les feux de l'un augmentent, ceux de l'autre augmentent également.

Quelques volcans des îles Lipari paroissent être dans le même cas. On a même cru remarquer que leurs explosions ont quelques rapports avec celles de l'Etna. Mais le fait n'est point encore assez constaté, pour qu'on puisse affurer que les volcans des îles Lipari communiquent avec l'Etna.

Il paroît aussi que l'Etna communique jusques sous la Calabre, puisqu'on a tout lieu de croire que les terribles évènements de 1783 venoient de ce volcan. C'est ce qu'on a conclu par la direction des secouffes.

Mais peut-on dire qu'il y a des communications entre des volcans très-éloignés, par exemple, entre ceux d'Italie & ceux d'Islande? Rien ne paroît le prouver. Des explosions de ces volcans, arrivées dans des tems à peu-près simultanés, ne sauroient être des preuves suffisantes. Ainsi, cette opinion doit être rangée
parmi

parmi les hypothèses, jusqu'à ce qu'on apporte de nouveaux faits.

Néanmoins il est certain que les très-violentes explosions des volcans causent des secousses qui s'étendent à de très-grandes distances. Ainsi, le premier novembre 1755, qu'arriva le terrible tremblement de terre de Lisbonne, tout le Portugal fut ébranlé; plusieurs montagnes s'entr'ouvrirent, & causèrent des inondations.

Cadix, Gibraltar, Grenade, Séville, Madrid, la Corogne...éprouvèrent des secousses plus ou moins violentes.

Différentes villes de la Barbarie furent aussi agitées: telles que Maroc, Méquinez, Tanger... La mer s'éleva beaucoup sur la côte.

La même chose eut lieu à Madère.

Toute la Provence, & une partie de la France, furent agitées.

Le lac de Genève, & plusieurs lacs de la Suisse, éprouvèrent des mouvemens considérables. Leurs eaux furent soulevées, agitées...

Milan, & plusieurs autres villes d'Italie, eurent des secousses le même jour.

Plusieurs villes de Bavière, de la Souabe, de la Franconie, de la Hollande, furent agitées, & les eaux soulevées.

La secousse se ressentit, le même jour, sur

les côtes d'Angleterre, de Norvège, de Suède, en Islande, & jusques dans le Groenland...

Les mêmes secouffes se firent sentir dans les différentes parties de l'Europe pendant plus de six mois (1).

Il paroît, par tous ces faits, qu'il y eut, le même jour, un ébranlement dans toute l'Europe, une partie de l'Afrique, & jusqu'à Madère. Mais ceci se borne à de simples secouffes mécaniques, qui s'opèrent par le moyen de fentes prolongées à des distances immenses, même par-dessous les mers, & n'annonce aucune communication entre les différens foyers des volcans, ou feux souterréins.

DES PROFONDEURS DES VOLCANS.

§. CCLXXXIII. A quelle profondeur sont situés les foyers des volcans? Elles varient sans doute. Des observateurs disent avoir vu dans les cratères, à une assez petite profondeur, bouillonner des matières en fusion.

Il est sûr que, dans d'autres circonstances, le foyer est plus profond. On a vu, en 1631, le Vésuve absorber une partie des eaux de la mer de Naples, & les revomir toutes bouil-

(1) Collection académique, tom. VI.

lantes. La même chose a eu lieu à la Jamaïque en 1692.

Les laves s'ouvrent des passages dans les flancs de la montagne à différentes hauteurs.

Enfin, il y a des volcans sous-marins à une grande profondeur ; car, en 1720, lors de l'éruption qui fit sortir des eaux une île auprès de Tercère, un capitaine de vaisseau s'en approcha ; & en jetant la sonde, il fila soixante brasses sans pouvoir trouver le fond : ce qui annonce que ce volcan sous-marin étoit à une grande profondeur.

Ces foyers peuvent même être à différentes profondeurs dans le même volcan : & la raison s'en conçoit facilement. Les mines de charbons ont toujours plusieurs lits superposés les uns sur les autres. Le feu doit être dans ces différentes couches. Mais, par des circonstances locales, il peut être plus actif dans telle couche que dans telle autre. Par conséquent le foyer peut paroître tantôt plus élevé, tantôt plus profond. Quelquefois même il y aura plusieurs de ces foyers en activité dans le même moment.

La profondeur des volcans sous-marins doit varier également. La mer peut avoir plus ou moins de profondeur dans cet endroit, & les foyers du volcan peuvent aussi être à différentes

profondeurs dans les couches de terre où ils se trouvent ; être dans différens lits de charbons superposés les uns au-dessus des autres.

Nous avons vu que Franklin est descendu, à Whithaven, dans des mines de charbons à huit cents brasses au-dessous du niveau de la mer, & il assure qu'il y en a encore de plus profondes.

Il est donc par conséquent très-possible qu'il y ait des foyers de volcans à huit cents brasses & plus, au-dessous du niveau de la mer.

DE LA FORCE D'EXPLOSION DES VOLCANS.

§. CCLXXXIV. Quelle est la cause de cette force énorme que déploient les feux souterrains dans leurs explosions ?

Elle doit être attribuée à deux causes principales.

A l'eau réduite en vapeurs & à l'air. Nous allons parler de chacune en particulier.

1^o. Dans l'instant où l'eau tombe dans le foyer de l'incendie, elle est réduite subitement en vapeurs. Ces vapeurs se dilatent avec la force qui leur est propre, & que nous n'avons pas encore calculée.

Lorsque la montagne est ouverte, & qu'elle

à un cratère, l'explosion est libre, & le volcan vomit d'abord différentes matières, connues sous le nom de *cedres*, de *rapillo*, ou *petites pierres*, & enfin quelquefois des pierres assez grosses, & à une grande distance. Eggert Olafsen rapporte que le volcan de Kattlégiaa, en Islande, avoit lancé, à la distance de quatre lieues, une pierre pesant deux cent quatre-vingt-dix livres (1).

Si le feu a beaucoup d'activité, tout ce qui se trouve exposé à son action est réduit en fusion plus ou moins parfaite. La force de l'explosion le pousse au-dehors sous forme de laves, qui coulent comme des fleuves de matières enflammées.

Mais si le cratère ne correspond point au foyer actuellement en activité, ces vapeurs comprimées font des efforts prodigieux. Elles produisent des bruits sourds, & assez forts pour qu'on les compare à des décharges d'artillerie du plus gros calibre. Le terrain est ébranlé; enfin, la montagne se forme un nouveau cratère. La lave coule par cette nouvelle bouche; & l'explosion cesse, parce que les vapeurs ont une issue libre.

Nous avons un grand nombre de faits qui

(1) Troil, *Histoire d'Islande*.

prouvent que ce sont réellement les eaux qui contribuent le plus à ces terribles phénomènes.

La plupart des volcans sont auprès des mers, comme nous l'avons vu. Or, dans le tems de l'éruption, ils absorbent presque toujours les eaux. Dans l'éruption du Vésuve, en 1631, une partie de la mer de Naples fut absorbée, & ensuite ses eaux toutes bouillantes furent rejetées avec plusieurs substances du fond de la mer.

Dans le tremblement de terre de la Jamaïque, en 1692, une partie des eaux de la mer fut aussi absorbée, & revemie toute bouillante.

Eggert Olafsen rapporte qu'après les éruptions des volcans d'Islande, les eaux qu'ils avoient rejetées avoient laissé sur la terre des quantités considérables de sels; ce qui ne permet pas de douter que les eaux ne vinssent de la mer.

Enfin, il est peu d'éruptions considérables qui ne soient accompagnées d'eaux abondantes.

La plupart des volcans éteints indiquent avoir été proche des mers lors de leurs éruptions.

La Limagne d'Auvergne, département de

Puy-de-Dôme, est remplie de galets, qui sont de la nature de la pierre de Volvic, espèce de lave poreuse du Puy-de-Dôme.

On trouve, en un grand nombre d'endroits, des laves recouvertes par des couches calcaires coquillières.

Ce ne sont cependant pas les seules eaux des mers qui occasionnent les éruptions des volcans. Les eaux, qui sont à la surface de la terre, y contribuent également.

« Le dessèchement soudain des petits lacs » d'eau douce, des ruisseaux & des rivières, » est encore un signe qui annonce une prochaine éruption », dit Troil, en parlant des volcans d'Ifflande.

On peut supposer avec fondement, que ce furent les eaux du Tage qui, en 1755, tombèrent dans le foyer brûlant sous Lisbonne, & causèrent la terrible catastrophe de cette malheureuse cité.

