





No: 5 Geogn: ^{a/}

THEORIE
DE
LA TERRE.

1805

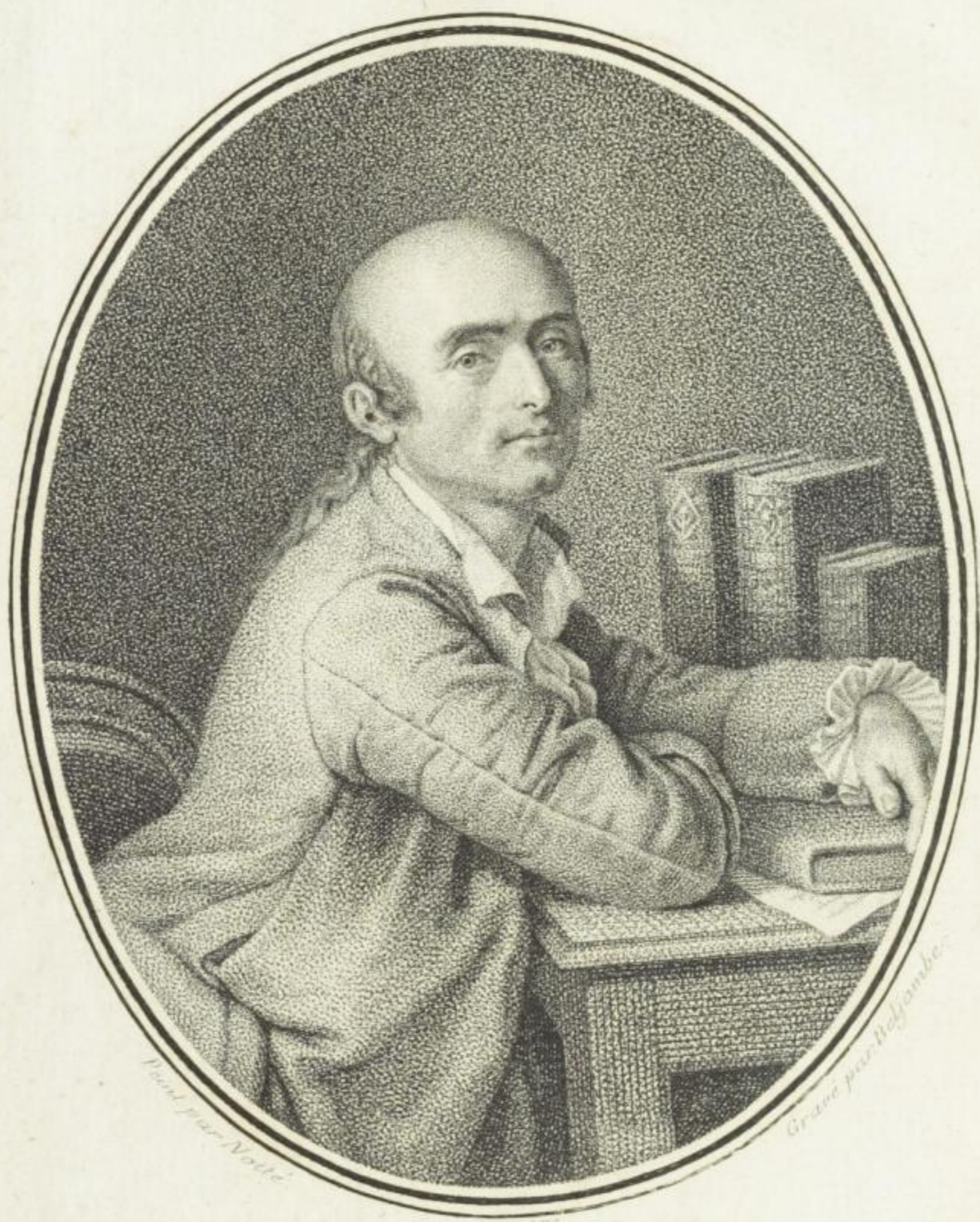
THÉORIE

DE

LA TERRE.

TOME PREMIER.

THEOLOGIE
LITERATUR
HISTORIE



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.

TOME PREMIER.

A PARIS,

Chez MARADAN, Libraire, rue du
Cimetière André-des-Arcs, n^o. 9.

L'AN III DE LA RÉPUBLIQUE,

1795 (vieux style).

WERNERS
NACHLASS

INTRODUCTION.

QUOI QUE nos connoissances ne soient peut-être pas encore assez avancées pour donner une Théorie complete de notre globe, néanmoins la masse des faits, qu'ont recueilli les observateurs, est si considérable, qu'il est différentes parties sur lesquelles on peut prononcer avec certitude. On a des probabilités satisfaisantes sur plusieurs autres. Quelques-unes enfin exigent de nouveaux faits, de nouvelles observations, de nouvelles expériences.

Un Philosophe, ami de la vérité, qui, d'après ces données, écrira l'Histoire de la Terre, en distinguant soigneusement les faits AVÉRÉS, ceux qui sont PROBABLES, & ceux qui sont encore DOUTEUX, pourra avancer la science. Les Observateurs confirmeront les faits *avérés*, vérifieront ceux qui sont *pro-*

bables ou douteux, & leur marche sera plus sûre. Tel est le but que je me suis proposé.

Il y a un grand nombre d'années que je m'occupe de ces objets. Mes premiers essais parurent en 1778 (*Principes de la Philosophie Naturelle*, première Edition); mais depuis ce tems, la masse des faits a augmenté. Plusieurs savans Géologues ont publié leurs observations, & ont donné leurs opinions. La Chimie a porté le flambeau de l'analyse sur un grand nombre de substances. Toutes les parties de la Minéralogie ont été perfectionnées: enfin les discussions savantes, qui se sont élevées depuis quelques années sur cette matière, l'ont éclaircie. J'ai puisé dans toutes ces sources pour donner des développemens à mon opinion.

Car je crois que les bases principales en sont prouvées par les faits. Il n'y a que quelques détails qui aient besoin d'éclaircissemens. Mais la grande vérité de la formation de

l'univers entier, & de notre globe en particulier, par la cristallisation générale, opérée par les choix d'élection, peut être regardée comme démontrée. Les affinités que suivent toutes les matières minérales dans leurs arrangements ; les formes régulières qu'elles affectent constamment..... en sont des preuves incontestables.

Cette cristallisation suppose une dissolution par les eaux : & par une conséquence nécessaire, il faut que ces eaux aient couvert tout le globe, & qu'elles aient surpassé les plus hautes montagnes d'une quantité considérable. Car la masse des minéraux qui ont été dissous, & le volume de dissolvans que chacun d'eux exige, prouvent que les eaux ont dû s'élever à une grande hauteur.

Voilà des faits dont on ne peut plus s'écarter en Géologie.

Il est une remarque essentielle à faire, c'est que les connoissances acquises nous

ont ramenés au système des Egyptiens, qui nous a été transmis par Moïse, par Thalès, & quelques autres Philosophes.

« Les eaux, disoient les anciens Sages,
» couvroient d'abord tout le globe: elles
» diminuèrent ensuite, & pénétrèrent dans
» des *abîmes* ou cavernes: alors parurent
» les continens, & furent produits les vé-
» gétaux & les animaux ».

Ils ajoutoient que ces eaux pouvoient sortir de ces abîmes en différentes occasions; qu'elles produisoient des déluges, & qu'enfin ces eaux disparoîtroient de dessus la surface de la terre, & que le globe s'embraseroit.

Ces peuples étoient si instruits, que nos plus belles découvertes modernes nous font appercevoir chaque jour qu'elles leur étoient connues.

Ils avoient observé les coquilles & les débris des êtres organisés dans toutes les couches secondaires; d'où ils avoient conclu,

avant nous, que la mer avoit couvert tous ces terrains, long-tems après la formation des êtres vivans. Cette opinion fut portée par Thalès chez les Grecs, & plusieurs de leurs Philosophes l'adoptèrent. Elle fut bientôt généralement reçue: & Ovide la rendit presque populaire par ces beaux vers: *Métamor. Lib. XV.*

Nihil equidem durare diù sub imagine eadem

Crediderim: sic ad ferrum venistis ab auro

Secula: sic toties versa est fortuna locorum:

Vidi ego quod fuerat quondam solidissima tellus

Esse fretum. Vidi factas ex æquore terras,

Et procul à pelago - conchæ jacuère marinæ:

Et vetus est inventa montibus anchora summis.

Quodque fuit campus, vallem decursus aquarum

Fecit: & eluvie mons est deductus in æquor.

On retrouve cette doctrine des Egyptiens chez la plupart des nations, particulièrement chez les auteurs grecs les plus anciens.

VÉNUS, qu'on regardoit comme la Déesse de la reproduction, étoit sortie du sein des eaux.

HOMÈRE exprimoit la même idée lorsqu'il dit :

Ωκεανόν τε Θεῶν γενεσιν.

« L'Océan est père (*Genesis*) des Dieux ».
Iliad. Liv. XIV, vers. 200.

HÉSIODE, dans sa Théogonie, dit que l'Océan est père de toutes choses.

ORPHÉE, dans son hymne à l'Océan, dit :

Ωκεανόν καλέω, πατέρ ἀφθίτον αἰὲν ἔόντα,
Αθανάτων τε Θεῶν γενεσιν θνητῶν τῶν ἀνθρώπων.

« J'appelle l'Océan père incorruptible,
» toujours existant, l'origine (*Genesis*) des
» Dieux immortels & des Hommes ».

Une autre opinion étoit très-répondue dans l'Asie; c'étoit celle des Brame qui croyoient que le feu avoit d'abord embrasé la terre. Cette doctrine paroît avoir été celle de Zerdhust ou Zoroastre & des Mages. Elle fut ensuite soutenue par les Stoïciens, & plusieurs autres Philosophes de la Grèce. Elle a été renouvelée dans ces derniers tems par

DESCARTES , par LÉIBNITZ , par BUFFON.

JUSTIN a exposé ces deux opinions d'une manière très-claire. En parlant des Scythes ; il agite la question de savoir s'ils sont plus anciens que les Egyptiens , & il dit :

« Cæterum si mundi partes aliquandò
 » unitas fuit , sive *illuvies aquarum P R I N-*
 » *C I P I O R E R U M* terras obruptas tenuit ,
 » sive *ignis qui & mundum genuit , cunçta*
 » *possedit* , utriusque primordii Scythas ori-
 » gine præstare. *Lib. 11 , cap. I.*

» Soit qu'AU COMMENCEMENT
 » DES CHOSES *les eaux couvrissent toutes*
 » *les terres* , soit que *le feu* , qui a engendré
 » l'univers , *occupât tout le globe* , les Scythes
 » paroissent antérieurs aux Egyptiens » .

Les notions astronomiques sont absolu-
 ment nécessaires pour traiter de la Théorie
 du Globe , parce que ses mouvemens gé-
 néraux doivent influencer sur les phénomènes

géologiques. Or jamais l'Astronomie n'a été à un plus haut point de perfection qu'aujourd'hui. Elle nous fournira donc des lumières précieuses, que je présenterai au Lecteur d'une manière succincte, en l'invitant à recourir aux sources mêmes.

Les phénomènes du Magnétisme, des aurores pôlaires.... quoiqu'encore peu connus, doivent certainement donner des notions intéressantes sur la Géologie. J'ai donc exposé quelles étoient à cet égard nos connaissances actuelles.

Enfin, c'est par la réunion de toutes ces lumières, que nous pouvons découvrir les moyens que la nature a employés dans la formation du Globe que nous habitons; j'exposerai les faits d'une manière simple, claire & précise, écartant soigneusement toute phrase oratoire qui pourroit éloigner de la vérité.

Cet Ouvrage sera divisé en deux parties principales.

La première traitera de chaque substance minérale en particulier, en donnera l'Histoire & l'Analyse chimique. Quelques Lecteurs trouveront peut-être ces détails un peu secs ; mais qu'ils n'oublient jamais que toute Théorie qui n'est pas appuyée par les faits, n'est plus qu'un jeu de l'imagination.

La seconde partie, fondée sur les notions précédentes, traitera des phénomènes généraux. Je chercherai à y expliquer la formation particulière & générale des différentes substances minérales, pour remonter ensuite à celle du Globe lui-même.

Si je n'avois craint de donner trop d'étendue à cet Ouvrage, j'aurois ajouté une troisième partie, qui n'eût été qu'un recueil de faits & d'observations, pour confirmer ceux qui y sont rapportés. Mais je dois appréhender, plus que qu'il que ce soit, de fatiguer la patience du Lecteur.

 TABLE DES CHAPITRES

DU TOME PREMIER.

<i>DE la cristallisation générale de la matière,</i>	Pag. 1
<i>De la cristallisation par les dissolvans aqueux,</i>	22
<i>De la cristallisation par le feu,</i>	25
<i>De la cristallisation du globe terrestre,</i>	27
<i>De la cristallisation des différentes substances minérales,</i>	30
<i>De la figure de la terre,</i>	44
<i>De l'homogénéité de la terre & de sa densité,</i>	52
<i>Du fluide électrique,</i>	58
<i>De l'aurore pôleaire,</i>	62
<i>Du fluide magnétique,</i>	66
<i>Du fluide lumineux,</i>	97
<i>De la matière de la chaleur,</i>	99
<i>De la chaleur à la surface de la terre, & de sa chaleur centrale,</i>	101
<i>De l'intensité actuelle de la chaleur à la surface de la terre,</i>	106
<i>De l'intensité actuelle de la chaleur centrale de la terre,</i>	114
<i>De l'influence du soleil sur la chaleur de la terre, soit à sa surface, soit à son intérieur,</i>	129
<i>Du refroidissement du globe,</i>	164
<i>De la formation de l'atmosphère,</i>	178
<i>Des vents,</i>	185

TABLE DES CHAPITRES.

xv

Des eaux ,	214
Du soufre ,	218
Du phosphore ,	221
Des substances métalliques ,	223
Des minéralisateurs des métaux ,	226
Des filons métalliques ,	229
De la cristallisation des filons métalliques ,	242
Des mines de transport ,	250
Des substances salines ,	253
Des acides ,	255
Des alkalis ,	256
Des sels neutres à base d'alkalis ,	262
Du sel gemme , & de la salure des eaux de la mer ,	263
De l'humus ,	286
Des terres ,	289
De la terre quartzeuse ,	294
De la terre argileuse ,	301
De la terre calcaire ,	308
De la terre magnésienne ,	310
De la terre pesante ou barytique ,	312
De la chaux de fer ,	313
Des pierres ,	333
Des pierres contenant un acide & une seule espèce de terre ,	336
Des pierres calcaires ,	337
Du gypse ,	342
Du fluor ,	344
Du spath pesant vitriolique ,	345
Du spath pesant aéré ,	347
Du spath appatitique ,	ibid.

THEORIE

xvj TABLE DES CHAPITRES.

<i>Du spath boracique,</i>	349
<i>Du spath tunstique,</i>	350
<i>Du quartz,</i>	351
<i>De la cristallisation des pierres qui ne contiennent qu'une terre & un acide,</i>	355
<i>Des pierres homogènes qui contiennent plusieurs espèces de terres, & un acide ou plusieurs acides,</i>	358
<i>Des pierres quartzeuses,</i>	365
<i>Des gemmes,</i>	384
<i>Des schorls,</i>	397.
<i>Des pierres magnésiennes,</i>	404
<i>Des pierres argileuses,</i>	415.
<i>De la cristallisation des pierres homogènes qui con- tiennent plusieurs terres, & un ou plusieurs acides,</i>	418

E R R A T A.

Pag. 57, lign. 18, lisez 12303200000.
Ibid. lign. 25, millions, lisez octillions.

THÉORIE



THÉORIE DE LA TERRE.

DE LA CRISTALLISATION GÉNÉRALE DE LA MATIÈRE.

PARAGRAPHE PREMIER.

LA cristallisation doit être regardée aujourd'hui comme le principe fondamental des plus grands phénomènes de la nature. Tous les corps affectent constamment une figure particulière, lorsqu'ils sont livrés à leur force propre, & que cette action n'est point troublée. Chaque substance saline, chaque pierre, chaque métal a une forme appropriée. Mais la cristallisation suppose la liquidité du corps qui cristallise.

Sans entrer ici dans tous les détails de la cristallographie, il suffira de rappeler que tous les phénomènes de la cristallisation sont dus à deux causes principales.

Tome I.

A

§. II. La première est la figure primitive des molécules constituant, *mécaniquement*, chaque cristal. J'ai rapporté toutes ces figures à trois principales.

La lame triangulaire.

La lame rectangulaire.

La lame rhomboïdale.

Chacune de ces lames peut varier dans ses trois dimensions : longueur, largeur, épaisseur.

Les lames triangulaires & rhomboïdales peuvent également varier quant à la valeur de leurs angles.

§. III. La seconde cause qui influe sur la cristallisation, est la force d'affinité, qui porte chaque partie l'une vers l'autre. Ces affinités, ces choix d'élection ont sans doute une cause. Mais le mode suivant lequel elle agit, nous est absolument inconnu.

Ces principes posés, transportons-nous en idée, au moment où la matière s'organisa. Recherchons, en suivant les analogies, la manière dont s'est formé l'Univers. Ce ne seront sans doute que des analogies : mais nous n'avons pas d'autre moyen de connoître ces objets & de satisfaire notre curiosité.

§. IV. Chaque particule de matière, chaque molécule première (que je suppose une,

indivisible), a une figure qu'elle conserve constamment par sa grande dureté (1).

Elle a aussi une *force propre*, laquelle elle ne perd jamais, & qui en est inséparable, suivant les analogies. Elle lui est *essentielle d'une espèce du second genre* (2).

Cette force est le principe de toute action & de tout mouvement dans l'Univers, comme

(1) C'étoit la doctrine de l'école de Leucippe, Démocrite, Epicure. . . .

C'est aussi celle d'un des plus grands philosophes modernes. « Il me semble très-probable, dit Newton, » qu'au commencement Dieu forma la matière en molécules solides, massives, dures, impénétrables, mobiles; que ces particules primitives sont incomparablement plus dures qu'aucun des corps poreux qui en sont formés; & si dures, qu'elles ne s'usent ni ne se rompent jamais: car si elles venoient à s'user, à se mettre en pièces, la nature des choses qui en dépend changeroit infailliblement. L'eau & la terre, composées de vieilles particules usées, ne seroient plus à présent de même nature & contexture, que l'eau & la terre qui auroient été composées au commencement de particules entières: & par conséquent afin que la nature puisse être durable, l'altération des corps corporels ne doit consister qu'en différentes séparations, nouveaux assemblages & mouvemens de ces particules permanentes ». *Optique, question XXXI.*

(2) Principes de la Philosophie naturelle.

je l'ai prouvé ailleurs (1). Aussi, est-ce par ce moyen seul que le philosophe doit chercher à expliquer tous les phénomènes de la nature.

C'est en vertu de cette force que les parties de matière cherchent à se combiner. Car deux de ces molécules premières A B, ou M N, *figure 1, planche 1*, animées chacune de leurs forces propres, & dont les directions sont opposées, se combineront, s'uniront si elles se rencontrent : leurs figures rendront cette combinaison plus ou moins solide (2).