Dans la plupart des éruptions des grands volcans, on voit le cours des rivières suspendu; elles se perdent un instant. C'est que leurs eaux, tombant dans des fentes, des crevasses, vont se rendre dans le foyer de l'incendie, & contribuent à y produire ces terribles commotions.

La grande quantité de jets d'eaux bouil-

lantes qu'on observe en Islande, prouve assez combien l'eau a de part à ces grands phénomènes.

Shaw rapporte que les tremblemens de terre, en Barbarie, n'arrivent ordinairement qu'un jour ou deux après les pluies.

§. CCLXXXV. Mais l'eau n'est pas la seule cause de ces grands phénomènes. L'air y influe également. Nous connoissons plusieurs volcans d'airs. Celui de Macaluba, en Sicile, est un des plus célèbres & qui a été le mieux décrit par Dolomieu. La base de la montagne paroît calcaire. Elle est recouverte d'une argile molle, & toujours humectée. Il s'en dégage sans cesse de l'air qui soulève cette argile & y produit une espèce de bouillonnement semblable à celui de l'eau qui est sur le feu.

Mais ce dégagement d'air prend quelquefois le caractère d'un terrible volcan en activité. Le 30 Septembre 1777, ce terrain fut violemment agité jusqu'à la distance de trois milles. On entendit des bruits semblables à celui du plus fort tonnerre. Il s'ouvrit un cratère de dix palmes de diamètre, qui lança jusqu'à la hauteur de quatre-vingts palmes, une grande quantité de boue & d'eau. Cette érup-

tion dura une demi-heure, & se répéta jusqu'à trois fois. Cette vase recouvrit tout le terrain à l'élevation de six palmes, & applanit les vallées voisines. Elle avoit l'odeur de soufre.

La cause de ce phénomène est due à l'action de l'acide vitriolique sur la pierre calcaire qui fait la base de cette montagne. Cet acide provient de l'argile. Telle est l'explication que donne Dolomieu.

Mais l'odeur de soufre qu'à la vase, prouve qu'il doit aussi s'y rencontrer des pyrites en efflorescence qui contribuent à ces phénomènes.

Mais dans les volcans ordinaires, il y a un dégagement considérable d'air, qui est dû à plusieurs causes.

Il s'en dégage toujours une grande quantité des pyrites en efflorescence. Il est vrai que la majeure partie est d'air inflammable qui doit se consumer & brûler. Peut-être contribue-t-il à ces beaux jets de flamme qu'on aperçoit de tems à autre dans les éruptions volcaniques. Mais, outre cet air inflammable, il y a de l'air fixe, de l'air phlogistique, de l'air atmosphérique....

Toutes les substances qui sont fondues pour

composer la lave, donnent aussi beaucoup d'air. Nous en avons la preuve dans les laves poreuses. On fait qu'en fondant les schistes martiaux, les argiles ferrugineuses.... on a un verre poreux dont il se dégage une grande quantité d'air....

Enfin, de l'eau elle-même, réduite en ébullition & en vapeurs, donne beaucoup d'air.

Toutes ces causes fourniront donc une assez grande quantité d'air.

Cet air, en se dégageant, causera une vive effervescence dans ces matières fondues & enflammées. Il contribuera avec les vapeurs de l'eau, à les soulever jusqu'au haut du cratère qui, peut-être, a mille ou deux mille toises de hauteur, comme nous voyons qu'il le fait dans du verre en fusion, & pour-lors, la lave s'épanchera....

§. CCLXXXVI. Il nous reste encore un phénomène à expliquer. Ce sont ces jets d'eaux bouillantes dont nous venons de parler.

L'Islande est remplie de ces jets qui élèvent à une plus ou moins grande hauteur des masses d'eaux très-considérables. Le plus grand de ces jets est celui de Geyser, qui élève une colonne d'eau de près de neuf pieds

de diamètre, à 92 pieds, & encore quelquefois plus haut. Il y a des pierres soulevées avec l'eau.

Le jet n'est pas continu. Il se fait par intermittence, & n'est pas toujours à la même hauteur.

Il est constamment accompagné d'un bruit considérable, non-seulement près de la source, mais encore dans les montagnes voisines.

C'est après ces bruits souterrains, qu'on compare à de fortes décharges d'artillerie, & qui, souvent, ébranlent la terre, que le jet s'élançe avec force, & retombe un instant après.

On dit qu'il y a à Madagascar, au haut d'une montagne, un jet encore plus considérable, car on le voit de vingt lieues en mer.

Les phénomènes qui accompagnent les jets d'eaux bouillantes d'Islande, en indiquent la cause. Ils sont toujours précédés par un bruit souterrain très-violent & qui ébranle souvent la terre.

Ce bruit est occasionné par l'explosion de vapeurs ou d'airs qui se dégagent, enfilent des fentes souterraines avec une telle violence, qu'elles causent une commotion dans leurs parois, ce qui produit le bruit & la secousse.

Ces vapeurs arrivent sous un réservoir d'eau, dont elles refoulent les eaux avec violence.

Ces réservoirs sont vraisemblablement d'anciens cratères de volcans resserrés par le haut; ces cratères font l'office du tuyau des jets d'eaux ordinaires. L'eau est donc soulevée avec un grand effort.

Mais ces vapeurs se dissipant aussi-tôt dans le vague de l'atmosphère, ou se condensant par l'eau, le jet retombe subitement, & recommence bientôt dès que la cause reparoît. C'est ce qui produit leur intermittence.

DU SOULEVEMENT DES MONTAGNES PAR LES FEUX SOUTERRAINS.

§. CCLXXXVII. Les volcans sont capables de produire de beaucoup plus grands effets que ceux que nous venons d'exposer. Ils soulèvent quelquefois des montagnes entières & des îles qu'ils vomissent du sein des mers, & en engloutissent d'autres. Ces phénomènes, sans être bien communs, ne sont cependant pas rares.

Platon rapporte que dans la mer Egée, Rhodes, Delos, & onze autres îles, sortirent du sein des mers.

Du tems de Sénèque, on vit, après un

grand tremblement de terre, sortir des ondes, l'île Thérassine, aujourd'hui Santorin.

Pline dit que, peu de tems après, il sortit une autre île auprès de Santorin.

D'autres éruptions postérieures ont encore accru Santorin.

En 1707, cette île fut ébranlée par de nouveaux tremblemens de terre pendant l'espace de deux mois, & parurent, à quelques distances, de nouvelles terres.

Tercère & les Açores ont présenté souvent les mêmes phénomènes.

En 1720, il y eut de violens tremblemens de terre à Tercère. Pendant ce tems on vit, à quelque distance, sortir du sein des eaux, plusieurs rochers couverts de pierres-ponces, & il s'en élançoit des torrens de feu.

En 1721, les feux sous-marins soulevèrent, auprès des Açores, une île qui vomissoit des flammes.

En 1783, après le tremblement de terre arrivé en Calabre, l'Hécla fit aussi sentir de fortes secousses, & on vit sortir, du milieu des eaux, une nouvelle île sur la côte d'Islande.

En 1782, il y eut, sur les côtes de Formose, de violentes commotions sous-marines,

Les flots furent soulevés avec tant de violence, qu'ils traversèrent toute l'île.

En 1538, un tremblement de terre souleva une petite montagne près Pouzzol : on l'a appelée *monte di cinereo*, montagne de cendres, parce qu'elle paroissoit composée de cendres volcaniques.

Une éruption antérieure avoit affaibli, dans les mêmes cantons, un terrain assez considérable où s'étoit formé le lac Lucrin. L'éruption de 1538 combla en partie ce lac avec des cendres, des rapillo, des pierres.

En 1692, il y eut un violent tremblement de terre à la Jamaïque, dans la partie de Port-Royal. La ville fut en partie détruite & inondée par les eaux de la mer. « Du côté de North, » plus de mille acres de terre se sont en- » foncés avec tout ce qu'il y avoit d'effets. » Il ne reste pas une maison sur pied dans » la presqu'île. Les deux grandes montagnes » qui étoient à l'entrée, sont tombées aussi » dans un espace de 16 milles qui les séparoit; » & s'étant comme jointes, elles ont arrêté le » cours de la rivière, qui est demeurée à sec » pendant un jour entier. Du côté de Yellows, » une autre montagne s'est fendue, & tom- » bant sur les terres voisines, a couvert plu-

» fleurs établissemens & détruit un grand
» nombre de colons.

» Le reste de l'île souffrit aussi beau-
» coup.