Si les forces sont égales & se rencontrent dans le centre des masses ζ & e des molécules M N, elles seront *in nifu*, sans être détruites ; & le tout sera immobile.

Mais si les forces sont inégales, que la partie M en ait plus que N, le tout se mouvra dans la direction de la plus forte.

Si les forces ne sont pas dans le centre des masses, comme A & B, le tout aura un mouvement giratoire, dont la courbe CC sera déterminée par la nature des forces & la figure des parties.

Les parties M N pourroient également se

(1) Principes de la Philosophie naturelle. Essai sur l'Air pur, *Introduction*.

(2) *Ibidem*.

mouvoir dans la courbe C C, si les parties 6, 7, 8 & 9, ont plus de force que les parties *f, g, h, i*, & que les parties *a, b, c, d*, en aient plus que les parties 1, 2, 3, 4; c'est ce qui a lieu pour les astres.

Les combinaisons de ces parties premières formeront deux espèces de corps, les fluides & les solides.

§. V. Les fluides ont leurs molécules sphériques, ou à peu près sphériques. Car la plupart de ces corps, tels que la lumière, l'air... se réfléchissent toujours sous un angle égal à celui d'incidence. Or, il est prouvé qu'il n'y a que des molécules sphériques qui puissent se réfléchir de cette manière.

Chacune de ces molécules a un mouvement giratoire sur elle-même, parce que les centres des parties dont elles sont composées ne correspondent point aux centres de masse (*fig. 1, pl. 1*).

C'est ce mouvement giratoire qui leur donne la *force de répulsion*, les tient à l'état de liquidité, & leur fournit cette grande activité dont sont animés la plupart, tels que les acides.

§. VI. Les solides ont, comme nous venons de le dire, leurs molécules ou triangulaires, ou rhomboïdales, ou rectangulaires.

Mais lorsque ces solides, par l'action du feu,

passent à l'état de liquidité ou de vapeurs, leurs molécules deviennent sphériques.

Comment le feu peut-il produire cet effet ? nous l'ignorons (1).

§. VII. Ces deux espèces de corps formeront ce qu'ordinairement on appelle élémens, tels que le feu, l'air, la lumière, l'eau, la terre.

Ces élémens eux-mêmes conservent de l'activité, & ont une force propre, en vertu de laquelle ils s'uniront également, & se combineront suivant les loix des affinités, & les choix d'élection.

La figure des molécules de ceux de ces élémens qui sont capables de cristalliser, tels que l'eau, doit être ou triangulaire, ou rhomboïdale, ou rectangulaire : puisque nous avons vu, §. II, que les molécules de tout corps qui cristallise paroissent avoir une de ces trois figures.

Mais ces molécules en passant à l'état de liquidité deviendront sphériques par leur union avec le feu (§. VI).

§. VIII. Toutes les molécules de matières non-combinées, & tous les élémens qui en

(1) *Vid.* mon Mémoire sur la nature des liquides, *Journal de Physique*, 1786, avril.

sont formés , répandus dans l'espace , agiront les uns sur les autres , s'uniront un instant , s'éloigneront le moment suivant , se réuniront de nouveau , & enfin résultera une cristallisation générale de toute la matière existante.

Les molécules propres à faire des solides , se feront jointes en différens points de l'espace : des portions de fluides se feront combinées avec elles.

L'autre portion des fluides enveloppera ces masses solides , & remplira l'espace qui les sépare.

Là , auront été amoncelés des amas immenses de matières solides , pour former les globes lumineux.

Ici , d'autres amas considérables auront formé les globes opaques , les planètes & les comètes.

Peut-être y a-t-il d'autres grands corps , tels que l'anneau de Saturne , en supposant qu'il ne soit pas une réunion de petits globes.

Il se pourroit que les forces générales des molécules , qui forment ces grands globes , fussent dans un parfait équilibre , & se trouvasent toutes *in nifu* ; pour lors ces globes n'auroient aucun mouvement , ni de progression en ligne droite , ni de rotation sur eux-mêmes.

Si , au contraire , les forces de ces molécules

ne sont pas en équilibre, ces globes auront un mouvement. Il sera en ligne droite, si les directions des forces passent par le centre des masses : mais si cette direction des forces ne passe pas par les centres de masse, ce mouvement sera giratoire sur eux-mêmes, c'est-à-dire, qu'ils tourneront sur leurs axes, par l'action de cette force prépondérante d'une partie des molécules qui les composent. Ce mouvement pourra être en même tems progressif dans une ligne courbe (*fig. 1, pl. 1*), comme MN, tel est celui de tous les corps célestes, & de la terre en particulier (§. IV).

Les géomètres ont calculé l'effet de cette force qui fait tourner les globes sur leurs axes. Ils ont supposé qu'un choc quelconque avoit été appliqué aux globes, à une certaine distance du centre de ces masses, qu'ils ont estimée en portions de leurs rayons :

Pour Jupiter à $\frac{7}{19}$ de son rayon.

Pour Mars à $\frac{1}{418}$ de son rayon.

Pour la Terre à $\frac{1}{64}$ de son rayon.

Pour la Lune à $\frac{1}{110}$ de son rayon.

Les calculs ne sont pas faits pour les autres astres.

Mais quelle est la main qui auroit donné ces chocs ?

Il faut donc absolument que cette impul-

sion vienne des parties mêmes qui composent ces globes, c'est-à-dire, d'un mouvement giratoire & progressif qu'elles leur imprimeront.

Nous n'entrerons pas ici dans l'énumération de tous les corps célestes connus. Nous rappellerons seulement que Herschel, ayant calculé le nombre d'étoiles contenues dans un espace du ciel, de huit degrés de longueur, & de trois de largeur, en a trouvé 44 mille : d'où il a conclu qu'en supposant proportionnellement le même nombre d'étoiles dans toute l'étendue du ciel, il y en avoit 75 millions.

Mais si on fait entrer dans ce calcul les étoiles qui composent la galaxie, ou voie lactée, & les nébuleuses, le nombre de celles que nous pouvons appercevoir, fera bien plus considérable. Peut-être ira-t-il à plusieurs centaines de millions.

Et sans doute nous sommes bien éloignés de voir toutes celles qui existent, puisqu'on en apperçoit d'autant plus, que les télescopes qu'on emploie ont plus de force.

Notre soleil a un mouvement de rotation sur son axe; les étoiles en doivent avoir un semblable. Notre soleil se meut dans une ellipse dont le centre ne sort pas de sa masse; les étoiles doivent avoir le même mouvement.

Enfin, notre soleil a un mouvement progressif vers la constellation d'Hercule, par les 260° d'ascension, & 27° de déclinaison boréale.

Les étoiles ont de semblables mouvemens. On l'a déjà observé sur les principales; on a calculé que le déplacement d'arcturus par année est de plus de 80,000,000 de lieues.

Quant aux corps célestes opaques, nous ne pouvons distinguer que ceux qui sont autour de notre soleil. Il en est de deux espèces: les planètes & les comètes.

Elles se meuvent les unes & les autres autour de cet astre, dans des ellipses plus ou moins allongées: ces ellipses se changent même en épicycloïdes, parce que le soleil lui-même se meut dans une ellipse, & a un mouvement progressif vers les 260 degrés d'ascension, vers la constellation d'Hercule. Les ellipses décrites par les planètes & les comètes, se changeront donc en épicycloïdes, comme celle que la lune décrit autour de la terre, parce que cette dernière tournant autour du soleil, entraîne avec elle son satellite.

On ne connoît pas le nombre des comètes existantes autour de notre soleil. Les observateurs ont déjà calculé la marche de 83 (1). Sans

(1) Journal de Physique, 1794, pag. 210.

doute il en existe un bien plus grand nombre. Leurs volumes, leurs masses & leurs autres élémens sont encore inconnus.

Leurs ellipses sont très-allongées : c'est pourquoi elles ne paroissent qu'un tems très-court. Celle de 1682 achève sa révolution en 75 ans environ. Son année est par conséquent plus courte que celle de Herschel.

L'ellipse que parcourent les planètes est beaucoup moins allongée & rapproche du cercle.

Mais la nature ne faisant pas ordinairement de transitions brusques, il est vraisemblable qu'on verra des comètes dont les ellipses se rapprocheront de plus en plus de celles des planètes.

On connoît sept planètes principales, Mercure, Vénus, la Terre, Mars, Jupiter, Saturne, Herschel.

Et quatorze secondaires, la Lune, les quatre satellites de Jupiter, les sept satellites de Saturne, & deux satellites de Herschel.

Il est encore dans notre système solaire un autre corps opaque, l'anneau de Saturne, qui est divisé en deux parties. On ignore si ce sont réellement deux anneaux, ou si ce sont des petits globes très-proches les uns des autres.

Toutes ces planètes se meuvent dans des ellipses ou plutôt des épicycloïdes. Voici le

tems qu'elles employent à faire leurs révolutions.

Le Soleil, on l'ignore.				
Mercure	87 jours	23	14'	36"
Vénus	224	16	39	4
La Terre	365	5	48	48
Mars	686	22	18	27
Jupiter	4330	14	39	2
Saturne, 29 ans.	162	4	27	
Herschel, 83 . . .	29	8	39	

Les planètes secondaires se meuvent autour de leurs planètes principales. Voici le tems de leurs révolutions.

La Lune	27 jours	7	43'	11"
1. Satellite de Jupiter,	1	18	27	33
2. Satellite	3	13	13	41
3. Satellite	7	3	42	32
4. Satellite	16	16	32	8
Anneau de Saturne . .	0	10	32	0
1. Satellite de Saturne .	0	22	40	4
2. Satellite	1	8	53	9
3. Satellite	1	21	18	26
4. Satellite	2	17	44	51
5. Satellite	4	12	25	11
6. Satellite	15	22	41	16
7. Satellite	79	7	53	42
1. Satellite de Herschel,	8	17	1	19
2. Satellite	13	11	5	1

On a ensuite calculé la distance des planè-

tes principales au soleil. Voici ces distances moyennes.

Mercure	13,299,000 lieues.
Venus	24,851,885
La Terre	34,357,480
Mars	52,350,340
Jupiter.	178,692,550
Saturne.	327,748,720
Herfchel.	655,602,600

Les distances moyennes des satellites à leurs planètes principales, font pour,

La Lune	86,351 lieues.
1. Satellite de Jupit. environ	88,000
2. Satellite	140,000
3. Satellite.	222,000
4. Satellite	400,000
Anneau de Saturne	9,529
1. Satellite de Saturne	46,000
2. Satellite	59,000
3. Satellite	70,000
4. Satellite	90,000
5. Satellite	130,000
6. Satellite	300,000
7. Satellite	900,000
1. Satellite de Herfchel	105,000
2. Satellite	140,000

On a déterminé le volume de ces corps en prenant leurs distances.

Volume du Soleil	1,384,462.
de Mercure.	0,064,558.

Volume de Vénus	0,890,250.
de la Terre	1
de Mars	0,140,600.
de Jupiter	1281,000,000.
de Saturne	994,900,000.
de Herschel	80,490,000.
de la Lune	0,020,360.
du 1. Satellite de Jupiter.	
du 2. Satellite	
du 3. Satellite	
du 4. Satellite	
de l'Anneau de Saturne.	
1. Satellite	
2. Satellite	
3. Satellite	
4. Satellite	
5. Satellite	
6. Satellite	
7. Satellite	
1. Satellite de Herschel.	
2. Satellite	

Le volume de tous ces satellites est peu considérable.

On a encore calculé les masses de ces grands corps.

Masse du Soleil	351,886.
de Mercure	0,1688.
de Vénus	0,9500.
de la Terre	1.
de Mars	0,1025.
de Jupiter	330,60.
de Saturne	103,69.

Masse de Herschel	17,7400.
de la Lune	0,015,107.
du 1. Satellite de Jupit. . .	0,000,068.
du 2. Satellite	0,000,024.
du 3. Satellite	0,000,006.
du 4. Satellite	0,000,005.
de l'Anneau de Saturne.	
de son 1. Satellite	
du 2. Satellite	
du 3. Satellite	
du 4. Satellite	
du 5. Satellite	
du 6. Satellite	
du 7. Satellite	
du 1. Satellite de Herschel.	
du 2. Satellite	

Les masses de l'anneau de Saturne, de ses satellites & de ceux de Herschel, n'ont pas été déterminés.

La masse de toutes les planètes principales & secondaires de notre système, est donc environ 455, par conséquent la huit-centième partie de celle du soleil.

Nous ignorons les masses des comètes qui, vraisemblablement, sont beaucoup plus considérables que celles des planètes, puisqu'on dit avoir vu des comètes, qui paroissent presque aussi grosses que le soleil (il est vrai qu'elles étoient moins éloignées), & qu'il y en a un si grand nombre. Nous manquons de faits à cet égard.

Pour donner une idée de l'étendue de la portion de l'Univers que nous connoissons, rappelons au souvenir du lecteur, que la parallaxe de l'étoile la plus proche n'est pas d'une seconde. En supposant que la parallaxe de Sirius, l'étoile qui nous paroît la plus grosse, fût d'une seconde, sa distance seroit 206,265 fois plus grande que celle du soleil : par conséquent seroit de 7,086,740,000,000 lieues.

Son diamètre seroit de 34 millions de lieues, ou égal à la distance du soleil à la terre.

Qu'on calcule maintenant les planètes & les comètes qui doivent accompagner de si grandes masses.

A quelle distance seront donc les étoiles de dixième grandeur, & celles qui sont encore plus éloignées, & que nous verrions si nos télescopes avoient plus de force?

§. XI. Chacun de ces globes a une masse d'air qui lui forme une atmosphère plus ou moins étendue. Celle de notre soleil est visible jusqu'au-delà de l'orbite de Mars, comme le prouvent les phénomènes de la lumière zodiacale, & peut-être plus loin. Elle a par conséquent plus de 50 millions de lieues de rayon. Elle enveloppe ainsi les atmosphères de Mercure, de Vénus, de la Terre, de Mars, & des comètes qui passent dans ces régions. Mais sa portion non-visible s'étend

s'étend certainement à des distances beaucoup plus considérables peut-être, au-delà de Herschel.

Ces grands globes ont encore d'autres atmosphères qui les enveloppent : on ne peut douter que la terre n'ait une atmosphère magnétique, une atmosphère électrique, une atmosphère de matière de la chaleur, & peut-être une atmosphère du fluide lumineux. L'analogie porte à croire que tous les autres globes ont de semblables atmosphères, de fluide magnétique, de fluide électrique, de fluide calorifique, de fluide lumineux.

Tous ces fluides occupent l'espace qui est entre ces différens globes, sans laisser aucun vide qu'ils remplissent autant qu'ils peuvent : car tout fluide cherchant à se mettre en équilibre, coule dans les espaces qu'il trouve vides. Or, en supposant les molécules de ces fluides être sphériques, ou à peu-près sphériques, comme le sont celles de tous les fluides, il est prouvé géométriquement, que les espaces qu'ils occuperont seront $\frac{20}{27}$, & les vides qu'ils laisseront entre leurs molécules seront $\frac{7}{27}$ (1).

Néanmoins, ces différens fluides agiront facilement les uns dans les autres, sans que leurs

(1) Lesage de Genève.

actions mutuelles se nuisent comme je l'ai fait voir (1). Dans un même lieu, on peut exciter une grande variété de sons; il peut être illuminé de mille feux différens : des machines électriques, des barreaux aimantés, peuvent agir; les corps solides s'y meuvent également avec facilité: l'insecte exerce librement tous ses mouvemens au fond des mers, sans en remuer toutes les eaux.

§. X. Je pense que l'action qu'exercent ces globes les uns sur les autres, & que les géomètres physiciens désignent aujourd'hui avec Newton, sous le nom d'ATTRACTION, est due à ces fluides. Supposons un de ces fluides agissant sur ces globes en raison directe des masses, & de l'inverse des quarrés des distances, nous aurons l'explication physique de tous les phénomènes attribués à l'attraction, qui ne sera dès-lors envisagée que comme elle doit être, une *hypothèse mathématique*, dont les géomètres calculent tous les résultats. Newton lui-même a reconnu que l'atmosphère magnétique de la terre pouvoit influer sur les mouvemens de la lune : « *In his computationibus* » (*virium in lunam*) *attractionem magneticam terræ non computavi, cujus utique*

(1) Journ. de Physique, Avril 1786.

» *quantitas perparva est & ignoratur* », lib. 3, paragraph. XXXVII, probl. XVIII, corol. 10.

Je ne rechercherai point ici le mécanisme qui feroit agir ainsi ce fluide ; il me suffit de favoir que ce sont les loix que suivent dans leurs actions, tous les fluides, l'électrique, le magnétique, le lumineux dans la propagation de la lumière, l'air dans la propagation des sons. Les physiciens ne sauroient encore expliquer pourquoi l'action de ces fluides suit de telles loix. Mais ce sont des faits dont ils ont constaté l'existence. Ils partent de ces faits pour l'explication des phénomènes, en attendant qu'ils en aient des explications physiques. Par conséquent il faut regarder comme nulles, toutes les objections qu'on a faites (lorsqu'on combattoit les tourbillons de Descartes) contre la possibilité d'expliquer les actions des astres les uns sur les autres, par le moyen d'un fluide. Car, supposons que ce que Newton appelle *l'attraction magnétique* de la terre, fût aussi puissante sur la lune, que ce qu'il appeloit *l'attraction de la terre* ; cette force magnétique expliqueroit physiquement ce qu'on a exprimé jusqu'ici par le mot *attraction* : & ce qui prouve bien que ce grand géomètre n'entendoit, par le mot *attraction*, qu'une cause physique dont il calcu-

loit les effets, c'est qu'il se sert, en parlant du magnétisme, du même terme *attractionem magneticam*. Or, certainement il reconnoissoit l'existence d'un fluide magnétique.

Supposons de même autour du soleil, une atmosphère d'un fluide quelconque, magnétique, électrique, ou tout autre, qui agiroit en raison des masses & de l'inverse des quarrés des distances: il produiroit tous les effets attribués à l'attraction du soleil.

Enfin, si chaque planète, si chaque comète a de pareilles atmosphères, qui agissent de la même manière, ces atmosphères produiront tous les effets attribués aux attractions particulières de ces corps, & ces fluides pourront agir les uns dans les autres, comme nous venons de le voir.

Telle est la seule *explication physique de l'attraction*, que le philosophe puisse admettre: tandis que le géomètre continuera à regarder cette *attraction* comme une hypothèse dont il calculera tous les effets.

§. XI. Il est un autre terme qu'a employé Newton, pour exprimer un effet qui n'est pas moins général, que celui qu'il appeloit attraction. C'est la RÉPULSION. Il supposoit que les corps s'attiroient dans les grandes distances; mais que cette action changeoit, dès que leurs

molécules se touchoient, & qu'elles se repoussent alors par l'effet d'une action qu'il appela *répulsion*. Nous verrons que par ce mot il n'a voulu exprimer qu'un effet, comme par celui d'*attraction*, & que cet effet dépend également de l'action d'un fluide, celui du feu, ou matière de la chaleur, qui, s'insinuant continuellement entre les molécules des corps, cherche à les éloigner les unes des autres, & donne à leurs molécules un mouvement giratoire.

On conçoit très-bien qu'un grand nombre de molécules sphériques, qui ont un mouvement giratoire, doivent sans cesse se repousser comme le font les totons sphériques, ou toupies dont jouent les enfans, qui, dans leurs mouvemens curvilignes rapides se repoussent aussi-tôt qu'ils se touchent. Les molécules des fluides, que je suppose avoir un pareil mouvement giratoire, doivent donc paroître animées sans cesse d'une *force de répulsion*.

Il ne sera peut-être pas inutile de rappeler ici quelques idées générales sur la cristallisation. Il y a deux espèces de cristallisation.

Les unes s'opèrent par le moyen des dissolvans aqueux, soit que l'eau soit pure, soit que son action soit aidée par celle des acides, ou autres menstrues.

Les autres se font par le moyen du feu.

*DE LA CRISTALLISATION
PAR LES DISSOLVANS AQUEUX.*

§. XII. Tous les corps solides n'ont cette solidité que par l'action des forces de chacune de leurs molécules composantes, qui les portent les unes vers les autres. Elles s'arrangent sous telle ou telle forme, suivant leur figure particulière, & la nature de cette force.

La dissolution de ces corps par un fluide aqueux n'est autre chose que la séparation de ces mêmes parties, qui sont défunies par l'action du dissolvant (effet de son mouvement giratoire), qui est supérieure à la leur.

Mais leur force propre n'est pas détruite : & aussi-tôt que la force supérieure du dissolvant cessera par une cause quelconque, soit par le refroidissement, soit par le repos, soit par la diminution du volume... les parties du corps dissous, obéissant à leur force propre, se réuniront de nouveau, suivant les loix des affinités, les choix d'élection, & cristalliseront.

Les trois espèces de molécules, la triangulaire, la rectangulaire & la rhomboïdale, viennent se placer tantôt les unes à côté des autres, tantôt les unes sur les autres, suivant différentes loix

d'avancement, ou de retraite, & donnent toutes les formes connues.

La structure mécanique des cristaux est aujourd'hui une des plus jolies parties de la cristallographie, & d'autant plus intéressante, qu'on peut la soumettre au calcul.

Le géomètre fait voir comment telles & telles figures résultent de la position des différentes lames, qui éprouvent des avancemens ou des retraites, tantôt sur les bords, ou arêtes, tantôt sur les angles, tantôt sur les unes & les autres en même tems.

Les anciens avoient vu que les minéraux étoient composés de molécules semblables. C'est ce qu'Anaxagoras appeloit *homeomeris*.

Lucrèce & les autres philosophes, qui n'étoient pas assez instruits des grands faits de la nature, donnoient une fausse explication de l'idée d'Anaxagoras, en lui faisant faire l'application du principe des *homeomeris*, à chaque partie des êtres organisés.

*Ossa videlicet è paucillis atque minutis
Ossibus, sic & de paucillis atque minutis
Visceribus, viscus gigni* Lucret. lib. 1.

Ce n'a jamais pu être l'idée d'Anaxagoras, qui n'appliqua le principe des *homeomeris* qu'aux minéraux & aux substances salines.

La figure constante & déterminée des mo-

lécules des minéraux, a été reconnue, dans ces derniers tems, par les plus savans philosophes. Newton, en parlant de la double réfraction du spath calcaire, appelé cristal d'Islande, observe qu'il se divise toujours en molécules parallèles à un de ses côtés, par conséquent rhomboïdales, comme le cristal lui-même.

Bourguet de Neufchâtel en Suisse, dans ses *Lettres philosophiques sur la formation des sels & des cristaux*, imprimées en 1729, admet, page 52 & suivantes :

Des molécules triangulaires :

Des molécules rhomboïdales :

Des molécules cubiques :

Des molécules pyramidales tétraèdres.

Les molécules triangulaires composent, suivant lui, le cristal de roche, le diamant, le nitre.

Les molécules rhomboïdales composent la sélénite, le cristal d'Islande, les vitriols.

Les molécules cubiques composent le sel marin.

Les molécules pyramidales quadrilatères composent l'alun.

Mais c'est dans ces derniers tems que cette vérité a été mise dans tout son jour par les savans cristallographes, qui ont appliqué la géométrie à cette belle partie de nos connoissances.

*DE LA CRISTALLISATION
PAR LE FEU.*

§. XIII. Un grand nombre de substances cristallise par le feu, d'une manière aussi régulière, que celles qui cristallisent par l'eau.

Tous les métaux purs ou alliés, lorsqu'ils ont été fondus, & qu'on les laisse refroidir avec précaution, affectent une forme très-régulière. Cette figure est ordinairement le cube, ou l'octaèdre, quelquefois le tétraèdre.

Le soufre fondu & refroidi avec soin, cristallise également. La figure de ses cristaux est l'octaèdre.

Le phosphore cristallise en octaèdre.

Le verre lui-même cristallise par le feu.

Il est un grand nombre d'autres substances, que le feu fait également cristalliser, soit régulièrement, soit d'une manière confuse.

Plusieurs corps réduits en vapeurs par l'action du feu, cristallisent; tels sont le sel ammoniac, le cinabre, la chaux d'antimoine. . . .

La cause de la cristallisation par le feu, est la même que celle qui fait cristalliser par l'eau. Par son action violente, il brise l'union des différentes parties des corps qui sont soumis

à son action, comme le font les dissolvans liquides.

Mais aussi-tôt que l'intensité du feu diminue, la force de chacune de ces parties les rapproche suivant les loix des affinités; & elles affectent des formes propres & régulières, en suivant les mêmes loix qui opèrent les cristallisations par l'eau.

Il faut examiner maintenant si la cristallisation générale de la matière a été opérée par l'eau ou par le feu.

Observons d'abord que l'eau ne peut être liquide que par le feu, par conséquent toutes les cristallisations par l'eau supposent déjà un degré de chaleur quelconque.

D'ailleurs, on ne peut supposer l'eau un être simple. Elle est composée comme toutes les autres parties dites élémentaires. Cela suppose donc, que toutes les premières parties jouissent d'un mouvement propre, ainsi que nous l'avons dit, pour pouvoir composer les différens élémens.

Mais les différens globes étant formés par la réunion de ces parties diverses, ont-ils tous été primitivement cristallisés par les eaux? ou étoient-ils dans un état d'incandescence? Descartes, Léibnitz regardent la terre comme un soleil éteint & encroûté.

Ces soleils eux-mêmes avant que d'être lumineux, ont-ils été cristallisés par les eaux ?

On sent que la solution de ces questions est très-difficile pour nous, qui n'avons que de foibles analogies sur ces objets.

Mais nous ne pourrons donner de réponses satisfaisantes, à cet égard, relativement à la terre, qu'après avoir exposé nos idées sur sa théorie.

DE LA CRISTALLISATION DU GLOBE TERRESTRE.

§. XIV. Tous les corps qui composent notre globe, sont formés de différens élémens, le feu, la lumière, l'air, l'eau, le fluide électrique, le fluide magnétique, le fluide lumineux.... Ceux-ci sont composés eux-mêmes des premières parties de la matière. Ces élémens sont tous animés d'une force plus ou moins considérable, qui les rapproche, les fait combiner, les fait cristalliser (§. VII).

Le résultat de toutes ces cristallisations particulières a été le globe de la terre.

Cette vue générale ne suffit pas au géologue: il doit entrer dans les détails pour rendre raison de chaque phénomène. Quelques-uns s'expliquent heureusement par les connoissances

acquises : mais plusieurs sont encore enveloppés d'obscurités, qui ne pourront être levées que par les nouveaux faits que nous acquerrons ; il en est même, sans doute, dont les causes échapperont toujours aux hommes.

C'est cette tâche difficile que je vais essayer de remplir, d'après les principes que j'ai déjà exposés §. XII, sur cette matière.

Je vais les rappeler sommairement, parce qu'ils serviront à entendre les explications particulières des différens phénomènes que je donnerai. Mais ce ne sera qu'après l'exposition générale des faits que nous pourrons en discuter la théorie, & voir si quelques-uns de ces faits ne contredisent point mon hypothèse.

Je suppose que toute la matière qui compose notre globe a été liquide dans le principe ; cette liquidité est indiquée par la forme sphéroïdale de la masse totale, laquelle est entièrement conforme à la théorie des forces centrales.

Cette liquidité étoit aqueuse, c'est-à-dire, opérée par l'eau, & non par le feu.

Les parties les plus pesantes se sont réunies vers le centre du globe, & ont repoussé à la surface les plus légères.

Toutes ces substances ont cristallisé dans le

sein des eaux, qui par conséquent couvroient les plus hautes montagnes.

Les eaux se sont retirées.

Les continens ont paru.

Ces continens n'étoient composés que de terrains primitifs.

Les végétaux & les animaux terrestres ont été produits.

Les eaux ont ensuite formé les terrains secondaires, dans lesquels les débris des végétaux & des animaux sont amoncelés.

Les eaux ont continué de se retirer en laissant à découvert ces couches secondaires & tertiaires.

Voilà des faits incontestables.

Ce sont ces faits qu'il faut examiner en détail; savoir :

La cristallisation particulière de chaque substance minérale;

Celle des pierres simples ne contenant qu'une terre & un acide.

Celle des pierres contenant plusieurs terres.

Celle des pierres composées de plusieurs autres pierres.

Celle des substances métalliques minéralisées, ou non minéralisées.

Enfin celle des substances bitumineuses.

Nous rechercherons ensuite l'origine des

débris des êtres organisés, celle des substances inflammables fossiles, celle des feux souterrains, celle des tremblemens de terre.

Nous tâcherons enfin de découvrir la manière dont toutes ces substances particulières se sont arrangées entr'elles, pour former les montagnes, les vallées, les plaines.

*DE LA CRISTALLISATION
DES DIFFÉRENTES SUBSTANCES
MINÉRALES.*

§. XV. Je suis, je crois, le premier qui ait traité cette question dans toute son étendue (1). Pour l'éclaircir, autant qu'il nous est possible, il faut rappeler les différens procédés par lesquels on opère la cristallisation des substances salines. Celle-ci nous est plus connue, puisque nous l'opérons journellement dans nos laboratoires; les phénomènes, qu'elle nous présente, rendront sensibles ceux des cristallisations minérales, & nous ne pourrons pas nous tromper en ne nous écartant pas de l'analogie.

On doit distinguer deux espèces de cristallisations des sels :

(1) Principes de la Philosophie naturelle, première édition en 1777.

L'une qui s'opère dans de petites masses :

Et l'autre qui se fait dans des masses immenses de liquides ; chacune présente des phénomènes particuliers qu'il faut bien distinguer.

Lorsque la cristallisation se fait lentement par une évaporation insensible dans une petite quantité de liqueur , & dans un lieu très-tranquille où cette liqueur n'est point agitée , les molécules obéissent librement à la loi des affinités ; elles s'arrangent suivant les choix d'élection , & il se forme des cristaux très-réguliers. Leur volume sera d'autant plus considérable , que le tems de l'opération sera plus long.

Mais si l'évaporation est trop rapide , que la liqueur soit agitée , la cristallisation se fait confusément. On ne distingue plus les formes , & on n'obtient qu'une espèce de masse saline , dans laquelle on apperçoit néanmoins encore quelques rudimens de la cristallisation.

Ces facettes seront plus sensibles , si la cristallisation , sans avoir été assez lente , n'a cependant pas été précipitée ; on apperçoit pour lors quelques cristaux très-petits.

§. XVI. Mais plusieurs substances salines peuvent être mélangées , dissoutes par un menstrue commun , & cristalliser ensemble. Elles présentent des phénomènes différens , suivant la manière dont se fait la cristallisation :

& ceci nous intéresse particulièrement pour la formation des pierres composées.

En général les différentes substances salines exigent des quantités différentes de dissolvans pour être dissoutes, & pour cristalliser. Elles retiennent aussi plus ou moins d'eau de cristallisation.

Si plusieurs sels sont mélangés, & que leur cristallisation s'opère d'une manière précipitée, tous ces sels demeurent confondus, & forment un magma salin.

La cristallisation se fait-elle un peu moins précipitamment? ces sels affectent une cristallisation confuse, dans laquelle on distingue déjà quelques élémens de cristaux réguliers.

Mais ceux de ces sels qui exigent plus d'eau de dissolution que les autres, peuvent cristalliser les premiers, & affecter leurs formes propres. Leurs cristaux bien prononcés se trouveront mélangés dans la masse des autres, qui ne seront cristallisés que confusément.

Enfin si la cristallisation s'opère avec toute la lenteur nécessaire dans un liquide tranquille, chaque sel cristallisera séparément, & d'une manière régulière. Leurs cristaux seront distincts & groupés différemment en des lieux séparés.

§. XVII. Le travail des salpêtriers ou nitriers,

triers, présente ces détails avec beaucoup d'exactitude.

Lorsqu'ils lessivent les terres nitrifiées, ils en portent les lessives dans les chaudières & évaporent à grand feu; ils obtiennent une masse saline composée de différens sels cristallisés confusément; ces sels sont :

1^o. Le nitre commun à base d'alkali du tartre, ou potasse.

2^o. Le nitre à base de natron.

3^o. Le nitre à base de magnésie.

4^o. Le nitre calcaire.

5^o. Le sel marin à base de natron.

6^o. Le sel marin à base d'alkali du tartre.

7^o. Le sel marin de magnésie.

8^o. Le sel marin calcaire.

9^o. Le vitriol de magnésie.

10^o. Le vitriol calcaire, ou gypse.

11^o. La magnésie aérée.

.....

Or, parmi ces substances salines, le sel marin commun exige beaucoup d'eau de cristallisation; & les sels de magnésie & calcaire en exigent plus & cristallisent difficilement.

Pour séparer ces sels, on fait redissoudre toute la masse dans l'eau; on n'évapore que jusqu'à un certain degré déterminé par l'expérience.

Le sel marin cristallise le premier, & on l'enlève.

On met ensuite la liqueur dans des bassins. Le nitre cristallise confusément, mais on y remarque beaucoup de sel marin cristallisé en petits cubes, qui se trouvent enveloppés par le nitre.

L'eau-mère, qui demeure, contient les sels calcaire & de magnésie qu'on pourroit faire cristalliser si on vouloit.

Tel est le nitre dit de *la première cuite*.

On répète cette opération pour avoir le nitre de *la seconde cuite*; celui-ci contient encore beaucoup de sel marin, dont les cristaux cubiques sont plus visibles, parce que la cristallisation est plus lente.

L'opération répétée une troisième fois, donne du nitre assez pur, qui, néanmoins, contient encore un peu de sel marin.

Enfin, si on veut avoir du nitre parfaitement pur, il faut répéter l'opération une quatrième fois.

On voit dans toutes ces opérations le nitre & le sel marin cristalliser à des époques différentes. Dans la première, la cristallisation est toujours confuse, parce qu'elle est précipitée.

Si à la seconde opération, après avoir ôté

les fels calcaire & de magnélie , on ne faisoit évaporer la liqueur qu'à un certain degré, & qu'on laissât cristalliser les deux fels lentement, ils cristalliseroient séparément en beaux cristaux.

§. XVIII. Mais les cristallisations des substances salines opérées dans des masses immenses de liquides offrent des phénomènes bien différens de ceux que nous venons de voir. Ils ne sont pas encore parfaitement connus ; cependant en voici quelques-uns qui paroissent certains :

1°. Si dans une grande étendue d'eau, par exemple, dans un étang considérable, on jette dans un endroit particulier une quantité quelconque de substance saline, ce sel se dissoudra ; l'eau, qui correspond à ce local, en sera chargée, tandis que les autres parties de l'eau de l'étang ne contiendront aucune partie de ce sel ou au moins très-peu ; c'est ce que l'observation a fait voir, lorsque quelque convoi de sel a été submergé dans une grande masse d'eau à peu-près tranquille.

Si, par une cause quelconque, la cristallisation s'opère, il ne se déposera donc de ce sel que dans l'endroit où l'eau l'avoit dissous, & il ne pourra s'en déposer aucune portion dans le reste de l'étang.

Il faut convenir que si l'eau de cet étang étoit violemment agitée, & pendant un tems suffisant, la masse saline se répartiroit en entier dans la totalité de l'eau.

Ce que nous avançons ici, a lieu ordinairement dans la mer; car, ses eaux sont beaucoup plus chargées de sels dans les pays chauds que dans les pays froids; celles de la zone torride en contiennent environ huit fois plus que celles des zones polaires; & cependant celles-ci pourroient en tenir en dissolution la même quantité qu'en contiennent celles des pays chauds; car elles sont bien éloignées du point de la saturation.

Si on supposoit que les eaux des mers déposassent tous leurs sels, il y auroit donc une grande masse saline déposée dans les mers des pays chauds & très-peu dans celles des pays froids.

§. XIX. 2°. Si, dans une grande masse de liquide, il y en a des portions d'inégale densité, les plus pesantes gagnent toujours la partie inférieure du bassin où elles sont contenues. C'est ce que nous verrons en parlant de la température des mers. La partie des eaux qui est plus froide, se précipite au fond, & chasse à la surface, les portions qui sont plus chaudes.

La même chose a lieu pour les eaux qui sont chargées de substances salines; celles qui en

contiennent beaucoup en dissolution, sont plus pesantes. Elles gagneront donc le fond des bassins & chasseront à la surface celles qui n'en contiennent point, ou qui en contiennent peu.

Darcet rapporte une observation qui confirme cette vérité (1). « Il y a une fontaine d'eau » salée, à Salins, ville de Béarn. Une petite » rivière qui passe à côté, lorsqu'elle déborde, » se répand dans la fontaine, & en remplit » le bassin. Alors, pour séparer l'eau étrangère » que le débordement y a mise, on donne » le tems à celle du bassin de se reposer. En- » suite au jour indiqué par le magistrat, on » y jette un œuf, qui plonge jusqu'à ce qu'il » trouve la couche d'eau salée d'une pesanteur » supérieure à la sienne; & en même tems on » vide à force de bras, l'eau du bassin qu'on » jette dans le canal voisin, jusqu'à ce qu'on » apperçoive l'œuf flottant sur la surface de l'eau » salée ».

On voit donc que l'eau pas salée surnage à celle qui est salée, comme plus pesante.

La même chose doit avoir lieu dans les grandes mers; les eaux inférieures doivent être beau-

(1) Dissertation sur les Pyrénées, pag. 130.

coup plus salées que celles de la surface, & elles le font effectivement.

Le capitaine Ellis, dans un voyage qu'il fit dans les mers d'Afrique, plongea dans la mer un petit tonneau dont chacun des fonds est percé d'un trou. Ces deux ouvertures sont fermées par des valvules qui, jointes par une verge de fer qui traverse le tonneau, s'ouvrent & se ferment en même tems. On plonge le baril de manière que le fond inférieur soit celui qui permet à la valvule de s'ouvrir en dedans. L'eau qui pousse cette valvule la fait ouvrir & remplit le baril. Mais lorsqu'on le retire, les valvules se ferment, & on retire le baril plein de l'eau qui étoit à la profondeur où on l'a descendu. Cet instrument est de l'invention de Hales.