» Dans le quartier de Clarendon, il s'ou-
» vrit des abîmes & de vastes lacs à 12 milles
» de la mer. Quoique la plupart se soient
» séchés ou fermés, il en reste encore des
» traces.

» Une montagne proche du Pont-Morant,
» fut tout-à-fait engloutie, & la place qu'elle
» occupoit n'offre aujourd'hui qu'un grand
» lac large de quatre à cinq lieues.

» On est persuadé, à la Jamaïque, que
» toutes les montagnes de l'île sont un peu
» abaissées ». (*Histoire des voyages*, in-4^o,
tome XV.)

Nous avons vu qu'en 1693, l'île de Forca
disparut & fut engloutie après un violent trem-
blement de terre.

Tous ces phénomènes sont produits par les
mêmes causes que nous avons déjà vues :
l'action de l'eau réduite en vapeurs, & celle
de l'air qui se dégage & qui éprouve une di-
latation excessive. Leur force est assez considé-
rable pour soulever des montagnes, des îles...
Mais en même tems, les secousses sont si vio-
lentes, qu'elles font quelquefois affaisser des

cavernes volcaniques & les terrains qui les recouvrent.

Les commotions peuvent être assez fortes pour ébranler des continens entiers, comme nous avons vu (§. CCLXXXII), que l'a fait le tremblement de terre de Lisbonne, du premier novembre 1755.

Elles soulèvent aussi les flots de la mer, & causent des inondations plus ou moins considérables, suivant que la plage est plus ou moins plate.

Quelquefois ces inondations sont produites par la chute des montagnes qui, en tombant dans la mer, causent une fluctuation dans ses eaux. Une partie du rocher de Scylla s'éroula aussi dans la mer, lors du tremblement de terre de la Calabre, en 1783, & produisit, dans les eaux, une fluctuation qui inonda toute la côte.

DES TREMBLEMENS DE TERRE.

§. CCLXXXVIII. On éprouve souvent des commotions souterraines plus ou moins violentes, sans appercevoir ni flammes ni volcans. On appelle ces commotions plus particulièrement *tremblemens de terre*.

Il n'est néanmoins pas douteux que ces tremblemens de terre sont dus à des feux souterrains,

Souterreins, & aux mêmes causes qui produisent les éruptions des volcans. Des eaux arrivent dans ces bassins souterreins, sont réduites en vapeurs : il s'en dégage beaucoup d'air : ces vapeurs & cet air s'échappent par les fentes souterreines & causent des ébranlemens sur une étendue plus ou moins grande de terrains ; & ceci est confirmé par des faits certains. Dans tous les violens tremblemens de terre, on voit sortir des flammes des lieux où on n'en soupçonnoit pas.

Lors du trop célèbre tremblement de terre qui renversa Lisbonne, le premier novembre 1755, on vit sortir des entrailles de la terre entr'ouverte, des flammes qui mirent le feu aux restes de cette malheureuse ville. On doit donc supposer qu'il existoit sous ces lieux ou aux environs, des matières enflammées qui brûloient tranquillement ; mais que les eaux du Tage y étant parvenues, par une cause quelconque, il se fit une explosion si violente, qu'elle renversa cette infortunée cité, & s'étendit bien loin.

On vit aussi sortir des flammes du sein de la terre, lors du tremblement de terre qui en 1783, renversa une partie de la Calabre & de la Sicile. Les secouffes furent terribles.

Les tremblemens de terre ne sont pas toujours accompagnés d'éruption de flamme ni de commotions aussi violentes. Très-souvent la secousse est foible, se fait à peine sentir, & avec différentes forces, dans les lieux ébranlés.

Mais ce qu'il y a de plus surprenant, c'est qu'on éprouve très-souvent des tremblemens de terre dans des lieux où on ne soupçonnoit pas qu'il y eût des feux souterrains. La Suisse, par exemple, est sujette à de fréquens tremblemens de terre, quoiqu'il n'y ait aucuns vestiges de feux souterrains dans ses environs. On trouve, dans la collection académique, partie étrangère, tome VI, un relevé de ces différens tremblemens arrivés en Suisse, & qui ont été très-fréquens. Je vais en rapporter quelques-uns.

« Ces commotions souterraines s'étendent
» dans le Jura, dans la Comté & jusques du
» côté de Dijon.

» Les Pays-Bas ont aussi éprouvé de fréquens
» tremblemens de terre, qui se sont propagés
» quelquefois jusqu'à Mayence.

» Les Pyrénées ont éprouvé des secousses
» fréquentes : le 27 Décembre 1755, tremble-
» ment de terre à Aix en Savoie, dans une
» partie de la Suisse, en Italie, le long du
» Rhin, en divers endroits du Roussillon,

» aux environs du Canigou, aux pieds des Py-
 » rénées, où la secouffe fut annoncée sur les
 » trois heures & demie du matin, qui se renou-
 » vela six fois en deux heures, & chaque
 » fois fut suivie de balancemens de terre.

» Même jour, huit heures du soir, trem-
 » blement à Aigle, à Noville, dans les Alpes
 » voisines.

» Le 31 Décembre, le haut Valais, dans
 » les Alpes, qui avoit été presque conti-
 » nuellement agité depuis le 9 de ce mois,
 » fut tranquille ce jour-là & le lendemain.

» Le 10 Août, dix heures 15 minutes du
 » soir, 1759, tremblement de terre à Bor-
 » deaux, précédé d'un bruit souterrain qui
 » dura deux ou trois secondes.

» Dans le carême 1755, secouffes très-
 » sensibles en Bretagne ».

Les Pyrénées, la Gascogne, les environs
 de Bordeaux, & toute cette partie de la
 France, jusqu'en Bretagne..... n'offrent au-
 cune trace d'anciens feux souterrains.

On n'a jamais trouvé aucun indice de feu
 souterrain dans la Suisse, dans le Jura, dans
 le Dijonais, dans les Pays-Bas, le Palatinat...
 Cependant il pourroit y en avoir qui brûlassent
 sans commotion, & qui fussent les restes de

ceux qui ont fourni aux volcans du Brisgaw, des bords du Rhin....

Plusieurs provinces de la Chine éprouvent des tremblemens de terre, quoiqu'on n'y connoisse point de volcans. Le 19 Juin 1718, Sin-Gou-Son, capitale de la province de Xen-Si, éprouva une violente secouffe qui s'étendit au loin, & renversa un grand nombre de maisons. Plusieurs montagnes furent culbutées.

Néanmoins les tremblemens de terre s'étendent dans des lieux où on ne peut soupçonner en même tems des feux souterrains. D'ailleurs, la commotion se fait dans le même instant. Il faut donc supposer que cette commotion se communique à des distances considérables; & voilà l'explication qu'on en peut donner.

Il existe des fentes, des cavernes; l'eau réduite en vapeurs, & les différens fluides élastiques, qui se dégagent des feux souterrains, enfilent ces fentes avec impétuosité, & font le même effet qu'un vent impétueux. Elles produisent un bruit semblable à des décharges d'artillerie, comme nous l'avons vu en parlant des jets d'eau bouillante d'Islande (§. CCLXXXVI), du volcan d'air de Macaluba (§. CCLXXXV). Elles

ébranlent ce qui s'oppose à leur passage. La secousse sera donc plus violente dans les endroits où la fente sera resserrée, & se fera peu sentir dans ceux où elle aura plus de largeur. Ceci explique pourquoi tous les lieux situés sur la ligne de la secousse, ne sont pas également ébranlés.

La secousse s'affoiblira à mesure qu'elle s'éloignera du foyer, parce que les vapeurs se condenseront en traversant ces terrains froids.

Ces vapeurs pourront encore paroître enflammées à une certaine distance du brasier, si elles n'ont pas eu le tems de se refroidir, & elles prendront feu aussi-tôt qu'elles auront communication avec l'air extérieur.

De tous ces faits, nous en devons tirer deux conséquences importantes.

La première, est qu'il existe une grande quantité de feux souterrains que nous ignorons, & qui ordinairement brûlent tranquillement. Mais lorsque, par des circonstances locales, il y arrive des filets d'eau, cette eau est réduite en vapeurs, & cause des secousses plus ou moins considérables.

Nous avons vu l'existence de ces feux à Lisbonne, en Calabre.

Nous en pouvons soupçonner en beaucoup d'autres endroits. Auprès de Clermont en

Auvergne, il y a, au milieu de la plaine, une petite élévation d'une vingtaine de pieds, d'où il sort continuellement de la poix minérale avec des dégagemens d'air. On y a fait un creux d'environ deux pieds de profondeur sur un pied de diamètre; il se remplit sans cesse de cette poix, qui s'épanche hors du puits. Cette même poix, à quelques lieues de-là, s'écoule également au pont du Château, & en plusieurs autres endroits... Or, cette poix ne peut pas être volatilisée par la chaleur du globe. Il faut donc qu'il y ait des feux souterrains, qui sont les restes de ceux qui entretenoient les volcans du Puy-de-Dôme.