Ellis fit ses expériences proche de l'équateur; le résultat de ses observations a été :

A. Que l'eau de la mer devenoit plus salée & plus pesante à mesure qu'elle étoit prise à une plus grande profondeur.

B. La chaleur de l'eau diminuoit à mesure qu'on descendoit. Cependant, cette diminution s'arrêta à 650 brasses; la chaleur à cette profondeur, étoit de 53° de Fahrenheit, ou $9,7^{\circ}$ de Réaumur; à mille toises de profondeur elle fut la même; la chaleur de la surface étoit

de 84° Fahrenheit, ou 23° de Réaumur. *Voyage d'Ellis en Afrique ; journal économique*, 1754, avril, page 186.

§. XX. 3°. Lorsqu'on fait cristalliser confusément une masse saline sur une grande étendue, tels que les sels marins dans les marais salans, ils se déposent d'une manière à peu près uniforme sur toute la surface du terrain.

La cristallisation suivra même les petites inégalités, qui pourroient se trouver à la surface du terrain. Les couches se plieront à ces inégalités, en se relevant ou s'abaissant de manière à former des couches tantôt horizontales, tantôt inclinées.

Les couches seront plus épaisses dans les lieux où il y avoit plus d'eau, ainsi que dans ceux où elle étoit plus salée.

Si on fixe un petit mât, ou un petit bâton, au milieu de la cristallisation, il s'y attachera des masses salines qui cristalliseront d'une manière régulière, & s'élèveront au milieu de la liqueur qui cristallise confusément jusqu'à la surface.

C'est ce qu'on observe dans tous les marais salans, où les ouvriers s'amuse à placer des petits bâtons, pour obtenir de ces masses salines régulières.

§. XXI. 4°. Dans une grande masse d'eau qui tient beaucoup de sel en dissolution, les portions inférieures de cette eau en sont plus chargées que les supérieures, comme nous venons de le voir. Il se présente ici une question du plus grand intérêt en géologie.

Ce sel peut-il cristalliser au fond de l'eau ?

C'est-à-dire, la portion inférieure de l'eau peut-elle être surchargée de sel, au point de le laisser cristalliser, quoique la portion supérieure de l'eau n'en contienne qu'une petite quantité, ou même point ?

Nous voyons dans les cabinets de chimie, des bocaux contenant des sels en dissolution, les tenir long-tems dissous ; mais enfin les laisser cristalliser après un tems plus ou moins long, quoiqu'ils soient parfaitement bouchés & qu'ils ne puissent rien perdre par l'évaporation. Le repos seul & le tems opèrent ces cristallisations.

Le même phénomène a lieu pour les vins. Des bouteilles de vin parfaitement bouchées laissent déposer avec le tems beaucoup de tartre, lorsqu'elles sont en repos.

La même chose peut donc arriver à une grande masse d'eau qui tient les sels en dissolution & qui est en repos. Le sel peut s'ac-

cumuler dans sa portion inférieure & cristalliser par le repos.

§. XXII. Il y a des sels triples, quadruples... qui sont composés de plusieurs substances réunies, qui cristallisent ensemble d'une manière fort régulière. Bergman a fait une assez longue énumération de ces sels, *Sciagraphiz*, §. LXXV.

« Ils sont composés en général, dit-il, de » trois principes, & même davantage, tellement combinés que l'on ne peut les séparer par la cristallisation. En général, il distingue les sels composés par le nombre de leurs principes, soit que le même acide soit uni à plusieurs bases, soit que la même base soit commune à plusieurs acides; soit enfin qu'il y ait ensemble & plusieurs bases & plusieurs acides; delà naissent des sels triples, des sels quadruples... ».

La crème de tartre est composée d'acide tartareux & d'alkali végétal. C'est donc un sel neutre avec excès d'acide; néanmoins elle se combine avec un grand nombre de bases & forme des sels qui cristallisent très-régulièrement.

Avec le natron, elle forme le sel de seignette, ou sel tartareux de natron.

Avec l'alkali volatil, elle forme le sel tartareux ammoniacal.

Elle se combine aussi avec la terre calcaire,

la magnésie, la terre argileuse, & forme des sels qui cristallisent.

Combinée avec l'antimoine, elle forme le tartre stibié qui cristallise très-régulièrement.

Elle se combine également avec la plupart des autres métaux, & donne des sels très-réguliers.

Tous ces sels sont donc composés d'un acide, & de deux bases, savoir : l'acide tartareux, l'alkali de potasse, & l'autre base qu'on lui donne.

Nous avons quelques autres sels qui sont dans le même cas.

Les métaux nous présentent très-souvent des combinaisons de deux, trois, quatre, cinq substances, & même davantage, qui cristallisent très-régulièrement.

Le plomb combiné avec le bismuth donne des cristaux cubiques très-réguliers.

Le plomb, l'étain & le bismuth fondus ensemble, cristallisent.

Le soufre & l'arsenic combinés avec l'argent, donnent l'argent rouge, qui affecte un grand nombre de formes très-régulières, lesquelles dérivent du dodécaèdre à plans rhombes.

Le soufre, l'arsenic, le fer, le cuivre, l'argent combinés ensemble donnent l'argent gris,

dont les cristaux sont des tétraèdres très-réguliers,
& qui présentent beaucoup de modifications.

.....
Nous verrons que la même chose a lieu pour
la plupart des pierres.

Le fer spathique est composé d'un seul acide,
l'air fixe, & de deux bases, la terre calcaire &
la chaux de fer.

Le spath boracique est composé d'acide bo-
racique & de deux bases, la terre calcaire &
la magnésie.

L'appatit de l'Estramadure est composé
de plusieurs acides & de plusieurs bases (§.
CXXVI).

Il faut donc que toutes les parties réunies
des différentes substances qui cristallisent, soit
qu'elles soient homogènes, comme celles du
soufre, du phosphore, des métaux; soit qu'elles
soient composées de plusieurs autres, comme
celles des sels neutres à une seule base, ou à
plusieurs bases, affectent la figure d'une des
trois lames, la triangulaire, la rectangulaire &
la rhomboïdale, auxquelles j'ai rapporté la
figure primitive des *molécules constituant mé-
chaniquement* chaque cristal (§. II).

Nous allons faire l'application de ces prin-
cipes aux différentes cristallisations des sub-
stances minérales.

DE LA FIGURE DE LA TERRE.

§. XXIII. La figure de la terre est un des points fondamentaux de sa théorie, parce qu'elle suppose sa dissolution totale, & sa liquidité.

Les anciens philosophes avoient les notions les plus précises à cet égard. On en a une multitude de preuves; mais il suffit de parler de la base de la grande pyramide d'Egypte, qui étoit la quatre cent millième partie d'un grand cercle du globe. Cette pyramide a été construite au moins 907 ans avant l'ère vulgaire, d'autres disent que les pyramides de la haute Egypte ont été construites 3362 ans avant cette ère.

Dans toutes les hypothèses, elles sont bien antérieures à Eratosthène, Hipparque & toute l'école d'Alexandrie.

On a trois moyens pour déterminer la figure de la terre.

La théorie des forces centrales :

La mesure d'arcs du méridien à différentes latitudes :

La longueur du pendule.

§. XXIV. 1^o. Newton rechercha, d'après la théorie des forces centrales, quel devoit être le rapport de l'axe de la terre, & du diamètre

de l'équateur. Il supposa toutes les parties de matière s'attirer mutuellement, & que par conséquent toutes les parties du globe pesoient les unes sur les autres. Il trouva le rapport des deux diamètres comme 229 à 230. Ainsi la terre devoit être élevée sous l'équateur d'un deux cent trentième de son rayon.

Mais d'Alembert a fait voir depuis, qu'un même globe pouvoit avoir différentes figures, d'après un mouvement donné de rotation, sans que ses parties cessassent d'être en équilibre.

Laplace a prouvé qu'il n'y avoit que deux figures possibles pour un globe qui auroit une masse donnée, en supposant toutes ses parties en équilibre.

Il a trouvé que ces deux figures pour le globe de la terre, étoient celles-ci :

En supposant à la terre un mouvement de rotation sur son axe en 23 heures 56' 4", l'axe du pôle est au diamètre de l'équateur comme 1 est à 1,004334487. Ces deux axes sont par conséquent à peu-près dans le rapport de $231 \frac{7}{10}$ à $230 \frac{7}{10}$.

Le demi-axe du pôle est = 3260256 toises.

Mais la terre pourroit avoir une autre figure sans que ses parties cessassent d'être en équilibre. Il seroit possible que la rotation de la

terre sur son axe se fit en 2 heures 25' 17".

Et pour lors, le rapport des deux axes seroit comme 1 est à 689,519.

C'est-à-dire que la terre seroit prodigieusement aplatie aux pôles.

Maupertuis a supposé avec assez de probabilité, que plusieurs des étoiles que nous voyons disparoître périodiquement étoient très-applaties. La démonstration de Laplace rend l'hypothèse de Maupertuis encore plus vraisemblable.

§. XXV. 2°. Le second moyen qu'on a pour déterminer la figure de la terre est de mesurer es arcs du méridien à différentes latitudes. Ces mesures quoiqu'exécutées avec tout le soin possible, par des savans du plus grand mérite, n'ont pas donné des résultats exactement uniformes. On a donc été obligé de prendre des termes moyens. Voici les quantités auxquelles on s'arrête aujourd'hui :

Degré du méridien sous l'équateur,	56747 toises.
Degré du méridien à 45° de latitude,	57027
Degré du méridien sous le pôle,	57318

Lacondamine calcula, d'après ces mesures des arcs du méridien, quel devoit être le rapport des deux axes de la terre; il trouva que ce rapport étoit comme 303 à 304.

Il faut observer que le degré du méridien me-

suré en Laponie, sous le cercle polaire, par les académiciens François, Maupertuis & ses collègues, est de 57419 toises. Ce qui supposeroit que la terre est beaucoup plus applatie que ne le donnent les autres mesures des degrés du méridien faites en différens pays. Car, suivant cette mesure, le diamètre de l'équateur surpasse l'axe d'environ $\frac{1}{178}$, c'est-à-dire que l'axe & l'équateur sont dans le rapport de 177 à 178.

Aujourd'hui, tous les géomètres supposent qu'il y a eu erreur dans la mesure du degré faite en Laponie. Boscovich estime que cette erreur est de 167 toises; en sorte que le degré du méridien, sous le cercle polaire, n'est que de 57252 toises.

Il est cependant à remarquer que le résultat de Maupertuis & de ses collègues se rapporte avec celui que donne le pendule.

§. XXVI. 3°. Le pendule peut aussi servir à déterminer la figure de la terre; car, il est certain que plus le point où on fait l'observation est éloigné du centre de la terre, plus la verge du pendule doit être courte. Les observateurs ont déterminé la longueur de la verge du pendule à secondes sous les différentes latitudes. Elle est :

Sous l'équateur	36 pouces	7,21 lignes.
A la latitude de 45°	36 pouces	8,35
Sous le cercle polaire	36 pouces	9,09
Sous le pôle	36 pouces	9,41
A la latitude de Paris	36 pouces	8,67

La différence entre la longueur du pendule sous l'équateur, & celle à la latitude de Paris, est de 1,46 ligne, dont 0,86 pour la force centrifuge, & 0,60 pour l'effet de l'applatiffement.

Car il y a deux élémens qui influent sur la longueur du pendule :

1^o. L'exhaussement de la terre sous l'équateur : d'où il s'ensuit qu'un point de sa surface y est plus éloigné du centre.

2^o. La force centrifuge, qui est considérable sous l'équateur, & va en diminuant jusqu'aux pôles, ou elle est nulle.

On a calculé quelle devoit être la figure de la terre, d'après ces différentes déterminations de la longueur de la verge du pendule.

En partant de la mesure du pendule prise à 67° de latitude, par Maupertuis, on a trouvé le rapport des deux axes comme 180 à 181.

Lyons à la latitude de $79^{\circ} 50'$, au Spitzberg, a trouvé la longueur de la verge du pendule, 36 pouces 9,40 lignes; d'où on a conclu le rapport des axes comme 184 à 185.

Ce

Ce résultat diffère peu de celui de 177 à 178 que donne la mesure du méridien faite sous le cercle polaire par Maupertuis & ses collègues.

Les trois données que nous avons pour déterminer la figure de la terre, donnent donc des rapports différens.

La théorie des forces centrales donne 230 à 231.

Le pendule donne 184 à 185.

Les arcs du méridien donnent 303 à 304.

Les géomètres Anglois suivent les données de Newton de 229, à 230.

Les géomètres François s'en tiennent aujourd'hui à la dernière estimation, celle de la Condamine; & ils supposent que la terre est aplatie aux pôles d'environ une trois centième partie de son rayon.

Mais ils ont conclu des observations du pendule, que la terre n'étoit pas homogène, c'est-à-dire, que sa densité moyenne n'étoit pas partout la même, comme nous allons le voir.

Si on s'en tenoit à l'estimation que donne la longueur du pendule, il s'ensuivroit que la rotation du globe, lors de sa formation, étoit beaucoup plus rapide qu'elle n'est aujourd'hui; & par conséquent les jours plus courts.

Vu l'importance de la matière, je crois nécessaire d'éclaircir une chose qui induit fré-

quemment dans l'erreur ceux qui commencent à étudier ces matières. Ils pensent que le degré du méridien étant plus étendu aux pôles que sous l'équateur, la terre doit être relevée aux pôles & aplatie sous l'équateur.

Cela seroit ainsi, en supposant que les graves tendent toujours au centre de la terre; car on voit par la *fig. 2, pl. 1*, qu'en supposant la terre elliptique, & appelant CE , le rayon de l'équateur, & CP , le rayon du pôle, si un degré du méridien a plus d'étendue dans un endroit que dans un autre, le globe doit être relevé dans cet endroit, & aplati où l'arc est plus petit. Car l'arc me est plus petit que l'arc Ea .

Mais les graves ne tendent point au centre de la terre. Leur chute se fait toujours perpendiculairement à sa surface. Or, dans un corps ellipsoïde (*fig. 3, pl. 1*) les lignes prolongées verticalement de sa surface à son intérieur ne tendront pas vers un seul point central C , mais passeront par les courbes AaB , BbD , DcF , FdA .

Le grave E descendroit suivant la ligne EC .

Le grave M suivant la ligne Ma .

Le grave Q suivant la ligne Qa .

Le grave N suivant la ligne NO .

Le grave P suivant la ligne PB .

La nature de ces courbes est déterminée par les rayons osculateurs. Les géomètres appellent rayons osculateurs l'arc de cercle qui touche l'ellipse, & se confond avec elle sur un petit espace.

Cette figure de la terre conforme à peu près à la théorie des forces centrales, suppose que la terre a été liquide dans le principe pour obéir à ces forces. Aussi tous les géomètres supposent unanimement sa liquidité.

La figure de la terre dépend de sa rotation, qui s'achève en 23 heures 56' 4".

La cause de cette rotation est supposée par tous les géomètres, venir d'une force imprimée à la masse de la terre à une distance de son centre d'un soixante-quatrième de son rayon. Mais qui eut imprimé cette force, si elle n'étoit propre au globe ?

Je suppose donc que cette force est une suite des forces propres des élémens qui composent la terre. Ces forces particulières ne sont pas dans un équilibre parfait entr'elles. Mais il y a un excès d'un côté, ce qui produit la rotation de la masse totale sur son axe, & lui donne en même tems un mouvement progressif elliptique (§. IV), *fig. 1, pl. 1.*

*DE L'HOMOGÉNÉITÉ
DE LA TERRE,
ET DE SA DENSITÉ.*

§. XXVII. Les substances que nous connoissons à la surface du globe ne sont point homogènes. Ce sont des granits, des porphyres, des kneifs, des pierres magnésiennes, des schistes, des pierres calcaires, des matières bitumineuses, des substances métalliques.... différemment mélangées.

Mais l'intérieur de la terre est-il composé des mêmes matières? C'est une question à laquelle il nous est impossible de répondre.

Il sembleroit que les corps les plus pesans ont dû se précipiter les premiers; & cette opinion fondée sur les principes de physique est appuyée par quelques faits, comme nous allons le voir.

Pour parvenir à déterminer la densité de la masse du globe, il faudroit avoir la densité moyenne des substances qui le composent. Et nous ne pouvons avoir que celle des corps qui sont à la surface, & dans les petites profondeurs où nous avons pu pénétrer. Nous avons des tables de ces densités, ou pesanteurs

Spécifiques. Je vais rapporter en nombres ronds celles des principales substances qui forment des grandes masses.

Eau	1000
Granit	2800
Porphyre	2800
Kneiss	2800
Calcaires primitifs	2800
Calcaires secondaires	2750
Gypses	2300
Basaltes	2800
Bitumes	1300
Substances métalliques minéralisées . . .	8000

Mais toutes ces substances sont en différentes quantités à la surface de la terre, & dans les endroits où nous avons pénétré. On ne peut donc estimer leur densité moyenne que par approximation.

En n'ayant pas égard à la masse d'eau, j'estimerai la densité moyenne des autres substances de 3000.

Les géomètres ont recherché si la densité du globe étoit homogène : ils ont employé la longueur de la verge du pendule pour la déterminer. Car, il est certain que si sous le même parallèle, mais à différentes longitudes, la densité du globe n'étoit pas la même, la longueur de la verge du pendule y varieroit. Supposons que les couches du globe sous

Venise eussent une densité différente que sous Pékin, il est sûr que la verge du pendule n'y auroit point la même longueur. Or, cependant on n'y a point observé de différence sensible : d'où on a conclu que la densité étoit à *peu-près* homogène à la même latitude.

Mais cette densité souffre des variations à différentes latitudes : puisque le pendule est plus long aux pôles, qu'il ne devoit être d'après la théorie des forces centrales, & la mesure des différens arcs du méridien, comme nous l'avons vu, on en conclut que la densité de la terre y est plus grande. Il paroîtroit que cette densité va en diminuant depuis les pôles jusqu'à l'équateur.

Les calculs de la précession des équinoxes, ainsi que ceux de la rotation, prouvent également que la terre n'est point homogène, & que sa densité éprouve des variations.

D'autres observations ont fait croire que cette densité étoit plus considérable à l'intérieur du globe qu'à sa surface, ce qui paroît assez conforme aux loix de la gravité.

Les grandes montagnes dévient le fil à plomb, comme l'on fait. Bouguer a reconnu que Chimboraco y caufoit une déviation sensible. Lorsqu'il prenoit la hauteur des étoiles à 1753 toises de la montagne, il la trouvoit toujours diffé-

rente ; savoir trop grande de 8'' lorsqu'il opé-
roit au midi, & trop petite de 8'' lorsqu'il opé-
roit au nord ; au lieu que ces hauteurs n'étoient
pas affectées, s'il opéroit à 4572 toises de la
montagne.

Maskeline a également prouvé que la mon-
tagne de Schehallien en Écosse, dévioit le fil
à plomb de 5''8.

On a ensuite calculé la masse de ces mon-
tagnes. On a trouvé que Chimboraco est
7400000000 plus petite que la terre. Mais
quand on est placé à 1800 toises de son centre,
c'est-à-dire, 1800 fois plus près de ce centre
que de celui de la terre, son attraction devoit
être $\frac{1}{2000}$ de celle de la terre. Ainsi elle auroit
dû produire treize fois plus d'effet. Il est vrai
que Chimboraco ayant été un volcan, doit
renfermer des cavités, & que les matières dont
il est composé, ayant été en partie calcinées,
ont moins de densité : mais la différence ne
seroit pas aussi grande.

Le résultat de ces calculs a fait conclure à
Boscovich, qu'à quelques lieues au-dessous
de la surface du globe étoit un noyau sphé-
rique également dense jusqu'à quelques lieues
de cette surface. Car, dit Laplace d'après cette
hypothèse, si la terre dans son intérieur étoit
composée de parties aussi hétérogènes qu'à sa

surface, elles y feroient très - probablement rangées aussi irrégulièrement; & la loi de la pesanteur, loin d'être à *peu-près* uniforme de l'équateur aux pôles comme elle l'est, seroit assujettie à des irrégularités très-sensibles.

On a cherché à déterminer par approximation, cette densité moyenne de ce noyau. On a pris la densité des montagnes. On fait quelle est leur action pour dévier le fil à plomb, & quel est leur volume par rapport à celui de la terre.

Nous venons de voir que l'action de Chimboraco est treize fois moins considérable qu'elle ne devroit être, si sa densité étoit égale à celle de la terre. Il est vrai qu'on peut lui supposer des cavités, & que les substances dont elle est composée ont moins de densité que celles des autres montagnes. Néanmoins cela seroit encore insuffisant.

On a donc, par des approximations, supposé que la densité moyenne du noyau de la terre étoit plus considérable que celle des montagnes, & étoit quatre fois & demie plus grande que celle de l'eau. Elle seroit par conséquent environ un tiers plus considérable que celle des couches extérieures que nous avons vu être trois fois plus grande que celle de l'eau.

Mais je pense qu'il ne faut pas s'écarter de

la première opinion, que les couches intérieures du globe augmentent de densité, à mesure qu'elles s'approchent du centre de la terre; & qu'elles sont composées d'une manière à peu-près uniforme comme à sa surface, les plus légères & les plus pesantes se compensent mutuellement.

Mais tous ces résultats ne sont que des *à peu-près* qui exigent de nouvelles recherches.

Nous verrons (§. XXX), en parlant du magnétisme, que l'intérieur de la terre contient beaucoup de fer, qui a une assez grande pesanteur.

En supposant l'aplatissement de la terre d'un trois centième, les deux rayons de la terre seront 3262237 toises, 3273148 toises.

D'où il suit que la solidité de la terre est de 1230320000 lieues cubiques, les lieues étant de 2283 toises.

Sa surface est de 25772900 lieues quadrées.

Et sa pesanteur, en la supposant quatre fois & demie plus dense qu'un égal volume d'eau, sera égal à 9,959,364,000,000,000,000,000 livres, c'est-à-dire, près de dix millions de livres.

DU FLUIDE ÉLECTRIQUE.

§. XXVIII. Un fluide aussi abondant dans la masse du globe que l'est le fluide électrique, a dû influer plus ou moins sur sa cristallisation générale, & sur celle des différentes substances minérales en particulier. Mais nos connoissances sont si bornées à cet égard, que nous ne pouvons rien avancer de certain.

Les minéraux présentent trois états différens, par rapport à l'électricité.

1°. Les uns sont électriques par frottement, ou idio-électriques ; tels sont le succin (électron), le soufre, & la plupart des pierres transparentes.

2°. Les autres sont an-électriques, c'est-à-dire, ne s'électrifient point par frottement, mais reçoivent l'électricité par communication : telles sont toutes les substances métalliques.

3°. Enfin, des troisièmes sont pyro-électriques, c'est-à-dire, électriques par la chaleur ; telles sont la tourmaline, la topaze du Brésil, la topazé de Sibérie, le spath boracique, la calamine de Freyberg.

Mais ce qui nous intéresse ici particulière-

ment, est cette masse considérable de fluide électrique, qui paroît exister dans le globe & dans l'atmosphère terrestre. Les physiciens désignent cette masse par le nom de *réservoir commun*.

On doit présumer qu'il y a quelques portions du globe où le fluide électrique est plus accumulé que dans d'autres ; car nous voyons que la même chose a lieu pour le fluide magnétique. Nous savons d'ailleurs que les différens corps ne se chargent pas également d'électricité. Si, sur un isoloir, on place des terres, des pierres, des métaux, & qu'on les électrise, chacune de ces substances se chargera différemment d'électricité, en raison de sa capacité à la contenir. Les substances métalliques en seront plus chargées que les terres & les pierres. Parmi les pierres, les magnésiennes en sont meilleurs conducteurs que les autres.

On en doit conclure que, dans le globe, les terrains qui contiendront des substances métalliques à l'état de laisser passer l'étincelle, telles que les montagnes à filons, & les terrains qui contiendront plus de pierres magnésiennes, seront plus chargés d'électricité que les autres terrains.

Il paroît qu'il y a au nord beaucoup de filons, sur-tout du fer, à l'état de laisser passer

l'étincelle : ces filons serviront de conducteur au fluide électrique , dont une partie pourra s'échapper quelquefois dans ces régions , & se verser dans l'atmosphère. Les eaux , les fleuves peuvent encore produire les mêmes effets.

Tandis que dans d'autres instans l'électricité de l'atmosphère se transmettra au globe , par le moyen de ces mêmes filons , & des eaux.

Le même phénomène se présente chaque jour dans la foudre ascendante , qui de la terre gagne l'atmosphère , & la foudre descendante , qui de l'atmosphère se communique à la terre.

Cette communication qu'a le fluide électrique du globe terrestre avec celui qui est dans son atmosphère , s'étend-elle jusqu'au fluide électrique qu'on pourroit soupçonner dans les autres globes , la lune , les planètes , les comètes , les soleils , et dans les fluides intermédiaires ? Nous n'avons aucunes notions sur ces objets ; mais l'analogie feroit soupçonner que tous ces fluides se communiquent.

Une autre question qui se présente , est de savoir si le fluide électrique entre comme principe constituant dans les minéraux & dans les corps organisés. Nous n'avons point de faits positifs ni d'expériences directes qui puissent nous décider à prononcer sur cette matière ;

mais l'analogie paroît faire présumer que ce fluide est un des principes constituans des corps : car nous voyons tous les autres fluides se combiner. Il est donc conforme à l'analogie que celui-ci entre dans les mêmes combinaisons.

Il paroît même que le fluide électrique peut servir à la calcination des substances métalliques. On a calciné des métaux par l'étincelle électrique, même dans le vide de la machine pneumatique (1).

On croit encore qu'il peut influer sur la cristallisation des substances salines. Quelques expériences paroissent le faire présumer.

Par conséquent il influeroit aussi sur la cristallisation des substances minérales.

Mais ces apperçus exigent de nouvelles expériences.

La nature du fluide électrique n'est pas connue. Il brûle comme le feu ; il est lumineux comme la lumière ; il détonne comme l'air inflammable ; il est sensible au tact, à l'odorat . . . Il est par conséquent plus grossier que le feu, le fluide lumineux, la matière de la chaleur . . .

J'ai supposé qu'il a beaucoup d'analogie avec

(1) Journal de Physique 1788.

l'air inflammable (1), quoiqu'il ait quelques propriétés différentes, comme d'être plus subtil.

Æpinus suppose deux fluides électriques; mais il ne l'a pas prouvé.

DE L'AURORE POLAIRE.

§. XXIX. Ce phénomène appartient plutôt à la météorologie qu'à la théorie de la terre. Mais comme ce qui se passe dans l'atmosphère doit affecter le globe lui-même, j'ai cru qu'il falloit faire mention de ce météore.

L'aurore polaire est une lumière vive, qui paroît dans l'atmosphère vers les pôles de distance à autre, mais sans époque fixe. Mairan a fait un recueil des observations les plus exactes qu'on ait sur les aurores boréales, & il en résulte qu'elles ont été beaucoup plus fréquentes dans certaines années, dans certains siècles que dans d'autres. Mais on ne peut établir aucune règle certaine à cet égard, parce qu'il n'y a pas assez de tems qu'on fait des observations exactes sur ces sortes de phénomènes.

(1) Essai sur l'air pur, &c.

Cette lumière est peu vive dans nos climats : sa couleur est ordinairement rouge , ou rouge orangée.

Mais vers les pôles , sur-tout pendant les longues nuits de leur hiver , cette aurore est un phénomène météorologique de la plus grande beauté. Elle se prolonge souvent comme un grand nuage , jetant une grande masse de lumière , sous forme de jets de feux colorés des plus vives couleurs. Quelquefois elle a la forme d'un arc-en-ciel ; d'autres fois c'est une grande masse lumineuse , d'où partent des jets enflammés.

Ces jets de lumière sont même souvent accompagnés de pétilemens , comme des étincelles électriques.

Tous ces faits paroissent ne laisser aucun doute que l'aurore polaire ne soit un phénomène électrique. Des nuages différens , fortement électrisés , les uns positivement , les autres négativement , venant à se toucher , se soutirent des étincelles.

Dans les climats chauds & tempérés , les nuages électrisés positivement se déchargent facilement par le moyen des eaux & des terrains humides. Mais dans les zones glaciales , les glaces & les neiges sont de mauvais con-

ducteurs du fluide électrique. Il doit donc s'accumuler dans les nuages (1).

Mais nous avons vu que les filons métalliques sont conducteurs de l'électricité (§. XXVIII) ; & comme ils sont très-abondans vers les pôles, ils peuvent servir tantôt à soutirer le fluide électrique de l'atmosphère, tantôt à y en verser. Ces filons contribueroient peut-être ainsi à la formation des aurores polaires ; car indépendamment des étincelles que se soutirent des nuages électrisés positivement & négativement, il n'est pas douteux que souvent l'aurore polaire est produite par le fluide électrique, qui de l'atmosphère passe dans le globe, ou qui du globe passe dans l'atmosphère, comme cela a lieu dans la foudre ascendante & descendante.

Les nuages d'où part l'aurore polaire étant souvent très-élevés, se trouvent dans un air raréfié : l'électricité s'y répand avec diffusion, & donne cette lumière vive & diffuse, telle que nous l'obtenons avec nos appareils, sous la cloche de la machine pneumatique dans un air rare.

Les couleurs différentes qui se manifestent dans l'aurore polaire, sont dues aux réfractions

(1) Franklin, Journal Physique, 1779, juin.

qu'éprouve

qu'éprouve la lumière dans l'air nébuleux de ces régions froides.

Les phénomènes de l'aurore polaire paroissent se passer dans l'atmosphère de la terre.

Et comme on a vu la même aurore boréale à de très-grandes distances, on a cherché à déterminer, par ce moyen, la hauteur de notre atmosphère.

Le 18 du mois d'octobre 1786, on vit une aurore boréale à Rome & à Paris, éloignés de trois cents lieues. Le calcul a fait voir qu'il falloit qu'elle fût à la hauteur de 266 lieues pour être apperçue de ces deux endroits au même instant.

Le 15 février 1730, on vit une aurore boréale à Genève & à Montpellier : d'où on a conclu que sa hauteur devoit être à cent soixante lieues.

Le 8 octobre 1731, on en vit une autre à Copenhague & à Breuillepont, proche d'Evreux : d'où on a calculé que sa hauteur étoit à deux cent cinquante lieues.

Ceci a fait conclure à Mairan que la hauteur de l'atmosphère avoit au moins trois cents lieues.

DU FLUIDE MAGNÉTIQUE.

§. XXX. Il ne fera point ici question de la manière dont agit le fluide magnétique ; nous ne le considérerons que dans ses rapports avec le globe terrestre.

Ce fluide paroît agir dans la direction des méridiens d'un pôle à l'autre. On a distingué, relativement à cette action, les deux pôles sud & nord, parce qu'une des deux pointes de l'aiguille se dirige toujours à-peu-près au nord, & l'autre au sud.

On distingue particulièrement deux phénomènes dans l'action qu'exerce le magnétisme sur l'aiguille ; l'une est l'inclinaison, & l'autre est la déclinaison.

§. XXXI. Si, dans nos contrées, on place l'aiguille sur un bain de mercure, on voit que son pôle nord s'incline beaucoup à l'horizon, & le pôle sud s'élève au-dessus du niveau du mercure. C'est ce qu'on appelle *inclinaison* de l'aiguille.

Cette inclinaison varie, suivant les latitudes. Il paroîtroit d'abord que sous l'équateur, à une égale distance des pôles, l'inclinaison devroit

être nulle. Cela feroit , si la force magnétique étoit égale aux deux pôles. Mais il paroît qu'en général elle est plus considérable au pôle sud ; car l'aiguille s'incline au sud bien en-delà de l'équateur par les latitudes boréales.

Cette inclinaison augmente ensuite à mesure qu'on approche des pôles.

Bayli a vu l'inclinaison de $73^{\circ} 32'$ par les $47^{\circ} 50'$ de latitude australe & 131° de longitude.

Phipps l'a trouvée de 82° par les $79^{\circ} 44'$ de latitude boréale , & 26° de longitude. C'est la plus grande inclinaison qu'on ait encore observée.

§. XXXII. Mais la direction de l'aiguille n'est pas toujours précisément vers les pôles. Elle s'en écarte plus ou moins dans la plupart des contrées. C'est ce qu'on appelle DÉCLINAISON. Cette déclinaison varie chaque année.

Les physiciens , & sur-tout les navigateurs , ont fait un grand nombre d'observations pour constater la direction de l'aiguille à différentes latitudes & à différentes longitudes. Mais ce travail est encore bien éloigné de sa perfection. La plupart des voyageurs n'avoient point les connoissances nécessaires pour faire , avec soin , ces observations , & les boussoles n'étoient pas assez bien construites pour ne pas

laisser une grande latitude à l'erreur : & même aujourd'hui qu'elles sont plus perfectionnées, on ne peut pas répondre d'une erreur de deux ou trois degrés. Néanmoins, je vais rapporter celles de ces observations qui paroissent les plus exactes.

En 1580, la direction de l'aiguille, à Paris, étoit à $11^{\circ} 30'$ à l'est.

En 1610, elle étoit à 10° à l'est.

En 1666, elle étoit précisément au pôle.

Elle avoit par conséquent, en quatre-vingt-six ans, avancé de $11^{\circ} 30'$ vers le nord.

Elle demeura à-peu-près stationnaire quelque tems. Mais en 1670, elle déclinait déjà de $1^{\circ} 30'$ à l'ouest. Cette déclinaison s'est soutenue; & à la fin de 1793, elle étoit de $22^{\circ} 50'$ à l'ouest.

Cette marche n'a pas toujours été uniforme. Elle a été plus rapide pendant quelques années, plus retardée dans d'autres; &, depuis 1769, elle paroît se ralentir; elle a même été rétrograde quelquefois.

Cette déclinaison a donc parcouru $34^{\circ} 20'$ en deux cent treize années, c'est-à-dire, depuis 1580, où sa direction étoit à $11^{\circ} 30'$ à l'est, jusqu'en 1793, où sa direction étoit de $22^{\circ} 50'$ à l'ouest.

D'où on conclura que si elle suit la même marche proportionnellement, elle emploiera deux mille deux cent trente-trois années pour parcourir 360° , & revenir à l'est à $11^{\circ} 30'$, où elle étoit en 1580.

Mais cette déclinaison suivra-t-elle la même progression, & parcourra-t-elle les 360° ? C'est ce que nous ignorons; & ce qui ne paroît pas vraisemblable.

Un des phénomènes qui intéresse le plus le géologue, est que cette déclinaison varie dans les différens points de la surface de la terre.

Dans certains endroits, elle décline à l'est.

Dans d'autres, elle décline à l'ouest.

Enfin, il est des contrées où la direction de l'aiguille est précisément vers les pôles. C'est ce qu'on appelle BANDES SANS DÉCLINAISON.

Différens physiciens ont tracé sur la surface du globe plusieurs de ces bandes sans déclinaison. Halley est un des premiers qui ait entrepris ce travail.

Wilcke, en 1768, traça une nouvelle carte de ces variations, que Monnier a fait réimprimer dans les mémoires de l'académie de Paris, en 1772.

Mourtain & Dodson en ont donné une autre, fondée sur plus de cinquante mille observations.

Buffon a fait un relevé d'un grand nombre d'observations, & a donné une nouvelle carte de déclinaison en 1785.

Mais les observations ne sont point encore assez multipliées pour avoir des résultats exacts. Il faudroit qu'on les fît dans les différentes parties de la terre, & en un très-petit nombre d'années, puisque la déclinaison varie chaque année. Il seroit sur-tout essentiel de les multiplier sur les continens, où on pourroit les faire avec plus d'exactitude que sur un vaisseau.

En 1600, au cap des Aiguilles, à l'extrémité méridionale de l'Afrique, par les 38° de longitude, la direction de l'aiguille étoit au pôle, & par conséquent sa déclinaison nulle.

En 1638, la déclinaison de l'aiguille étoit nulle à Vienne en Autriche, par les 34° 30' de longitude.

En 1657, la déclinaison étoit nulle à Londres, par les 17° 34' de longitude.

En 1666, elle étoit nulle à Paris, par les 20° de longitude.

On voit quels changemens a éprouvés cette bande sans déclinaison.

Aujourd'hui on ne trouve cette bande sans déclinaison que bien loin à l'occident de ces

contrées, par les 344° de longitude environ.

C'est cette ligne que j'appellerai *la première bande sans déclinaison*. (pl. III.)

La déclinaison de l'aiguille est à l'ouest dans toutes les régions situées à l'ouest de cette ligne; savoir, l'Europe, l'Afrique, & l'Océan Indien, jusqu'aux îles de la Sonde.

Une *seconde bande sans déclinaison* se trouve dans ces régions; mais il est assez difficile de la déterminer exactement.

Niébuhr (*Description de l'Arabie*) rapporte qu'en 1753, sur la côte de Malabar, à Saint-Jean, proche Surate, la déclinaison de deux bouffoles marquoit l'une $2^{\circ} 54'$, & l'autre $3^{\circ} 45'$ à l'ouest.

D'où on peut conclure qu'au cap Comorin elle étoit à-peu-près nulle.

Wilcke, en 1768, dans sa carte des bandes sans déclinaison, en trace une qui commence à Kola, capitale de la Laponie Russe, par les 50° de longitude, & 65° de latitude, & qu'il prolonge jusqu'au cap Comorin par les 95° de longitude, & par les 8° latitude nord.

Je ne connois point les observations faites dans le continent de l'Asie & de l'Europe depuis le cap Comorin jusqu'à Kola. Mais il paroît qu'aujourd'hui la bande sans déclinaison

naïson, sur l'Océan Indien, est à l'orient du cap Comorin.

Wilcke marque une autre bande sans déclinaison, qui passe par les Philippines, & s'étend du côté de la Nouvelle-Hollande.

Nous devons à Cook & à plusieurs autres voyageurs modernes les observations les plus précieuses sur la direction de l'aiguille dans les diverses contrées qu'ils ont parcourues.

Il paroît, par les observations de Cook, qu'en 1780 cette bande sans déclinaison commençoit aux 122° & 123° de longitude, & les 1 , 2 , 3 , & 4° de latitude boréale entre Sumatra & Bornéo. Il a encore trouvé cette même bande à 140° de longitude, & 2° de latitude.

Bougainville, en 1766, avoit aussi trouvé cette déclinaison zéro par les 149 & 151° de longitude, & 1 ou 2° de latitude australe.