On peut soupçonner de pareils feux souterrains par-tout où il sort de pareille poix minérale, ou asphalte, comme aux environs de la mer Morte, aux environs de Babylone, à Gabian...

La volatilisation des huiles de pétrole doit être due à la même cause. Il sort beaucoup de ces huiles minérales dans la Lombardie, proche des lieux où ont existé les volcans du Vicentin...

Enfin, auprès de plusieurs volcans éteints, on apperçoit, dans des cavités, des vapeurs d'acide sulfureux; ce qui annonce encore des

combustions de pyrites, ou de bitumes pyriteux.

Ce seront tous ces feux intérieurs cachés, qui, dans certaines circonstances, seront ranimés par des courans d'eau ou d'air . . . & produiront ces secouffes, ces commotions souterreines.

La seconde conséquence que nous présentent ces faits, est qu'il y a un grand nombre de fentes & de cavernes qui s'étendent à de grandes distances. Il est vrai que nous ne connoissons de fentes que dans les terrains secondaires. Aussi est-ce toujours dans ces espèces de terrains que se propagent ces tremblemens de terre. Celui de Lisbonne, en 1755, qui s'est étendu de Madère aux côtes d'Afrique, & jusqu'aux extrémités de l'Europe, prouvent que ces fentes se propagent à des distances immenses, & même sous les mers.

Je ne connois point de faits qui prouvent que les tremblemens de terre se soient fait sentir dans les terrains primitifs. Cependant il est très-possible que des terrains primitifs, voisins des terrains secondaires ébranlés, se ressentent de la secouffe.

Dans le bouleversement de la Calabre, en 1783, des villes, bâties sur les terrains granitiques, n'éprouvèrent aucun mal, tandis que

celles qui étoient à côté sur des terrains secondaires, furent bouleversées . . .

Un des effets de ces tremblemens de terre sera de bouleverser tous les terrains qui y seront exposés. De savans voyageurs m'ont raconté avoir vu des terrains comme hachés par les secouffes du tremblement de terre de la Calabre, en 1783. Des montagnes entières se sont inclinées.

Dans d'autres, les couches ou lits ont été brisés en différens endroits.

Enfin, on a vu des masses considérables de terrains transportées à plusieurs milles de distance.

Les Cévennes présentent par-tout de ces couches inclinées, coupées, hachées . . . Ces effets sont, en partie, dus aux violentes secouffes souterraines qu'elles ont éprouvées, lorsque les volcans de ces régions étoient en activité.

La même chose doit se présenter dans toutes les contrées qui ont été exposées aux commotions volcaniques.

Et comme les tremblemens de terre se propagent à de si grandes distances, ils ont pu causer plusieurs des affaïsemens & des renversemens de terrains dont nous avons parlé.

Les anciens leur attribuoient encore de bien

plus grands effets que ceux dont nous avons été témoins. Ils prétendoient que des tremblemens de terre avoient rompu la digue qui séparoit le Pont-Euxin de la Méditerranée, avoient causé l'affaissement de la grande île Atlantique, dont parle Platon...

Il est certain que nous n'avons pas encore apprécié les forces de ces vapeurs souterraines.

DE LA NATURE DES PIERRES VOLCANIQUES.

§. CCLXXXIX. Une des questions les plus importantes que présente cette matière, est de savoir :

1^o. Quelles sont les pierres qui ont été fondues par les feux souterrains pour former ces substances homogènes volcaniques?

2^o. Quel est leur degré de fusion ou de vitrification, ou de fritte? Nous en avons déjà parlé (§. CLXX).

On a deux sortes de données pour parvenir à cette solution.

La première, est d'examiner la nature des terrains dans lesquels se trouvent ces feux souterrains. Or, nous avons vu que les cratères des volcans s'ouvrent dans toutes sortes

de terrains. Néanmoins il paroît certain que le foyer de l'incendie est toujours dans les couches bitumineuses. Mais ces couches sont souvent contigues avec des montagnes primitives, comme au Creuzot. Les substances qui composent ces montagnes, telles que granits, porphyres, pétro-filix, trapps, cornéennes, serpentines, asbestes, talc peuvent donc tomber dans le foyer du volcan, & entrer dans la composition des laves, & on aura pour lors des laves à base de pétrofilex, de trapp, de cornéenne, de serpentine, de granit, de porphyre Mais ces substances auront éprouvé un degré de fusion plus ou moins considérable.

Néanmoins la majeure partie des laves sera composée des substances qui recouvrent ordinairement les charbons. Ce sont des schistes très-ferrugineux, & qui contiennent beaucoup de terre argileuse, mélangée souvent avec des parties quartzeuses, & quelquefois avec de la magnésie.

On y trouve aussi souvent des grès mélangés avec ces schistes.

La seconde voie qu'on a employée pour découvrir la nature des pierres volcaniques, a été l'analyse. Plusieurs auteurs s'en sont occupés, & ils ont toujours retiré à-peu-près les

mêmes produits, quoiqu'on eût pris ces matières en différens lieux.

Bergman a analysé du basalte de Staffa, qui lui a donné :

Terre quartzeuse	0,52.
Terre argileuse	0,15.
Terre calcaire	0,08.
Chaux de fer	0,25.

Dolomieu a retiré des laves compactes de l'Etna :

Terre quartzeuse	0,60.
Terre argileuse	0,25.
Terre calcaire	0,05.
Magnésie	0,02.
Chaux de fer	0,10.

Il avertit que les proportions de ces terres varient un peu. Quelquefois la quantité du fer est plus considérable, & il y a moins de terre quartzeuse.

Faujas a analysé des basaltes du Vivarais, qui lui ont donné :

Terre quartzeuse	0,46.
Terre argileuse	0,16.
Terre calcaire	0,10.
Terre magnésienne	0,03.
Chaux de fer	0,22.

Ces analyses, qui se rapprochent de celle des trapps & des cornéennes, excepté les

chaux de fer, qui sont en plus grande quantité dans les produits volcaniques, ont fait penser à de savans naturalistes que ce sont ces espèces de pierres qui fournissent la matière des basaltes. D'ailleurs nous avons vu que la plupart des basaltes prismatiques ont l'aspect, le grain, le *facies* des trapps & des cornéènes.

Bergman, & plusieurs autres naturalistes, croient que la matière des pierres volcaniques est les schistes ferrugineux, qui recouvrent les charbons. C'est également mon opinion. Et on peut, je crois, prouver que les basaltes prismatiques & la lave compacte n'ont point été produits *ordinairement* par des trapps ou des cornéènes.

1^o. La plus grande partie des basaltes prismatiques, & des laves compactes, sont homogènes, & se ressemblent dans les différens volcans connus; tels que ceux de l'Étna, ceux de France, ceux d'Irlande, ceux d'Écosse, ceux des Hybrides, ceux d'Islande, d'Asie, d'Amérique . . .

Or, toutes ces masses de basaltes & de laves sont très-considérables, comme nous l'avons vu. Il faut donc que les substances, qui ont fourni les matières dont sont formés ces laves & ces basaltes, soient elles-mêmes très-abondantes.

Voilà des faits dont on ne doit jamais s'écarter.

Ils me paroissent prouver que ce ne peuvent être ni les trapps ni les cornéènes qui aient fourni ces matières. Car :

a. Les trapps & les cornéènes ne se trouvent presque jamais en grandes masses. Donc ils n'ont pu fournir les grandes coulées basaltiques.

b. Ils ne sont jamais purs, & ils sont toujours mélangés avec d'autres substances. Donc ils n'auront pas fourni des basaltes homogènes.

On m'objeétoit que le foyer des volcans pouvoit être à de grandes profondeurs, & qu'à ces profondeurs il y avoit *peut-être* beaucoup de trapp, & du trapp très-pur.

Je réponds qu'on ne peut fonder un système sur un *peut-être*; qu'aux plus grandes profondeurs où nous ayons pénétré, on n'y trouve que du granit & du porphyre; & qu'enfin rien ne prouve cette grande profondeur des foyers des volcans.

c. Les trapps ne se trouvent point dans les terrains secondaires; & cependant plusieurs volcans sont dans des terrains secondaires.

d. Les cornéènes & les trapps n'agissent que très-rarement sur l'aiguille aimantée; &

pendant tous les basaltes exercent une action très-forte sur cette aiguille.