Cook a suivi cette bande sans déclinaison jusques sur les côtes du Japon & l'île de Soufre par les 40° de latitude, & 160° de longitude, en passant à l'occident des îles Mariannes.

Cette bande a été suivie dans l'hémisphère austral jusqu'à 44° de latitude australe, & 156° de longitude, qu'elle fut observée par Fureau le 6 mars 1773.

Cette bande formeroit donc une espèce de

courbe dont le sommet fera auprès de Sumatra sur l'équateur, & une des branchess'étendrait d'un côté vers le Japon, & l'autre vers la Nouvelle-Hollande.

Le sommet de cette bande sans déclinaison vers Sumatra seroit éloigné de la première de 138° , & ses branches de 180 à 190° aux latitudes de 40° .

Mais différentes observations, comme nous venons de le voir, paroissent prouver que cette bande peut se soutenir sous l'équateur sans déclinaison pendant un grand espace, peut-être 20 à 30° de longitude.

Les voyageurs ont reconnu une troisième bande sans déclinaison, où l'aiguille est tournée aux pôles. C'est dans la mer du sud, par les 252° de longitude, depuis trois ou quatre degrés de latitude nord jusqu'à environ 55° de latitude australe, qu'elle a été reconnue par Bougainville.

Cette troisième bande ne seroit par conséquent éloignée que d'environ 100° de la première à l'orient, & 110° de la seconde à l'occident.

Je vais rapporter les observations des voyageurs qui ont déterminé l'existence de ces bandes; elles sont rapportées au méridien de l'île de Fer.

Première bande sans déclinaison.

	Déclinaif. à l'est.	latitude boréale.	longitude [île de Fer].
Gerard de Brahm ,	1° 35'	30° 30'	294° 55'
en 1777.	1 30	33 30	300
	0 0	35 30	302 35
1771.	1 45	34 38	303 38
en 1774.	0 15	27 37	315 47
	0 45	14 31	327 9
Fleurieu, 1769, 28 avr.	0 0	14 45	329 55
	Déclinaif. à l'ouest.	latitude boréale.	
28 juill. 1771.	0 0	35 38	304 51
1774.	0 30	29 9	317 24
	Déclinaif. à l'est.	latitude australe.	longitude.
Cook, 5 sept. 1776.	0 5	6 45	344 43
6 sept.	0 7	7 18	343 28
11 sept.	0 12	14 11	342 46
13 sept.	0 40	16 12	342 15
29 sept.	0 40	29 29	348 23

Seconde bande sans déclinaison.

	Déclinaif. à l'est.	latitude boréale.	longitude.
Cook, 1 févr. 1780.	0° 25'	1° 4'	123° 8'
30 janv. 1780.	0 36	3 37	122 28
	0 2	19 25	131 25
	0 6	1 57	139 39
	0 6	21 56	148 39
	0 24	22 14	148 41
Cook, décemb. 1777.	0 23	40 2	160 35
Cook, 19 nov. 1779.	0 41	22 14	148 41
	0 48	35 24	159 35

	Déclinaif. à l'est.	latitude australe.	longitude.
	1° 55'	0° 17'	151° 58'
Bougainville, 1766.	0 40	1 52	149 53
	0 22	4 29	144 53
	0 43	9 15	122 29
Fureau, 6 mars 1773.	0 55	43 36	156 17.

Troisième bande sans déclinaison.

	Déclinaif. à l'est.	latitude australe.	longitude.
Byron, 15 octob. 1765.	0° 0'	21° 10'	253° 18'
Bougainville, 1766.	0 39	23 24	266 0
Cook, 30 mars 1774.	1 27	9 24	251 34
2 octob. 1774.	1 28	54 56	252 25

Ces observations ont été confirmées par les derniers voyageurs; je me contenterai de rapporter celles du capitaine Dixon, qui a fait le tour du globe en 1785, 1786, 1787, & 1788, sur le *King-George*: & *Queen-Charlotte*.

Tables de déclinaisons observées par Dixon en 1785, 1786, 1787, 1788.

	latitude nord.	longitude. [Ile de Fer.]	Déclinaif. ouest.
1785 octobre 30.	13° 20'	354° 26'	9° 20'
novembre 1.	10 6	355 15	10 16
6.	7 14	355	11 2
9.	5 28	356 10	9 30
14.	1 22	356	9 26
	latitude sud.		
17.	1 27	351 30	5 58
23.	11 28	346 5	2 58
26.	17 environ	343 30	0

		latitude sud.	longitude.	Déclinass. est.
1785 décembre	1.	23° 12'	341° 10'	3° 38'
	5.	25 26	338 50	5 25
	8.	29 39	334 55	6 15
	12.	34 36	332 21	11 16
	16.	38 35	328 41	14 1
	23.	46 24	323 54	15 35
	27.	48 35	324 4	19 26
1786 janvier	25.	52 40	314 51	25 0
février	2.	58 9	312 35	25 36
	6.	60 5	307 55	26 10
	9.	59	304 17	27 15
février	10.	58 2	303 36	28 35
	18.	55 31	295 0	26 20
mars	2.	50 16	293 49	17 2
	14.	42 45	292 47	13 50
	23.	34 08	286 38	9 17
	29.	28 2	279 57	6 30
	31.	25 8	275 39	5 0
avril	6.	17 32	270 21	3 44
	14.	8 44	264 36	4 27
		latitude nord.		
	21.	2 35	261 0	5 0
	28.	7 20	259 11	5 15
mai	8.	17 4	247 33	5 50
	12.	20 3	242 53	6 17
	30.	20 45	220 49	8 0
juin	14.	23 10	216 45	10 9
	20.	30 06	216 49	15 10
juillet	1.	41 31	225 24	17 20
	10.	51 24	227 55	19 30
août	15.	59 23	227 31	24 30

DE LA TERRE.

77

	latitude nord.	longitude.	Déclinaif. est.
1786 août 27.	59° 0'	231° 47'	28° 10'
septembre 7.	58 5	239 42	24 0
19.	51 56	244 13	24 18
29.	49 15	249 55	20 0
octobre 5.	44 6	246 26	19 25
27.	32 27	232 3	11 46
31.	29 05	229 31	9 27
1787 avril 5.	46 50	227 10	18 10
14.	55 37	230 56	19 34
16.	58 9	230 54	19 0
mai 16.	59 23	232 10	29 38
juin 12.	57 3	241 54	27 59
juillet 1.	55 22	243 30	24 27
5.	53 48		24 28
août 16.	41 40	246 30	16 16
25.	27 37	237 22	9 18
28.	24 4	234 24	8 37
29.	23 21	233 24	6 6
septembre 21.	18 23	216 17	8 0
24.	13 56	213 28	8 10
28.	13 41	205 55	8 43
octobre 5.	13 47	195 7	12 0
11.	13 5	185 24	12 10
18.	13 22	171 24	8 21
octobre 20.	14 1	167	7 15
23.	15 25	161 3	5 34
29.	19 2	147 46	1 25
			Déclinaif. à l'ouest.
1788 février 15.	16 33	131 18	2 17
23.	5 31	122 34	0 22
avril 19.	21 45	86 6	16 15

		latitude nord.	longitude.	Déclinaif. à l'ouest.
1788	avril 28.	27° 0'	71° 36'	19° 30'
	30.	28 9	67 00	21 0
	mai 2.	29 17	64 42	24 35
	15.	36 7	41 9	24 12
	juin 2.	30 48	29 12	21 13
	16.	16 18	13 32	16 2

Ces observations de Dixon, faites dans trois années consécutives, nous retracent les trois bandes sans déclinaison.

Il a passé sur la première au 26 novembre 1785, par les 17° de latitude australe, & 343° de longitude.

Il traversa la troisième au mois d'avril 1786 par les 17° de latitude australe, & les 270° de longitude.

Enfin, il passa la seconde au mois de février 1788 par les 5° de latitude nord, & 122° de longitude.

On voit les grandes variations qu'a éprouvées l'aiguille à d'assez petites distances.

Ces observations présentent encore un phénomène intéressant.

Depuis le 31 mars 1786, par les 25° de latitude nord, & les 276° de longitude, la déclinaison s'est soutenue à - peu - près à 5° jusqu'au 8 mai par les 17° de latitude sud l'es-

pace de 30° ou 750 lieues. Il est vrai que la latitude a beaucoup changé.

Mais depuis le 28 août 1787, par les 24° de latitude, & 234° de longitude jusqu'au 28 septembre, par les 14° de latitude, & 205° de longitude, la déclinaison s'est soutenue à environ 8° l'espace de 28° de longitude, ou 700 lieues, dans une latitude de 10° .

Nous avons vu que la même chose paroît avoir lieu relativement à la seconde bande sans déclinaison, qui paroît se soutenir sous l'équateur pendant 20 à 30° de longitude.

D'où on doit conclure que la déclinaison peut se soutenir à-peu-près la même dans une grande étendue de terrain.

La plus grande déclinaison, observée par Dixon, est de 30° ; mais il y en a de plus considérables.

La Peyrouse & de l'Angle, le 21 juillet 1782, trouvèrent la déclinaison de 45° par les 62° de latitude nord, & 318° de longitude entre le Groenland & le Labrador.

Cook a trouvé la déclinaison de $43^{\circ} 6'$ en février 1773, par les 60° de latitude australe, & 112° de longitude.

Quelques voyageurs font mention de déclinaisons encore plus considérables.

La conclusion que nous devons tirer de

tous ces faits, est, 1°. qu'il ne paroît exister aujourd'hui que trois bandes principales sans déclinaison.

La première a été observée à 35° de latitude boréale, & 303° de longitude.

Elle descend jusqu'à 14° de latitude, & se coude jusqu'à 329° de longitude.

On ne l'a pas encore observée sous l'équateur; mais par les 350° de longitude à zéro de latitude, la déclinaison a été trouvée de 4° 25' à l'ouest.

A 6° 45' de latitude australe, 344° 45' de longitude, Cook a trouvé la déclinaison zéro en septembre 1776. Cette bande s'est soutenue à zéro jusqu'à 30° de latitude, & 348° de longitude.

Cette bande paroît encore se prolonger plus loin vers le pôle austral.

Mais au nord, elle paroît s'incliner beaucoup à l'ouest, puisque la Peyrouse & l'Angle, à 62° de latitude boréale, & 318 degrés de longitude, ont trouvé la déclinaison 45° à l'ouest. D'où je conclurai qu'à cette latitude, & plus au nord la bande sans déclinaison doit être à environ 290° de longitude.

La seconde bande sans déclinaison paroît commencer sur les côtes du Japon par les
40°

40° de latitude boréale, & les 160° de longitude.

Elle souffre plusieurs inflexions jusqu'à l'équateur, où elle se prolonge depuis Sumatra à 122° de longitude jusques peut-être à 150° de longitude, que Bougainville dit l'avoir observée.

Elle s'étend ensuite dans l'hémisphère austral jusqu'à 44° de latitude, & 156° de longitude.

La troisième bande sans déclinaison commence par les 252° de longitude, & les 55° de latitude australe, & s'étend jusqu'à l'équateur, & peut-être au-delà.

2°. Ces bandes sans déclinaison se prolongent plus ou moins vers chaque pôle, mais sans suivre le même méridien. Il paroît que le voisinage des continens influe sur ces inflexions.

3°. Indépendamment de ces bandes, il est beaucoup d'endroits où l'aiguille éprouve des variations considérables dans sa direction : & sa déclinaison n'y est point telle que l'indiqueroit sa longitude ou sa distance à la bande sans déclinaison. On peut même dire qu'en général il n'est presque point d'endroits où la déclinaison soit ce qu'elle devroit être, à raison de sa longitude & de sa latitude.

4°. Il est plusieurs endroits où l'aiguille n'a

aucune direction fixe, c'est - à - dire, qu'elle *affole*.

Abel Tasman, qui voyageoit en 1642, rapporte que l'aiguille de ses bouffoles horizontales ne se dirigeoit vers aucun point fixe dans la partie de la mer voisine de la terre de Diemen par les 12° de latitude australe, & 150° de longitude (1).

Le même phénomène a été observé en plusieurs autres endroits.

5°. Entre chacune de ces trois bandes, la déclinaison augmente depuis zéro jusqu'à 20, 30, 40 ou 50° , & elle diminue de nouveau jusqu'à zéro.

6°. Ces bandes sans déclinaison changent continuellement de place.

La première étoit, en 1600, au cap des Aiguilles, 38° de longitude. Elle étoit, en 1666, à Paris, 20° de longitude, & aujourd'hui elle se trouve à 340° de longitude; c'est-à-dire, qu'en 193 ans, elle a parcouru 58° en longitude vers l'occident.

Nous n'avons pas d'observations aussi sûres sur la seconde bande; mais elle paroît marcher dans un sens opposé à la première, & avancer vers l'orient: car Niébuhr, en 1753,

(1) Hist. des Voyages, tom. XI.

Pa trouvée au cap Comorin ; & aujourd'hui elle est au-delà de Sumatra , c'est-à-dire , 25 à 30° plus à l'orient , à moins qu'elle ne s'étende sur toute cette latitude. Mais nous manquons d'observations à cet égard.

Nous ne pouvons rien dire sur la troisième bande ; il y a trop peu de tems qu'elle est connue , à moins que les espagnols , qui , dans leurs voyages d'Acapulco à Manilles , l'ont dû observer , il y a long-tems , ne publient leurs observations.

Il faudroit faire sur terre , à différentes longitudes & latitudes , les mêmes observations que font les marins sur mer.

§. XXXIII. On a conclu qu'il devoit y avoir à chaque pôle de la terre plusieurs pôles magnétiques.

Il y en auroit un , qui , en 1600 , correspondoit aux 38° de longitude ; en 1666 , aux 20° de longitude ; & en 1786 , aux 340° de longitude.

Un second pôle magnétique correspondoit , en 1786 , aux 122° de longitude environ.

Enfin , un troisième correspondoit aux 260° de longitude.

Il seroit néanmoins possible que ce troisième pôle magnétique n'existât pas , & que l'action combinée des deux autres , qui en

font à-peu-près à égale distance, produisît la troisième bande sans déclinaison. Il est cependant plus vraisemblable que ce troisième centre de la force magnétique subsiste.

§. XXXIV. J'ai recherché si, d'après les observations, on pourroit déterminer à-peu-près les lieux où sont ces pôles magnétiques, ou centres d'activité de l'action magnétique. Voici quelques données qui ne me paroissent pas sans fondement.

L'ANGLE a trouvé la déclinaison 45° à l'ouest, 62° de latitude, & 318° de longitude sur les côtes du Labrador, à la partie orientale de l'Amérique.

Dixon, à la partie occidentale de l'Amérique, par les 60° de latitude, & 231° de longitude, a trouvé cette déclinaison 30° à l'est.

Ces observations sont faites à-peu-près sous les mêmes parallèles, & à la distance de 87° de longitude, ou 800 lieues environ. L'aiguille, dans ces deux contrées, tend à-peu-près au même endroit. En tirant de ces deux points deux lignes, elles se couperont à-peu-près vers les 71° de latitude, & les 290° de longitude.

Ce seroit là où on pourroit supposer à-peu-près le centre d'activité de ce pôle magnétique.

La bande sans déclinaison seroit donc à cette latitude par les 290° de longitude.

Le voyageur, qui, dans ces régions, observeroit à 71° de latitude boréale, pourroit trouver la déclinaison de 180°; & s'il pénétrait encore plus près du pôle, la pointe nord de l'aiguille déclinerait de plus de 180°, c'est-à-dire, qu'elle déclinerait au sud.

On sent que ces apperçus exigent un grand nombre d'observations pour les confirmer.

La bande sans déclinaison seroit donc à cette latitude environ 290° de longitude, tandis que sous l'équateur, elle paroît être à environ 340° de longitude, & qu'en avançant vers le sud, elle est peut-être 350°.

Cette inflexion peut être occasionnée par le continent.

Voilà un grand nombre de faits intéressans, dont il est sans doute difficile d'assigner la cause. Mais avant de la rechercher, considérons tout ce qui agit sur l'aiguille aimantée.

§. XXXV. Le fluide électrique a une grande influence sur la direction de l'aiguille. Elle est agitée dans les tems d'orage. Un coup de tonnerre peut même lui faire perdre sa direction, & la faire affoler.

§. XXXVI. L'aurore boréale cause également de l'agitation à l'aiguille.

§. XXXVII. Elle est encore agitée lors de l'éruption des volcans & des tremblemens de terre. C'est sans doute par la même cause, l'électricité, qui est très-abondante dans les éruptions des volcans.

§. XXXVIII. L'action des rayons du soleil, ou de la chaleur, est encore très-marquée sur la direction de l'aiguille. Elle éprouve des variations sensibles à différentes heures de la journée, & dans différens tems de l'année.

Du solstice d'hiver à l'équinoxe du printemps, elle s'éloigne du nord, & marche à l'ouest.

Depuis l'équinoxe, elle se rapproche du nord pendant deux mois.

Elle est ensuite stationnaire jusqu'au solstice d'été.

Elle s'éloigne du nord dans le cours du mois qui suit le solstice.

Les deux mois suivans, elle se rapproche du nord jusqu'à l'équinoxe de l'automne.

Elle est ensuite stationnaire pendant un mois.

Les deux mois suivans, elle s'avance à l'ouest jusqu'à l'équinoxe du printemps.

Son plus grand éloignement du nord vers l'ouest, est à l'équinoxe du printemps.

Et son plus grand rapprochement du nord est à l'équinoxe d'automne. Mais elle a des oscillations & des stations dans cet intervalle ; de manière cependant que le résultat général de ce balancement est qu'elle avance vers l'ouest de quelques minutes chaque année.

Indépendamment de ces mouvemens annuels, elle en éprouve encore chaque jour deux bien distincts. Depuis huit à neuf heures du soir, elle s'éloigne du nord jusqu'à huit heures du matin ; en déclinant à l'ouest.

Et depuis huit heures du matin jusqu'à deux heures après midi, elle se rapproche ensuite du nord.

Elle éprouve des oscillations jusqu'à sept à huit heures du soir.

On voit que le mouvement diurne correspond au mouvement annuel.

L'aiguille, pendant les froids depuis l'équinoxe d'automne jusqu'à celui du printemps, s'écarte du nord pour décliner à l'ouest.

Elle décline également à l'ouest pendant le froid de la nuit, depuis huit heures du soir jusqu'à huit heures du matin.

Pendant les chaleurs de l'été, depuis l'équinoxe du printemps jusqu'à celui d'automne, elle revient de l'ouest au nord.

Et, pendant la chaleur du jour, depuis

huit heures du matin jusqu'à huit heures du soir, elle revient de l'ouest au nord.

On fait que les rayons du soleil produisent une électricité plus ou moins considérable dans l'air. L'électricité de l'atmosphère est plus forte l'été que l'hiver, le jour que la nuit.

Seroit-ce cette électricité de l'été & du jour plus forte que celle de l'hiver & de la nuit, qui, dans ces intervalles, rameneroit l'aiguille de l'ouest au nord, tandis qu'elle retourneroit à l'ouest en hiver & pendant la nuit, tems où l'électricité est plus foible ?

Mais l'électricité de l'atmosphère ne paroît pas assez constante pour produire des effets aussi réguliers que l'est la déclinaison annuelle & diurne de l'aiguille.