On doit donc conclure que la matière ordinaire des basaltes & des laves compactes, n'est ni du trapp ni de la cornéene purs.

e. Les feux souterrains ne peuvent être entretenus que par des masses de pyrites ou des bitumes.

Or, les bitumes ne se trouvent que dans les terrains secondaires, où il n'y a ordinairement ni trapp ni cornéene.

Les pyrites ne se trouvent qu'en assez petite quantité, & sur-tout dans les terrains primitifs, & seroient absolument incapables de fournir à des embrasemens aussi considérables que l'Etna.... & continués pendant un si grand nombre de siècles....

Puisque les feux souterrains sont entretenus par des bitumes & des charbons, comme on ne sauroit en douter, d'après les preuves multipliées que nous avons rapportées (§. CCLXXX), il est donc vraisemblable, disons même, il est certain que les substances, qui enveloppent ces charbons, doivent éprouver les premières l'action du feu. Ce sont donc elles qui doivent faire la majeure partie des pierres volcaniques. Or, les bitumes & les charbons sont constamment recouverts & assis sur des schistes

mariaux, dont quelques-uns sont micacés & magnésiens ; d'autres contiennent des portions calcaires. L'analyse de ces schistes donne les mêmes produits que nous avons retrouvés dans les basaltes ; savoir :

Terre quartzeuse.

Terre argileuse.

Terre calcaire.

Terre magnésienne.

Chaux de fer en grande quantité.

Les terres calcaire & magnésienne y sont plus rarement, & leur quantité varie, suivant la nature des schistes.

Ceci me paroît résoudre la question que nous discutons.

« Comment les basaltes & les laves compactes paroissent toujours homogènes dans les différens volcans, quoique les montagnes où se trouvent ces volcans, soient de nature différente ».

La nature des pouzzolanes confirme ce que je viens de dire ; car elles ne sont que des argiles martiales, contenant beaucoup de terre quartzeuse, qui ont été plus ou moins chauffées. L'art est parvenu à imiter ces pouzzolanes, en faisant chauffer des schistes, ou des terres argileuses, ferrugineuses. Or, ces argiles, si communes dans les terrains bitumi-

neux, se trouvent rarement avec les trapps & les cornéens.

Lorsque les schistes éprouveront un certain degré de fusion, ils donneront une matière très-poreuse. C'est la lave poreuse. Les vides qui s'y rencontrent sont dus au dégagement des fluides élastiques aériformes, sur-tout de l'air contenu dans les chaux de fer. Tous les laitiers des forges de fer présentent une matière analogue à la lave poreuse.

Dans les grands courans de laves, on observe que la partie supérieure est ordinairement poreuse & cellulaire, tandis que les parties inférieures sont compactes. Il est facile d'en assigner la cause. Il arrive à la lave la même chose qu'aux matières qu'on fond en grandes masses, dont les parties supérieures sont pleines de soufflures, tandis que les inférieures sont compactes.

Il se peut encore que cette lave compacte n'ait pas été assez chauffée, pour donner lieu au dégagement des fluides élastiques, tandis que la partie de la surface du courant éprouve un plus grand degré de chaleur par l'action de l'air extérieur.

Le verre volcanique, ou brunâtre, sera dû à des portions plus chargées de fer, & plus chauffées. On fait que, dans les laitiers
des

des mines de fer , il s'y rencontre des matières noirâtres vitrifiées , & qui ressemblent à la pierre obsidienne , ou verre noir volcanique. Il y a de ce verre qui n'est pas noir : tel est celui de l'île de Bourbon. Sans doute il contient moins de fer. Il ressemble davantage au verre de bouteille , ou à ce que , dans les verreries , on appelle *fiel de verre*.

On doit donc regarder les schistes , dans lesquels se trouvent les mines de charbon , comme la base ordinaire de toutes les pierres volcaniques , laves poreuses , laves compactes , basaltes prismatiques , verre volcanique , pouzzolane ...

Mais il peut tomber dans le foyer de l'incendie , comme nous l'avons déjà dit , des portions des terrains voisins de ces schistes. Si ces charbons se sont trouvés au pied des montagnes primitives , elles se feront ébouler dans le volcan , & auront fourni des granits , des porphyres , des pétro - flex , des trapps , des cornéens , des pierres granitiques ...

Toutes ces substances se mélangeront avec des portions de laves formées des schistes , & donneront de nouvelles variétés de laves. On y distingue encore ces substances étrangères , qui n'ont point été entièrement fondues. Il est

des laves dans lesquelles on reconnoît le pétrofilix, le trapp, la cornéène, le feld-spâth, le grenat... (§. CLXX).

Il se pourroit même que ces substances, fournies par les matières primitives, fussent en assez grande abondance pour former elles-mêmes des laves particulières, sans aucun mélange de matières schisteuses.

La pierre-ponce, qui ne se trouve en certaine quantité qu'aux îles Lipari, est, suivant Dolomieu, formée de granit à demi-vitrifié. Si cette supposition est fondée, il sera facile d'en trouver la cause dans les granits qu'on rencontre dans ces îles. Mais il se pourroit que la pierre-ponce ne fût qu'une lave poreuse plus fine & plus vitrifiée, & qui tint le milieu entre la vraie lave poreuse & le verre volcanique; celui, par exemple de l'île de Bourbon, qui est en filets déliés. Cette substance aura été ensuite décolorée par les vapeurs acides, soit de l'acide sulfureux, soit de l'acide marin.

La seule difficulté considérable qui nous reste à résoudre, est celle-ci.

« Il y a plusieurs laves, qui, comme nous » l'avons vu, ressemblent si parfaitement aux » trapps, aux cornéènes..... & autres pierres » formées par la cristallisation aqueuse, que les

» yeux les plus exercés ne sauroient y apperce-
 » voir aucune différence. Donc ces laves ne
 » sont que des trapps, des cornéènes... ».

Je réponds :

1^o. Ces laves sont plus denses que les trapps & les cornéènes; car leur densité va jusqu'à 3500, & celle des trapps & des cornéènes ne va qu'à 2700.

2^o. Ces laves sont très-fragiles. « Toute la
 » montagne de Transberg, près Gottingue,
 dit Merck, » est composée de prismes d'un ba-
 » salte très-compacte & très-sonore. Ces belles
 » masses sont si légèrement aglutinées par un
 » limon ferrugineux, qu'à peine les ouvriers
 » y ont insinué leurs outils, qu'elles se brisent
 » comme du verre ». (Journ. de Phys. 1785, sep-
 tembre.)

« Les laves dont on fait les pavés, dit Do-
 lomieu (1), » casseroient presque aussi aisément
 » que des boules de verre, si on ne les arro-
 » soit pas d'eau ». Or, les cornéènes cassent
 très-difficilement, & s'amollissent presque
 sous le marteau, comme le feroit de la terre
 endurcie. Les trapps se cassent aussi avec diffi-
 culté.

(1) Journal de Physique, 1794, 6^e cahier, pag. 414.

3°. Les laves contiennent beaucoup de fer, & font mouvoir le barreau aimanté.

Les cornéennes & les trapps contiennent beaucoup moins de fer, & agissent assez rarement sur le barreau aimanté.

Les schistes, au contraire, qui couvrent les charbons, contiennent beaucoup de fer.

4°. Les laves ont été incandescentes, & ont coulé. C'est un fait certain, & qu'on voit journellement. Or, les matières qui les ont formées n'étoient pas contenues dans un vase. Il faut donc qu'elles se soient mélangées avec la matière combustible, quelle qu'elle soit, pyriteuse ou bitumineuse. Si elle est bitumineuse, la partie combustible se fera dissipée, & il restera les portions terreuses & ferrugineuses, qui se seront mélangées avec la matière de la lave. Si la partie combustible est pyriteuse, le soufre brûlé, la chaux de fer & les portions étrangères, qui sont toujours dans les pyrites, se seront mêlées avec la matière de la lave.

Dans toutes ces hypothèses, il y auroit donc toujours des portions étrangères qui se seront mêlées avec le trapp ou la cornéenne, pour former la lave. Ce seront ces portions ferrugineuses qui rendront la lave sensible à l'aimant.

On ne peut donc pas dire, même dans l'hypothèse que nous combattons, que la lave compacte soit formée de trapp ou de cornéène purs. Elle sera toujours un mélange du résidu de la partie combustible avec la substance pierreuse qui entre dans la composition de la lave.

S'il y a un mélange de parties étrangères avec ce trapp, dès-lors il n'a pu conserver sa forme primitive que lui avoit donné la cristallisation aqueuse.

Ces dernières observations sont d'une telle force, que je ne vois pas qu'on puisse rien y opposer de solide.

Enfin, le trapp & la cornéène sont formés par une cristallisation aqueuse.

La lave compacte & le basalte ont été fondus par l'action de la chaleur, ont coulé sous forme de torrens enflammés. Refroidis, ils ont pris de la consistance, & ont quelquefois cristallisé. Leur solidité, leur dureté sont donc le produit d'une véritable *cristallisation confuse, ou régulière, opérée par le feu*. Elle est par conséquent absolument différente de la cristallisation du trapp ou de la cornéène, qui est aqueuse.

Mais comment expliquer, objecte-t-on toujours, cette parfaite ressemblance du *facies* de la plupart des laves compactes & des basaltes

prismatiques avec celle des trapps, au point que les naturalistes les plus exercés ne sauroient les distinguer ?

Je réponds qu'il faut en conclure que ces caractères extérieurs sont trompeurs, puisqu'il est bien prouvé que les qualités des laves, telles que la densité, la fragilité, leur action sur l'aimant ... sont absolument différentes des qualités des laves.

Les molécules d'un métal fondu sont lamelleuses, telles que celles d'antimoine, du bismuth.

Celles de certaines pierres fondues, sans que la fusion ait été jusqu'à la vitrification, peuvent donc également être lamelleuses, ou avoir un grain fin, comme la cornéene & le trapp; & puisque le verre lui-même cristallise, il faut bien qu'il soit composé de lames.

Enfin, cette difficulté est commune à l'opinion que je combats, comme à la mienne, puisqu'on y convient également qu'il y a eu fusion de la lave.

Le biscuit de porcelaine a un grain qui approche de celui de la cornéene fine ou du trapp.

La poterie noire de Wéedgwood, qui est composée d'argile, mélangée avec les chaux

de fer noires, & quelquefois de manganèse, a un grain qui approche encore plus de celui du basalte.

La plus grande difficulté est de savoir comment ces laves ont pu couler sans être vitrifiées.

Il se peut que cela soit dû à la partie ferrugineuse; car la mine de fer fondu, appelée communément *fonte*, n'a rien de vitreux; & quelquefois elle contient une très-grande quantité de différentes terres. Son grain, pour lors, rapproche assez de celui du trapp.

Au reste, ces difficultés ne peuvent renverser un fait certain, qui est *que le trapp est une cristallisation aqueuse, & le basalte une cristallisation ignée.*

Nous pourrions ajouter qu'il peut se trouver, dans la lave en grande masse, des portions de pierres enveloppées, qui n'auroient point perdu toute leur eau de cristallisation. Des sels, tels que l'alun, le nitre, le borax, cristallisés par l'eau, exposés au feu, entrent en fusion sans perdre toute leur eau de cristallisation.

Il pourra donc, dans les grandes coulées de laves, se trouver des trapps, des cornéennes, des pétro-filix, qui auroient été assez peu dénaturés pour qu'on puisse les reconnoître.

Néanmoins ils auront subi une altération considérable, mais pas assez grande pour les rendre méconnoissables.

Il y aura donc des laves de différentes espèces.

Laves communes compactes, composées de schistes martiaux.

Laves à base de pétro-filix.

Laves à base de trapps.

Laves à base de cornéènes.

Mais ces dernières sont rares. La majeure partie des laves compactes prismatiques, ou non prismatiques, est composée de la base des schistes, qui servent de toit & de mur aux charbons.

Quant aux laves à base de feld-spaths, de grenats... elles ne doivent être qu'en très-petite quantité, parce que ces substances ne sont jamais qu'en petits cristaux.

§. CCXC. Des laves peuvent couler plusieurs années sans se consolider. Celle de l'Etna, de 1614, coula dix ans, & ne parcourut que deux milles. La cause de ce phénomène est très-difficile à découvrir; car les matières que nous réduisons en fusion, telles que les substances métalliques, qui ont une densité plus considérable que la lave, ne conserveroient pas aussi long-tems leur chaleur pro-

portionnellement, & les coulées de laves ordinaires se consolident elles-mêmes promptement.

Dolomieu en conclut que le feu des volcans agit différemment du feu ordinaire. Car une masse de lave fondue dans nos fourneaux, se refroidiroit promptement. Il pense en conséquence qu'il se trouve dans ces laves une matière combustible, qui brûle, dans cet espace de tems, avec beaucoup de lenteur, & peut entretenir la fluidité de la lave, sans lui communiquer un degré de chaleur considérable. Cette chaleur est assez foible pour ne point dénaturer les pierres qui composent ces laves. Il cite effectivement des laves qui, après leur éruption, exhalent des fumées blanches, lesquelles souvent s'enflamment. Celle qui coula de l'Etna en 1761 & 1762, laissoit échapper, vingt-quatre ans après son éruption, une semblable fumée blanche, qui souvent donnoit des flammes.

J'observe d'abord à ce naturaliste :

1^o. Que ce cas est rare, puisque les laves ordinaires se consolident promptement. Il doit donc y avoir ici des causes particulières & accidentelles.

2^o. Qu'il n'est pas douteux que le feu des volcans n'ait, en plusieurs circonstances, beau-

coup d'activité, & qu'il ne réduise en verre plusieurs matières, tels que les verres volcaniques.

3°. Que la pierre-ponce est à demi-vitri-
fiée.

4°. Les laves poreuses ont certainement été dans un état de fritte vitreuse, comme le laitier des fourneaux.

5°. La lave compacte elle-même a un grand degré de chaleur, comme on l'observe dans les courans de laves que nous voyons couler journellement. Elle est rouge, incandescente, & enflamme toutes les matières combustibles qu'elle rencontre, & même plusieurs mois après qu'elle est sortie du volcan.

Néanmoins cette lave compacte contient encore quelquefois des portions de la matière combustible qui l'a réduite en fusion, comme nous l'avons vu, & qui souvent brûle plusieurs années après son éruption. Cette matière combustible sera du soufre, ou des matières bitumineuses, qui, combinées avec les schistes; n'ont pas eu le tems d'être consommées: ou des matières métalliques, comme l'arsenic, le zinc, le fer, sur-tout ce dernier, qui est si abondant dans les laves.

Ce seront donc quelques-unes de ces différentes causes qui produiront le phénomène

fingulier que nous cherchons à expliquer. Car il ne faut pas oublier que les laves ordinaires prennent promptement de la solidité, & cessent de couler. Celles qui coulent long-tems font par conséquent des exceptions à cette loi générale; ce qui doit dépendre de causes particulières.

Le phénomène, par exemple, de la fameuse lave de l'Etna, de 1614, qui, assure-t-on, a coulé dix ans, & quelques autres semblables, doivent tenir à des circonstances locales que nous ne connoissons pas encore toutes. D'abord, il y a des laves qui renferment beaucoup de matières combustibles, qui brûlent lentement, donnent cette fumée blanche . . . & entretiennent leur fluidité. Il se peut encore que le sol sur lequel elle couloit, fût brûlant, se trouvant au-dessus de quelque cavité du volcan . . . Il seroit imprudent de hasarder des conjectures sans être instruit de toutes les circonstances qui ont accompagné ces éruptions particulières.

DES CRATÈRES DES VOLCANS.

§. CCXCI. Parmi les matières que vomissent les volcans, il en est plusieurs qui, projetées perpendiculairement, ou à-peu-près, retombent dans le cratère même des volcans,

ou sur ses bords. Ces dernières s'amoncellent & élèvent le cratère, en le resserrant par ses bords. Mais lorsque ces matières se sont trop amoncelées, les bafes s'affaiffent, & tout le haut du cratère retombe dans le volcan, dont la bouche se trouve pour lors très-évasée. Tel paroît avoir été celui de la Somma.

Les éruptions continuent, & il se forme un nouveau cratère. C'est ce qui arrive dans tous les volcans.

Les portions de laves vomies, qui ont retombé sur les flancs de la montagne, l'exhauffent & l'élèvent ainsi à une grande hauteur. C'est de cette manière que se forment les pics volcaniques.

L'Etna a aujourd'hui 1672 toifes d'élévation.

Le pic de Ténériffe a 1900 toifes.

Le Puy-de-Dôme a 870 toifes.

Chimboraco est encore beaucoup plus élevé. C'est la montagne la plus haute que nous connoiffions. Elle est élevée à 3217 toifes.

L'Hécla a 834 toifes, ou 5000 pieds.

Le Vésuve a 3700 pieds.