§. XXXIX. Il se présente maintenant plusieurs questions à discuter.

1°. Quelle est la cause qui peut ainsi faire varier l'aiguille dans les différens points de la surface de la terre pendant la même année ?

2°. Quelle est la cause qui produit ses déclinaisons annuelles, & la fait décliner à l'ouest dans nos contrées, & à l'est par-delà les 157° de longitude jusqu'aux 230° ?

3°. Quelle est la cause de ses variations dans les différens tems de l'année ?

4°. Quelle est la cause de ses variations diurnes ?

Halley supposoit qu'il y avoit dans le centre du globe un noyau magnétique, qui agit sur l'aiguille aimantée, & que ce noyau a un mouvement particulier, qui est indiqué par la variation de l'aiguille, & sa déclinaison annuelle.

Il est certain que le phénomène du changement dans la direction de l'aiguille ne peut avoir sa source que dans une cause physique, qui agit d'une manière uniforme, & qu'il faut bien supposer résider dans le globe.

Mais l'hypothèse de Halley a le désavantage de ne point satisfaire à tous les phénomènes ; car ce noyau agissant d'une manière uniforme, la direction de l'aiguille & sa déclinaison devroient être les mêmes dans tous les points de la terre : & cependant elles varient dans les différentes contrées.

Aussi Æpinus, en admettant l'hypothèse de Halley, a-t-il été obligé d'y apporter des modifications. Il suppose que le noyau magnétique éprouve des changemens locaux & irréguliers.

Cela ne satisfait point encore aux phénomènes. Nous avons vu que chacun des deux hémisphères a au moins deux pôles magnéti-

ques. Il faudroit donc au moins supposer dans chaque hémisphère deux noyaux magnétiques, dont le mouvement correspondroit à chacun des deux pôles magnétiques.

Cette supposition ne suffiroit même pas encore. L'aiguille éprouve presque par-tout des variations particulières. Il faudroit donc encore des noyaux particuliers pour ces phénomènes locaux.

Enfin, comment, dans cette hypothèse, expliquer les variations que l'aiguille éprouve dans différens tems de l'année & dans les différentes heures du jour?

D'autres ont recours à des mines d'aimant, ou de fer attirable, qu'on a supposé être très-abondantes aux pôles, soit boréal, soit austral. C'est ce qui fait diriger l'aiguille vers ces deux pôles. Mais, ajoute-t-on, quelques-unes de ces mines se détruisent, d'autres se reproduisent: ce qui change le centre d'activité, & produit la déclinaison qu'on a observée.

On ne peut nier l'action des mines d'aimant sur l'aiguille. Tachard rapporte, qu'ayant été visiter une mine d'aimant dans le voisinage de Siam, l'aiguille s'affoloit aussi-tôt qu'elle en approchoit (1).

(1) Hist. des Voyages, tom. IX, pag. 206.

Mais il est contre toute probabilité que des mines se détruifissent & se régénéraffent, avec la régularité nécessaire, pour produire les différens pôles magnétiques que nous avons vu exister dans chacun des deux hémisphères, & qui agissent d'une manière à-peu-près uniforme.

Plusieurs favans pensent que le fluide magnétique est de la même nature que le fluide électrique, & que tous les mouvemens de l'aiguille doivent être attribués au fluide électrique que nous avons vu être si abondant dans le globe.

Mais Wanswinden a prouvé que, quoiqu'il y ait beaucoup de rapport entre le fluide électrique & le fluide magnétique, ils ont cependant des propriétés totalement distinctes, qui ne permettent pas de les confondre.

Æpinus admet deux fluides magnétiques, comme il admet deux fluides électriques. Mais c'est une simple hypothèse qu'il n'a pu prouver.

Au reste, que le fluide magnétique ne soit qu'une modification du fluide électrique, ou qu'il soit un fluide particulier, il est certain, comme nous l'avons vu, que l'électricité produit des variations dans l'aiguille aimantée.

§. XL. Si j'avois une opinion à émettre dans cette matière difficile ; je dirois :

La densité de la partie intérieure de la terre est quatre fois & demie plus considérable que celle de l'eau (§. XXVII.), & un tiers plus considérable que celle de la croûte extérieure. Ceci suppose que cette partie centrale de la terre contient beaucoup de substances métalliques. Or celle de ces substances , qui est la plus commune , est le fer , qui se trouve partout. On est donc fondé à supposer qu'il y a beaucoup de fer dans l'intérieur du globe.

Ce fer sera ou à l'état d'aimant , ou à l'état d'être attirable.

Ces masses d'aimant ou de fer auront leurs deux pôles , comme tout aimant.

Ces pôles correspondent à-peu-près à ceux de la terre.

En conséquence , l'aiguille se dirigera à-peu-près vers les pôles de la terre.

Je dis à-peu - près , parce que cette direction n'est pas la même dans les différens points de la surface du globe ; ce qui a fait supposer deux ou plusieurs pôles magnétiques dans chaque hémisphère.

Pour entendre ce qui , suivant moi , constitueroit ces différens pôles magnétiques , il faut supposer que ces masses intérieures de fer

ou d'aimant sont rangées principalement le long de l'axe de la terre, & que leurs centres d'activité se dirigent aux deux extrémités de cet axe, plutôt que vers quelques points de l'équateur, ou sur un des diamètres de l'équateur.

Mais il y a différentes portions du globe où les mines seront plus abondantes que dans d'autres : & même nulle part elles ne sont égales. C'est ce qui fera voir la direction de l'aiguille dans toutes les contrées, & même quelquefois les fera affoler.

Voilà ce qu'on peut supposer être la cause principale du magnétisme de la terre.

Ce magnétisme est ensuite modifié par des causes accessoires.

La principale des causes doit être l'électricité, ensuite l'aurore boréale, & l'éruption des volcans.

L'électricité atmosphérique est plus forte l'été que l'hiver, le jour que la nuit. C'est ce qui, en été & pendant le jour, ramène l'aiguille vers le nord.

Ceci supposeroit donc que le pôle magnétique de ces contrées seroit à l'ouest, & que l'électricité agiroit dans la direction du méridien. Par conséquent, l'hiver ou la nuit la déclinaison seroit plus à l'ouest. Mais, comme

je l'ai déjà dit, l'électricité atmosphérique ne paroît pas agir d'une manière assez uniforme pour produire des effets aussi réguliers que le font les mouvemens annuels & diurnes de l'aiguille.

Néanmoins la plus grande difficulté que présente cette matière, est la déclinaison périodique de l'aiguille, soit à l'ouest, soit à l'est.

On avoit cru appercevoir que l'aurore boréale étoit plus fréquente à l'ouest qu'à l'est, & l'aurore boréale agit sur l'aimant.

Mais l'aurore boréale, telle que nous la connoissons, ne paroît que par intervalles & à des époques irrégulières. Ainsi, son action ne sauroit produire des effets constans.

Pourroit-on dire que l'électricité du globe s'échappant tantôt par les pôles, & que celle de l'atmosphère se communiquant d'autres fois au globe par les mêmes pôles (§. XXVIII), comme paroissent le prouver les phénomènes de l'aurore boréale, cette action se dirige plus à l'ouest qu'à l'est ?

Les grands volcans d'Islande, de Kamtschatka peuvent aussi influencer sur ces phénomènes.

J'avois encore recherché si la lumière du soleil, ou sa chaleur, pouvoient coopérer à ces effets, & faire décliner l'aiguille tantôt à

l'est, tantôt à l'ouest. Nous avons vu que, pendant les chaleurs de l'été & du jour, elle revient au nord. Or la chaleur diminue aux pôles (§. LXIV.). Mais elle doit diminuer plus à l'est, du côté de la Sibérie (§. LXV.), qu'à l'ouest, du côté de l'Amérique; car dans ces dernières régions, la culture, le dessèchement des terrains, la destruction des forêts... diminuent l'intensité du froid (§. LIII.). Cette cause paroîtroit donc devoir faire diriger l'aiguille vers l'Amérique septentrionale, plutôt que vers la Sibérie.

Tous ces apperçus ne sont fondés que sur de foibles analogies; ainsi, leur probabilité n'est pas suffisante pour faire admettre une opinion. Mais celles qu'on a avancées ont encore moins de probabilité.

Car ce mouvement du noyau magnétique qu'admet Halley, ne paroît pas pouvoir se soutenir. Il faudroit supposer que la surface de la terre est une calotte concave plus ou moins épaisse; que, dans l'intérieur, il se trouve un noyau séparé de cette calotte, & qui a un mouvement particulier.

Il faudroit même supposer à ce noyau différens mouvemens, comme l'a fait *Æpinus*.

Ou plutôt il faudroit, dans cette hypothèse,

admettre plusieurs noyaux, comme je l'ai fait voir.

Or toutes ces hypothèses ne paroissent pas vraisemblables.

L'hypothèse des mines d'aimant, qui se détruisent & se reproduisent, ne peut pas davantage satisfaire à la déclinaison, qui suit un mouvement à-peu-près régulier, tandis que la destruction de pareilles mines ne pourroit s'opérer que d'une manière fort irrégulière.

Nous devons conclure que nous n'avons pas encore assez de faits, ni assez de données pour essayer d'expliquer ces phénomènes. Il faut que les observations soient continuées des siècles; on verra jusqu'où s'étendra la déclinaison, les irrégularités qu'elle éprouvera, les effets qu'y produiront les aurores boréales, qui elles-mêmes éprouvent de grandes variations... les éruptions des volcans, la chaleur des climats, l'action des rayons du soleil, l'électricité atmosphérique...

Ce sera donc à nos neveux à prononcer sur tous ces objets. Nous leur laissons des observations précieuses & bien faites.

Ce que nous pouvons assurer aujourd'hui, est,

1^o. Qu'il existe un fluide magnétique, tel qu'il soit.

2^o.

2°. Que ce fluide a dû coopérer à la cristallisation du globe, & de ses différentes parties.

Ce fluide entre-t-il comme principe constituant des corps? se combine-t-il avec eux?

L'analogie paroît faire croire qu'il s'y combine, ainsi que le fluide électrique.

Le fluide magnétique de la terre communiqueroit-il avec d'autres fluides analogues qui se trouveroient dans la lune, dans les planètes, dans les comètes, dans les soleils?

De foibles analogies feroient conclure pour l'affirmative.

D U F L U I D E L U M I N E U X .

§. XLI. Quelqu'opinion qu'on embrasse sur la nature du fluide lumineux, on ne peut disconvenir qu'il ne soit répandu dans tout l'espace, qu'il n'enveloppe & pénètre tous les corps.

Mon opinion particulière sur ce fluide, est que comme le fluide électrique, le fluide magnétique, l'air.... il est un véritable fluide répandu dans l'espace, que les corps lumineux agitent pour produire les couleurs, comme les corps sonores agitent l'air pour produire les sons. C'est aussi le sentiment d'Euler.

Tome I.

G

Le fluide lumineux a dû influer sur la cristallisation du globe & des substances minérales. Il est quelques expériences qui prouvent que la lumière influe sur la cristallisation des sels (1). Mais ces expériences n'ont pas été suivies.

Le fluide lumineux se combine dans les corps. Il paroît bien prouvé qu'il entre comme principe constituant dans les végétaux & les animaux, puisque les uns & les autres s'étiolent à l'ombre... (2)

On ne peut non plus guère douter qu'il ne soit un des principes constituans de plusieurs minéraux, s'il ne l'est pas de tous. La phosphorescence qu'a un grand nombre de minéraux, paroît due à un dégagement de la lumière, de quelque manière qu'on l'explique.

Or la plupart des minéraux sont phosphorescens. Des pierres calcaires, des spaths fluors, des spaths pesans, tels que la pierre de Boulogne... donnent une lumière vive en certaines circonstances.

Plusieurs mines métalliques sont aussi très-phosphorescentes, telles que des blendes.

Personne n'ignore la phosphorescence du sucre.

(1) Journal de Physique.

(2) Vues Physiologiques.

Enfin il y a des sels plus phosphorescens, tels que le tartre vitriolé, comme l'a fait voir Giobert dans les mémoires de l'académie de Turin.

Nous devons conclure que la lumière entre comme principe constituant,

Dans les substances salines :

Dans les substances pierreuses :

Dans les substances métalliques :

Dans les êtres organisés.

DE LA MATIÈRE DE LA CHALEUR.

§. XLII. On ne peut douter que la matière de la chaleur ne soit un fluide particulier, quoique nous soyons peu instruits sur la nature de ce fluide.

Cette matière se combine dans la plupart des corps de la nature, & en est un des principes constituans. C'est cette matière de la chaleur ainsi combinée, que Stahl appeloit *phlogistique*, principe inflammable:

Tous les corps combustibles contiennent cette matière de la chaleur combinée, qui s'en dégage lors de leur combustion, par le

concours de l'air pur, dans lequel cette même matière de la chaleur se trouve également combinée. Or on doit ranger dans les corps combustibles :

1°. Tous les êtres organisés, animaux & végétaux, dont presque toutes les parties sont combustibles.

2°. Le soufre, le phosphore, & les substances métalliques.

Toutes les substances salines renferment également la matière de la chaleur, mais sous une autre modification. Je pense que c'est elle qui leur donne cette grande activité, qui leur est propre. Or les substances salines renferment,

1°. Tous les acides,

2°. Les alkalis.

3°. On peut également y comprendre les terres pures, ou à l'état caustique.

Cet exposé démontre qu'il n'y a point de corps dans la nature qui ne contienne la matière de la chaleur.

Nous devons considérer cette matière de la chaleur comme un fluide dont les molécules sont sphériques, & animées d'un mouvement giratoire très-violent. C'est ce mouvement qui lui donne cette grande activité.

*DE LA CHALEUR A LA SURFACE
DE LA TERRE, ET DE SA CHALEUR
CENTRALE.*

§. XLIII. Nous avons vu que la figure de la terre suppose qu'elle a été toute liquide dans son origine. (§. XXIII.)

La cristallisation de toutes les parties qui la composent supposent la même liquidité. (§. XIV.)

Or cette liquidité n'a pu exister sans une chaleur quelconque. Il a donc dû y avoir primitivement une assez grande chaleur pour tenir à un état de fluidité tous ses élémens, particulièrement l'eau.

C'est cette chaleur primitive qui est l'origine de la chaleur centrale de la terre. Voilà le principe certain. Mais il faut en examiner les développemens.

La première question qui se présente, est de savoir quelle est la cause de cette chaleur.

Elle doit tenir à l'existence même de la matière, qui, si elle n'avoit eu, dans le principe, une chaleur quelconque, seroit demeurée dans l'inertie. Car les parties de la matière tendent sans cesse à se combiner, & se com-

binent dès qu'elles sont abandonnées à leurs forces propres. Cette tendance à la combinaison est un effet de leurs forces propres. Newton avoit appelé cet effet *attraction*; c'est-à-dire, que, faisant abstraction de la cause physique, il n'en prenoit que l'effet, pour le soumettre au calcul.

Par l'effet de cette tendance à la combinaison, toute la matière seroit donc bientôt combinée; & chaque partie, étant *in nifu* avec d'autres, qui auroient à-peu-près le même degré d'activité, seroit dans une espèce d'inertie.

Le feu, dont l'activité est prodigieuse, empêche les combinaisons, & les brise dès qu'elles sont formées. Ce n'est pas qu'il ne cherche aussi à se combiner, & qu'il ne se combine sans cesse. Mais la figure sphérique de ses molécules, & son mouvement giratoire, ôtent toute solidité à ses combinaisons: & de nouvelles molécules de feu brisent les combinaisons commencées.

C'est cette action du feu qui, le faisant insinuer avec force entre les molécules des autres corps, les éloigne les unes des autres. Cet effet s'appelle *dilatation*. Le feu ou la chaleur dilate donc tous les corps.

Newton, qui avoit voulu exprimer par un

seul mot la force qui fait combiner toute la matière, vit bien que cette force, ou *attraction*, ameneroit bientôt un repos absolu. Il voulut aussi exprimer, par un autre mot, la force opposée, qui résistoit sans cesse à celle de combinaison. Il appelle cette nouvelle force RÉPULSION. Les corps s'attirent sans cesse, disoit-il, en raison de leur masse & de l'inverse des carrés des distances; mais dès que leurs molécules se touchent, elles se repoussent. On voit qu'il ne regardoit ces mots, *ATTRACTION & RÉPULSION*, que comme une manière plus simple d'exprimer des effets physiques.

Des savans, tels que Boscovich (1), ont cru que les molécules des corps ne se touchoient jamais, parce que la force de répulsion les tenoit toujours à une certaine distance les uns des autres. Mais je pense qu'ils se trompent. Tout au plus cela pourroit-il être pour les fluides: dans un morceau de plomb

(1) *Quoniam imminutis in infinitum distantis, vis repulsiva augetur in infinitum: facile patet nullam partem materiae posse esse contiguam alteri parti. Vis enim illa repulsiva protinus alteram ab altera remover.* Theoria Philosophiae naturalis, n. 81. Boscovich.

fondu , les parties roulent fans cesse les unes sur les autres par leur mouvement giratoire & l'effet de la chaleur. Il se pourroit absolument qu'il y eût toujours entre les molécules de ce plomb un assez grand nombre de molécules de feu , pour qu'elles ne se touchassent pas immédiatement , quoique je pense qu'elles se touchent & sont contigues. Mais ce plomb étant refroidi & cristallisé , certainement ses parties se touchent : nous ne pouvons pas concevoir autrement la solidité & la dureté des corps. Je conviens que les molécules du feu , par leur mouvement giratoire , agissent fans cesse pour rompre cette combinaison ; mais aussi-tôt qu'elles sont assez puissantes pour vaincre & surmonter la force de cohésion , le corps devient liquide.

Nous n'entrerons pas dans de plus grands détails réservés à la Physique.

Nous nous bornerons à un petit nombre de propositions relatives à la théorie de la terre , notre objet actuel.

I. Quelle a été l'intensité de la chaleur primitive de la terre lors de sa cristallisation ?

II. Quelle est la chaleur actuelle à la surface du globe ?

III. Quelle est l'intensité actuelle de cette chaleur centrale propre au globe ?

IV. Quelle est l'influence du soleil sur la chaleur du globe, soit à sa surface, soit à l'intérieur ?

V. Quel est le refroidissement du globe ?

*DE L'INTENSITÉ DE LA CHALEUR
PRIMITIVE DE LA TERRE LORS
DE SA CRISTALLISATION.*

§. XLIV. Il n'est point de données suffisantes pour résoudre cette question. Nous ne pouvons donc apporter que quelques apperçus généraux.

Les plus anciens philosophes ont reconnu que la terre avoit eu primitivement un grand degré de chaleur. C'étoit la doctrine des brames & des mages. Les phéniciens l'adoptèrent. Zoroastre en Asie, & toute l'école du Portique en Grèce, le soutinrent constamment. Quelques-uns d'eux prétendirent même que la terre avoit été autrefois dans un état de vraie combustion. Cette dernière idée ne fut pas adoptée par les égyptiens, & un grand nombre d'autres philosophes.

Mais en supposant que primitivement la terre a été composée à-peu-près comme elle l'est aujourd'hui, peut-on assigner le degré de cha-

leur qu'elle pouvoit avoir lors de sa cristallisation générale ?