Mais par une fuite nécessaire de l'élévation de ces cratères, de ces pics, des montagnes, & des îles foulées, il doit s'excaver d'immenses cavernes dans le centre de ces mon-

agnes. Elles feront proportionnées à la masse des matières inflammables consumées, & à celle des matières calcinées & revomies.

Ces cavernes pourront ensuite s'affaïsser, par des causes quelconques, analogues à celles que nous avons vu produire les affaïssemens des autres montagnes. Les secousses des violens tremblemens de terre ajouteront encore à celles-ci.

Aussi est-ce à la suite de violens tremblemens de terre que s'affaïssèrent les montagnes qui ont donné naissance au lac Lucrin, au lac de la Jamaïque, formé en 1692, l'île de Sorca, une des Moluques, qui fut engloutie en 1693....

Le cratère du Vésuve étoit autrefois très-considérable; il s'affaïssa, & forma la Somma, qui a plusieurs milles de circuit; & c'est du milieu de la Somma que s'est élevé le nouveau cratère du volcan, qu'on appelle aujourd'hui *le Vésuve*.

Toutes ces éruptions, tous ces affaïssemens étant aussi nombreux qu'ils le sont, doivent altérer, jusqu'à un certain point, la surface de la terre. Car les volcans, qui sont en activité, & ceux qui y ont été, occupent une portion de terrain assez considérable. Ils produiront ici des élévations, de nouvelles mon-

tagnes, telles que tous ces pics volcaniques : & il en naîtra par conséquent de nouvelles vallées ; il se formera des falaises que l'action des eaux & des tems travaillera ensuite.

Le tremblement de terre de Lisbonne, en 1755, ébranla, comme nous l'avons vu, une partie de l'Afrique & toute l'Europe jusqu'en Islande (§. CCLXXXVIII). Pourroit-on en conclure qu'il seroit possible qu'une partie de ces contrées eût pu être engloutie ? Je ne le pense pas. Ces commotions sont produites par des vapeurs, qui enfilent les fentes qui se trouvent dans les terrains secondaires. Mais un affaissement supposeroit qu'il existeroit des cavernes immenses sous ces continens. Or, nous verrons ailleurs qu'il est impossible de supposer des cavernes de cette étendue, puisque, dans cette hypothèse, rien ne pourroit soutenir cette masse énorme des continens.

DES PLUIES VOLCANIQUES.

Des pluies abondantes accompagnent très-souvent les éruptions des volcans ; il est peu d'éruptions du Vésuve, où il n'y ait de ces pluies copieuses, qui ont été nommées par les Italiens, *Nilo d'Aqua*, comme si c'étoit le Nil qui sortit lui-même des entrailles du

volcan. Nous avons vu que dans l'éruption de 1631, il y eut une inondation prodigieuse.

» L'Etna vomit souvent des torrens d'eau.
 » Il en sortit un *Nilo d'Aqua* en 1751. Les
 » volcans d'Amérique en ont souvent fourni
 » des exemples. Le Vésuve a fréquemment
 » jeté des eaux. Il en sortit beaucoup de la
 » bouche de Monte-Nuovo, en 1538. Celles
 » du Vésuve firent autant de dégât en 1689
 » qu'en 1631 ». *Ferber.*

« Le volcan de l'île Banda est un des plus
 » terribles de toutes les Indes, & dont les
 » fréquentes éruptions ont été marquées par
 » des effets surprenans, par des tremblemens
 » de terre, par des inondations qui sembloient
 » devoir engloutir la plupart des îles voisi-
 » nes ». *Histoire des Voyages, tome XVII;*
page 180.

Les éruptions de l'Hécla & des autres volcans d'Islande sont presque toujours accompagnées de pluies plus ou moins abondantes.

Cette abondance d'eau versée par les volcans, reconnoît plusieurs causes. Il n'est pas douteux qu'elle ne vienne très-souvent du sein de la mer, dont les eaux ont pénétré dans le foyer de l'incendie, & en sont rejetées avec les autres substances que le volcan

vomit; & ce qui le prouve de plus en plus, c'est que ces eaux rejetées sont salées.

Mais d'autres fois, ces eaux viennent des fleuves, des ruisseaux, des fontaines, qui, s'étant fait jour au travers des terres, ont pénétré jusques dans l'intérieur du volcan. Nous avons vu que très-souvent, les éruptions des volcans sont précédées de pluies abondantes, de la disparition des fleuves...

DE L'ÉLECTRICITÉ DES VOLCANS.

§. CCXCII. L'éruption des volcans présente un fait bien digne d'être observé. C'est la quantité d'électricité dont elle est accompagnée. Hamilton a décrit avec beaucoup d'exactitude des éclairs brillans qu'il distinguoit dans l'éruption du Vésuve en 1779, & qui étoient suivis de violens coups de tonnerre. Troil rapporte aussi que dans l'éruption du Kattlegiaa, en 1755, il partit du milieu des flammes un météore semblable à un éclair, qui perça d'outre en outre les roches qui se trouvoient sur son passage, tua onze chevaux, un payfan, une servante....

On a observé le même phénomène dans d'autres explosions.

La cause de cette électricité est sans doute due aux vapeurs qui s'élèvent. Il est bien prouvé

prouvé que de l'eau en ébullition, sur-tout de l'eau jetée sur des matières ardentes, produit une forte électricité.

Il y a ici un foyer immense de matières enflammées, de laves en fusion, & une grande quantité d'eau. Un nuage épais enveloppe toujours le sommet du volcan. Les vapeurs qui composent ce nuage, doivent donc être surchargées d'électricité; d'où s'ensuivront des éclairs, des coups de tonnerre..... comme dans les orages ordinaires.

Cette électricité abondante ne peut donc être regardée comme la cause des commotions, ni des secousses des volcans. Elle en est elle-même un effet. Mais elle produit ensuite ses effets ordinaires; des éclairs, des coups de tonnerre....

DES ÉPOQUES DES VOLCANS.

§. CCXCIII. Différens auteurs ont cherché à fixer les époques des éruptions des volcans éteints, & même de ceux qui sont en activité.

Desmarests a fixé trois époques différentes dans les volcans éteints de l'Auvergne & du Vélai.

1°. Les plus récents sont ceux dont le cratère est encore bien conservé, & dont la

lave a coulé dans des vallées déjà existantes : tels sont le Puy-de-Dôme, & deux autres volcans au-dessous de celui-ci, qui ont fourni les laves de Volvic.

2°. La seconde époque qu'il assigne, est celle des volcans dont les laves ont coulé sur des terrains unis, & qui, ensuite, ont été excavés par des courans qui y ont formé des vallées. Ces volcans ont dû être, le plus souvent, sous-marins.

3°. La troisième époque est celle des volcans les plus anciens. Les cratères & les laves en sont recouverts par de nouvelles couches calcaires, qui ont été, par conséquent, déposées par les eaux des mers ou des lacs, depuis les éruptions de ces volcans.

Il faut supposer que la plus grande partie de ces derniers volcans ont été des volcans sous-marins. Leurs éruptions se sont faites au milieu des flots, & leurs laves ont couvert les bassins des mers.

De nouvelles couches calcaires se sont déposées sur ces laves.

Peut-être de secondes éruptions volcaniques ont-elles encore eu lieu ; & il se sera formé de cette manière plusieurs couches alternatives de matières volcaniques, & de substances calcaires.

Il seroit cependant possible que des volcans des continens projetassent des fleuves de laves qui se rendroient directement dans la mer, & seroient ensuite recouverts par des dépôts calcaires. Il est un grand nombre de courans de laves de l'Etna, qui se sont rendus dans la mer.

On a cherché à fixer la date où les volcans ont pu être en activité, mais on n'a que des analogies très-foibles. Le chanoine Recupero est parti de la décomposition de certains courans de lave, dont la date est certaine. Il a pris la lave d'une éruption connue. Il a observé que cette lave étoit altérée de tant de pouces; d'où il a calculé qu'il faudroit tel nombre d'années pour décomposer toute cette lave.

Il a ensuite fait l'application de ce principe aux laves qu'il a cru les plus anciennes, & il a trouvé qu'il faudroit quatorze mille ans pour cette décomposition.

Mais ces apperçus sont assez inexacts, parce que plusieurs causes accidentelles peuvent avoir accéléré ou retardé la décomposition de la lave; une lave exposée à une forte vapeur d'acide sulfureux, sera bien plutôt décomposée que celle qui n'y sera pas exposée.

Les traditions confirment ce que nous disons. Car les époques de la première éruption de l'Etna ne paroissent pas remonter à plus de 3300 ans.

DES EAUX MINÉRALES.

§. CCXCIV. Quoiqu'il n'y ait point d'eaux pures dans la nature, on les regarde cependant comme telles, lorsqu'elles ne sont chargées que d'une très-petite portion de principes étrangers. Si ces principes sont en une certaine quantité, les eaux qui les contiennent, prennent le nom d'eaux minérales.

Les eaux minérales se distinguent en deux espèces.

Les eaux froides.

Les eaux chaudes.

Les eaux minérales froides sont chargées de différens airs, sur-tout d'air fixe, & de différens sels. Les plus communes sont les eaux martiales aérées, ou chargées d'air fixe ou acide aérien, qui tiennent du fer en dissolution. Cette espèce d'eau se trouve presque par-tout dans les terrains secondaires, & il est peu de contrées qui n'en contiennent. Les différences principales qu'on observe dans ces

eaux viennent des proportions d'air & de fer. Cependant il s'y trouve encore souvent d'autres principes, sur-tout des sels, tels que le natron, le vitriol de natron ou sel de Glauber, le vitriol de magnésie ou sel d'Epſom, de la ſélénite ou gypſe, du ſpath calcaire...

Les eaux chaudes aérées ou thermales, contiennent auſſi différens ſels, & différens airs. On peut les diſtinguer en trois claſſes générales.

1°. Les eaux chaudes aérées qui contiennent de l'air fixe, du fer & différens ſels; telles ſont les eaux de Vichy.

2°. Les eaux thermales hépatiques, qui contiennent de l'air inflammable ſulfureux ou hépatique avec différens ſels; telles ſont les eaux d'Aix-la-Chapelle.

3°. Les eaux brûlantes qui contiennent de l'air inflammable phoſphorique; telles ſont les fontaines appelées brûlantes. De cette nature ſont celles appelés *pietra mala*, en Lombardie; celles de la fontaine brûlante du Dauphiné.

La cauſe ordinaire de la chaleur des eaux thermales eſt aſſez difficile à indiquer. Comment telle fontaine conſerve-t-elle toujours à peu-près le même degré de chaleur pendant un grand nombre de ſiècles? Au Mont-d'Or, en

Auvergne, la fontaine de César avoit, il y a 1800 ans, à peu - près le même degré de chaleur qu'aujourd'hui.

On ne peut attribuer cette chaleur à des volcans qui n'ont pas toujours la même intensité de chaleur. Cependant cela peut être dans quelques cas particuliers.

Il faut donc avoir recours à des pyrites en décomposition ; elles contractent un assez grand degré de chaleur & fournissent du gaz hépatique, du fer, de l'acide vitriolique qui dissoudra les terres & les sels qu'il rencontrera. Avec le natron, il fera le sel de Glauber ou vitriol de natron : avec la magnésie, il fera le sel d'Ep-fom, vitriol de magnésie ; avec la terre calcaire, il formera du gypse ou sélénite.

Ce même acide, en dissolvant ce natron, la terre calcaire & la magnésie, en dégagera l'acide aérien ou air fixe, que ces eaux dissoudront & dont elles se surchargeront au point qu'elles en abandonneront une partie, dès qu'elles seront au contact de l'air.

Il faut néanmoins, ou que ces pyrites en décomposition ne soient pas très-abondantes, puisque, pour - lors, elles réduiroient l'eau en vapeurs, & produiroient une espèce de volcan.

Ou que ces eaux ne passent pas dans le

centre du foyer de ces pyrites embrâsées, mais dans leur voisinage : ces pyrites , pour lors, conserveront, pendant une longue suite de siècles, le même degré de chaleur, & pourront le communiquer aux eaux.

Les eaux martiales froides sont dues également à des pyrites en décomposition, mais qui auront assez peu de chaleur, ou dont le foyer est assez éloigné de l'issue de la fontaine, pour que ces eaux aient eu le tems de se refroidir.

Il y a encore des eaux qui tiennent en dissolution différens sels métalliques ; telles sont celles qui passent par des mines de cuivre, celles qui coulent sur du vitriol de zinc, sur la chaux d'arsenic...

Quant à celles qui contiennent de l'air inflammable phosphorique, il faut qu'il soit fourni par la décomposition de mines phosphoriques, ou de matières animales ou végétales, chez qui l'acide phosphorique soit abondant ; la chaleur des pyrites favorisera la décomposition de ces substances & la formation de cet air inflammable phosphorique.

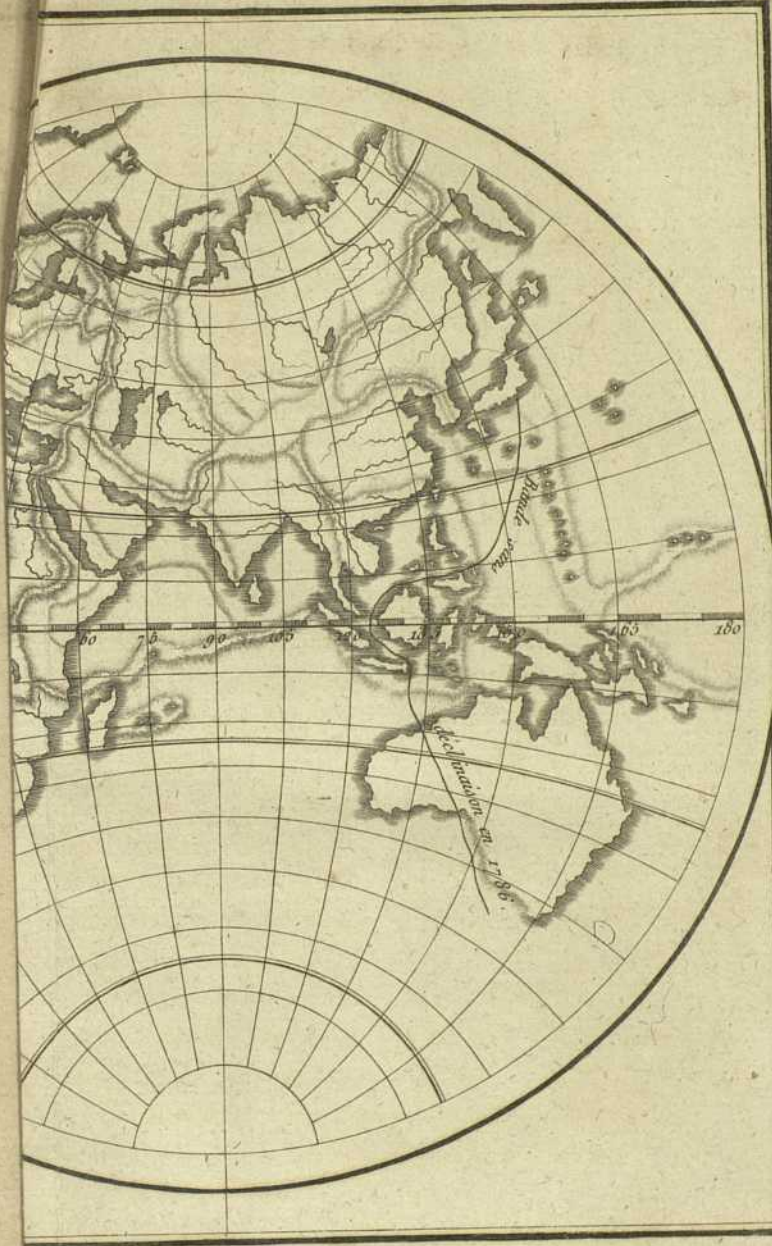
Il y a encore d'autres eaux qu'on doit rapporter aux minérales ; telles sont :

1°. Les eaux bitumineuses, comme celles de Gabian, qui contiennent des matières bitumineuses.

2°. Les fontaines d'eaux, qui contiennent du sel gemme.

3°. Les fontaines de Ruikum & de Geyzer, en Islande. Elles sont bouillantes & contiennent en dissolution du verre déliquescent, de la liqueur des cailloux, c'est-à-dire, de la terre quartzeuse dissoute par le natron; elles sont produites par les feux souterrains si abondans dans ces contrées. Du natron se rencontrant avec des sables, dans le foyer du volcan, se fond & forme un vrai verre, ou liqueur de cailloux qui est ensuite dissous par les eaux courantes. Peut-être même cette liqueur de cailloux est-elle faite par la voie humide. De l'eau à ce degré de chaleur, & chargée de natron, peut, peut-être, attaquer le sable & en dissoudre une portion.

Fin du Tome second.



Rural view

Observations in 1786

60 75 90 105 120 135 150 165 180