Je ne le pense pas. Nous pouvons seulement assurer que cette chaleur étoit plus considérable qu'aujourd'hui. J'ai supposé qu'elle étoit supérieure à celle de l'eau bouillante ; & on verra bientôt que cette estimation n'est pas trop forte.

*DE L'INTENSITÉ ACTUELLE
DE LA CHALEUR A LA SURFACE
DE LA TERRE.*

§. XLV. Cette chaleur varie à raison des latitudes, des saisons, des montagnes, & des plaines. Il faut donc prendre des termes moyens pour avoir, *par approximation*, la chaleur actuelle à la surface de la terre. Mais les observations thermométriques ne sont pas encore assez multipliées pour que ces approximations aient une certaine exactitude.

Mairan, ayant fait un relevé des diverses observations thermométriques, faites en différens lieux, en a conclu que, dans tous les climats de la terre, le *maximum* moyen de la chaleur est 1026°. Il supposoit que 1000° exprimoit zéro, ou le terme de la congélation.

Ce résultat d'observations , prises depuis 1701 jusqu'en 1756, paroît avoir une certaine exactitude. Il faut faire attention que ces observations ont été faites dans des plaines.

Mais il est beaucoup plus difficile d'assigner le degré de froid moyen , parce qu'il varie à chaque latitude. Le froid moyen du Sénégal est bien différent de celui de nos contrées ; & celui de nos contrées diffère de celui de la Sibérie ou du Spitzberg.

Il fixa également le froid moyen de Paris à 6 ou 7° au-dessous de zéro , ou 994°. De nouvelles observations ont fait croire qu'il alloit à 7° au-dessous de zéro.

Mais le froid moyen de la Lombardie , par exemple , n'est plus la même chose. Celui de la Suède n'en diffère pas moins. C'est ce que constatent les observations météorologiques. Je vais donner ici un extrait de celles qu'a publié Cotte dans sa *Météorologie* (1).

(1) Cotte, *Météorologie*, tom. II.

Table de la température de différens lieux.

	latitude.	maximum de chaleur, ne.	chaleur moyen- ne.	froid moyen.	baromètre.
Pérou.	0° 13'	26° 1'	20°	7° 5'	28 pouc.
Surinam.	5 38	25 8	20	17	27
Pondichéri.	11 41	31 3	23 7'		
Madras.	13 45	32	21 6	13 8	27 9
Manille.	14 36	35	21 3	13 5	
Ile Bourbon.	20 51	26 1	22 5	22	
Bagdad.	33 38	33 5	17 7	- 4	27 11
Pékin.	39 54	31	10 1	-10 6	27 10
New-Yorck.	40 43	31	9 7	-16	27 2
Rome.	41 53	26 4			
Berne.	47	25 6	7 7	-11	26 4
Utrecht.	52 7	25		- 5 8	
Francker.	53 12	25 3	9 0	-11 5	28
Stockholm.	59 20	24	5 3	-15 1	
Upfal.	59 51	18		-20	
Pétersbourg.	59 56	23 4	3 1	-21 8	28 7
Abo.	60 27	27 4	4 5	-23 9	27 10
Londres.	51 31	23 4	8 6	- 5 6	27 10
Paris.	48 50 14"	27	9 6	- 7	28

La plus grande partie de ces observations ne sont que des approximations, qui, sans doute, sont bien éloignées de la précision, parce que les observateurs n'y ont pas tous apporté le même soin, n'ont pas toujours eu de bons instrumens, & qui eussent les mêmes divisions ... Mais cherchons à tirer des conséquences de ces faits.

Il faut sur-tout bien distinguer les observations faites dans les plaines, de celles qui le font dans les lieux élevés.

I. Dans les pays situés dans la zone torride, le thermomètre ne descend guère au-dessous de 14° , comme nous le voyons par la table. Il est dit qu'à Madras & à Manille, pays des plus chauds du globe, il a été $13^{\circ} 5$; ce qui est assez douteux.

Casan, à Sainte-Lucie, n'a pas vu le thermomètre, depuis le 15 septembre jusqu'au 15 avril, au-dessous de $16^{\circ} \frac{1}{5}$, c'étoit au mois de février. Il est monté jusqu'à 28 & 30° (1).

La température moyenne de ces lieux, dans la table, est fixée à 23° , 22° , 20° jusqu'à la latitude de 20° .

Je la supposerai de 20° depuis l'équateur jusqu'au tropique, ou plutôt jusqu'à la latitude de 24° , pour éviter les fractions.

II. Par les 40 degrés, il ne gèle presque jamais dans les plaines, & les chaleurs montent jusqu'à 30 degrés.

On peut donc supposer que depuis la latitude de 24° jusqu'à celle de 40° , la température moyenne est de 15 degrés dans la plaine.

III. Depuis 40° de latitude jusqu'à 50° ,

(1) Journal de Physique, Mai, 1790.

on peut supposer la température moyenne de 12° ; puisqu'à Paris, dont la latitude est $48^{\circ} 50'$, cette température est de 10 degrés. Cette estimation est aussi pour la plaine.

IV. Depuis la latitude de 50 degrés jusqu'au cercle pôleaire, ou plutôt 66° de latitude, la température moyenne sera fort au-dessous de 10 ; car à 60 & 65° de latitude, l'été ne dure que quelques mois. Supposons-le de trois mois. Les autres neuf mois sont très-froids. Le thermomètre y descend quelquefois à 30 , 40 degrés au-dessous de zéro, & même davantage. On peut donc supposer la température moyenne de ces contrées à 4 degrés au-dessus de zéro dans la plaine.

V. Depuis le cercle pôleaire jusqu'aux pôles, la température est encore beaucoup plus froide. On n'a point de données certaines. Mais on ne risque pas de se tromper, en supposant dans la plaine la température moyenne à zéro.

Voilà donc cinq degrés de température différente.

1^o. Zone torride, comprenant 48 degrés de latitude entre les deux tropiques, dont la température moyenne est de 20° .

2^o. Deux parties de zone tempérée de 16° chacune, savoir depuis 24° de latitude jusqu'à

40° , faisant 32° , dont la température moyenne est de 15°.

3°. Deux autres portions de zone tempérée de 10° chacune , depuis 40° de latitude jusqu'à 50° , faisant 20° , dont la température moyenne est de 12°.

4°. Deux autres portions de zone tempérée depuis 50° de latitude jusqu'à 66° , dont la température moyenne est de 4 degrés.

5°. Les deux zones glaciales faisant 48 degrés , dont la température moyenne est zéro.

Les étendues ou surfaces de ces cinq portions sont à-peu-près dans les proportions suivantes.

La première. . . . 5110 = 5 , ou 10.

La seconde. . . . 2966 = 3 , ou 6.

La troisième. . . . 1548 = 1½ , ou 3.

La quatrième. . . . 1862 = 2 , ou 4.

La cinquième. . . . 1086 = 1 , ou 2.

Ce qui fait 12½ portions , ou en doublant 25 parties.

En multipliant les degrés de chaleur qu'a chacune de ces parties , on aura 342 , qui , divisés par 25 , donnent 13°⅔ pour température moyenne des plaines de tous les continens.

La température des montagnes est beaucoup plus froide que celle des plaines. Il faudroit pouvoir estimer également cette tempé-

rature moyenne des montagnes dans chacune des cinq contrées que nous avons assignées. Mais il seroit difficile d'avoir des approximations exactes.

La température des montagnes varie, à raison de leur hauteur, à raison de leur masse Or comment saisir des approximations exactes dans de pareilles données ?

L'étendue des montagnes est un autre élément à calculer. Or il est assez difficile d'assigner cette étendue par une approximation qui ait quelque justesse.

En Amérique, les montagnes sont peut-être un tiers de la surface des continens ; elles sont très-élevées, couvertes de forêts dans leurs parties basses, remplies de lacs & de rivières. On pourroit donc supposer leur température moyenne de trois à quatre degrés au-dessous de celle des plaines.

En Afrique, les montagnes sont peu considérables, relativement aux plaines ; & elles sont moins élevées proportionnellement que dans les autres continens, moins garnies de forêts, contenant moins de lacs, moins d'eaux courantes Leur température moyenne ne sera donc pas autant au-dessous de celle des plaines qu'en Amérique.

L'Asie

L'Asie contient d'immenses montagnes très-élevées, bien boisées, renfermant des lacs considérables Leur température moyenne sera donc beaucoup au-dessous de celle des plaines.

L'Europe a beaucoup de montagnes, dont quelques-unes sont assez élevées, & très-froides.

Les autres continens, & les îles, sont très-montueux, & leurs montagnes sont très-froides.

Par un apperçu général, je supposerai que cette température moyenne des montagnes, relativement à celle des plaines, doit produire une diminution d'environ deux degrés dans la température moyenne des continens; laquelle, par conséquent de $13^{\circ}\frac{2}{3}$, sera réduite à douze degrés, & vraisemblablement même elle est moindre.

§. XLVI. Mais la température moyenne de la surface des mers & des grands lacs sera bien différente de celle-ci. Elle est toujours très-inférieure à celle des continens. Nous n'avons pas assez d'observations pour avoir une approximation qui ait quelque exactitude. Néanmoins on peut supposer, sans grande erreur, que cette température est au moins moitié au-dessous de celle des continens:

C'est-à-dire, que la température moyenne des continens étant douze, celle de la surface des mers & des lacs fera de six.

Si les mers faisoient la moitié de la surface du globe, on auroit la température moyenne de cette surface la moitié de $12^{\circ} + 6^{\circ}$, c'est-à-dire, neuf degrés.

Mais cette surface des mers est plus étendue que celle des continens. Dès-lors, on en doit conclure que la température moyenne de la surface du globe est au-dessous de 9 degrés, d'après ces approximations.

On voit tout ce qu'il nous manque pour avoir des données exactes. C'est aux observateurs météorologistes à diriger leurs travaux de ce côté.

*DE L'INTENSITÉ ACTUELLE
DE LA CHALEUR CENTRALE DE
LA TERRE.*

§. XLVII. Pour résoudre cette question, il faudroit pénétrer à une grande profondeur vers le centre de la terre : & les lieux les plus bas, où nous ayons descendu, ne sont qu'à quelques centaines de toises. Cette température ne peut donner celle de la masse entière.

Cependant elle nous fournira des données précieuses.

L'observation la plus intéressante que nous ayons, est celle que l'on fait depuis 1680, dans les caves ou souterrains de l'observatoire de Paris, à environ 84 pieds de profondeur dans des bancs de pierre calcaire. Le local forme une petite élévation, terminée à l'orient par la vallée où coule la rivière des Gobelins; au nord par la vallée de la Seine; au couchant, elle s'abaisse du côté des Invalides, & au midi, elle est à-peu-près de niveau avec la plaine de Montrouge. On a reconnu que le thermomètre ne varioit presque pas dans ces souterrains, & se soutenoit toujours à environ 10 degrés au-dessus du terme de la congélation, ou 10 degrés moins quelque chose.

Gensane avoit cru remarquer que la chaleur souterraine augmentoit, en raison de la profondeur du lieu où se faisoit l'observation. Etant dans les Vosges, il descendit dans la mine de Giromagni; le thermomètre à la surface du terrain marquoit deux degrés.

A 52 toises de profondeur, il monta à 10°.

A 106 toises, il monta à . . . 15° $\frac{1}{4}$.

A 226 toises, il s'éleva à . . . 18° $\frac{1}{6}$.

Mais, soit que ses instrumens fussent inexacts, soit qu'il se fût glissé quelque erreur dans l'ob,

servation, soit que ce fait fût particulier à cette mine, on n'a rien observé de semblable dans les autres souterrains.

Guettard est descendu à 250 toises de profondeur dans les mines de sel de Wielisca, en Pologne. Il a observé que le thermomètre ne s'élevoit qu'à 10 degrés.

Monnet n'a également trouvé que 10 degrés dans les mines de Jaachimstad, en Bohême, à 280 toises de profondeur.

De Luc, aux mines du Hartz, à 169 toises, a trouvé la température de $10^{\circ}\frac{1}{2}$. Mais dans un autre puits, à 170 toises de profondeur, le thermomètre s'éleva à 12 degrés.

Saussure trouva la température du fond de la grotte de la Balme un peu au-dessus de 9 degrés & demi.

Toutes les observations faites dans d'autres souterrains donnent constamment des résultats analogues à ceux-ci.

Il paroît donc, par les observations qu'on a faites dans tous les souterrains, à notre latitude environ de 40 à 50 degrés, que la température y est toujours à-peu-près de 10 à 12 degrés. Les petites variations qu'on observe dépendent plutôt de la nature des substances qu'on rencontre, que de la profondeur du lieu.

Lorsqu'on rencontre de l'eau, la température est plus froide.

Elle est plus douce dans les mines de charbon.

Saussure, dans les salines de Bex, à la profondeur de 677 pieds, observa que le thermomètre étoit à 13,9 degrés.

A la profondeur de 664 pieds, le thermomètre marquoit 12,5 degrés.

A la profondeur de 332 pieds, le thermomètre marquoit 11,5 degrés.

Mais dans ces salines, on y trouve du soufre & du gaz hépathique. Ce gaz paraît dû à la décomposition des pyrites : & cette décomposition est toujours accompagnée de chaleur (1).

Ce sera la décomposition de ces pyrites dans ces mines, comme dans celles de charbon, qui fait monter davantage le thermomètre, & donne une température plus douce.

Nous pouvons donc conclure de tous ces faits, qu'à notre latitude de 40 à 50 degrés, la chaleur intérieure des couches depuis 100

(1) Scheuzer rapporte qu'ayant fait sauter un rocher dans ces mines, il s'en dégagèa un fluide qui s'enflamma à la lampe d'un ouvrier, & le brûla : c'étoit ce gaz. (*Acad. des Sciences de Paris, ann. 1712.*)

pieds de profondeur jusqu'à quatre à cinq cents toises, est environ de 10 degrés au-dessus de zéro.

§. XLVIII. On a également cherché à déterminer la température qui règne au fond des eaux; mais nous avons peu d'observations.

Marfigli a fait beaucoup d'expériences pour cet objet dans la Méditerranée. Il plongea un thermomètre à 10, 20, 30, 120 brasses, aux mois de décembre, janvier, février, mars & avril; il trouva toujours $10^{\circ} \frac{1}{2}$, $10^{\circ} \frac{1}{4}$. Mais au mois de juin, il ne trouva plus que 6 à 7 degrés. Ses observations ne paroissent pas avoir été faites avec assez d'exactitude.

Phipps, dans ses voyages au pôle boréal, rapporte des observations précieuses sur la température des eaux des mers, qu'il fit, avec le docteur Irwing, à la latitude de $79^{\circ} 50'$.

Un thermomètre, plongé dans de l'eau puisée à 683 brasses, donnoit 40 degrés, thermomètre de Farenheit (1) ($3 \frac{1}{2}$ Réaumur).

Plongé dans de l'eau prise à la surface de la mer, il donnoit 55° , Farenh. (9° , Réaum).

(1) Dans le thermomètre de Farenheit 32° marquent la glace, ou zéro de Réaumur, & 212° marquent l'eau bouillante ou 80 de Réaumur. Ainsi chaque degré de Réaumur équivaut à $2 \frac{1}{4}$ de Farenheit.

Le thermomètre, à l'air, donnoit 66°, Far.
(14½ Réaum.)

Voici une table d'expériences qu'ils firent dans le sein de la mer.

La première colonne donne la saison;

La seconde, la profondeur en brasses (5½ pieds.)

La troisième donne la température de la mer, déterminée par le thermomètre.

La quatrième donne la correction du thermomètre, que nécessite la compression que lui fait éprouver le poids de la colonne d'eau.

La cinquième donne la température de la mer à une plus grande profondeur, environ mille toises.

La sixième donne la température extérieure.

Saison.	Jour.	Profondeur en brasses.	Températ. donnée par le thermomètre.	Température corrigée par rapport à la compression.	Températ. à une plus grande profondeur.	Températ. de l'air extérieur.
Juin.	20	780°	15°	11°	26°	48 ½
matin.	30	118	30	1	31	40 ½
soir.	30	115	33	0	33	44 ¾
Août.	31	673	22	10	32	59 ½

On voit, par la quatrième colonne, qu'à une profondeur d'environ 700 brasses, la température des eaux de la mer étoit à-peu-près 10° au thermomètre de Farenheit, ou—9°,

tandis que la température extérieure étoit à-peu-près 7° de Réaumur.

Mais cette température des eaux, à une profondeur de cent & quelques brasses, est plus froide.

Et à une profondeur de mille brasses, elle est à-peu-près zéro.

Cette différence, si elle étoit bien constatée par plusieurs observations, seroit fort intéressante. On pourroit dire qu'à cette profondeur de mille toises, cet excédant de chaleur est communiqué à l'eau par le sol. A une profondeur un peu moins considérable, l'eau est plus froide, parce que c'est celle qui s'est refroidie à la surface, qui est descendue par sa plus grande pesanteur.

Mais le maximum du froid est à la profondeur de cent & quelques toises. C'est celle de l'eau de la surface qui se précipite.

Forster rapporte que, par 55° de latitude sud, le 15 décembre 1772, le thermomètre, plongé à cent brasses ou 550 pieds, marquoit 34° Farenheit, & 1° de Réaumur; & un autre thermomètre, à la surface de l'eau, marquoit 30° Farenheit, ou 1° Réaumur.

Ellis eut des résultats analogues dans les observations qu'il fit dans les mers d'Afrique. « La chaleur, dit-il, diminuoit à mesure qu'on

descendoit ; mais lorsqu'on fut arrivé à environ six cents cinquante brasses , la chaleur augmenta. Elle étoit de 53° Farenheit , ou $+9^{\circ}$ Réaumur. Elle étoit encore la même à mille toises de profondeur.

Mais nous ne dissimulerons pas que toutes ces expériences ont besoin d'être répétées.

Saussure & Picet ont fait , dans des lacs de la Suisse , des expériences semblables , sur lesquelles nous pouvons compter davantage.

Le 12 février 1779, la température extérieure étant $2^{\circ}\frac{1}{4}$, ils plongèrent des thermomètres dans le lac de Genève à la profondeur de 950 pieds. Après les y avoir laissé séjourner plusieurs heures, ils les retirèrent. Ils marquoient $4^{\circ}\frac{1}{1}$ & $4^{\circ}\frac{3}{16}$.

La surface de l'eau donnoit $4^{\circ}\frac{1}{2}$, & même jusqu'à une certaine profondeur de cent & quelques pieds , on avoit $4^{\circ}\frac{1}{2}$.

Le terrain voisin du lac donnoit zéro.

Ainsi , la température du lac étoit $4^{\circ}\frac{1}{2}$ moins froide que la surface de la terre , & $5^{\circ}\frac{1}{4}$ plus froide que les caves de l'Observatoire.

Le 17 juillet 1779 , ils plongèrent dans le lac de Neuchâtel , à la profondeur de 325 pieds , deux thermomètres , un au mercure , & un autre à l'esprit-de-vin,

Retirés après plusieurs heures, le thermomètre au mercure marquoit 4 degrés.

Celui à l'esprit-de-vin $4^{\circ}\frac{2}{10}$.

La température de l'eau de la surface du lac étoit $18^{\circ}\frac{1}{2}$.

La température de l'air extérieur étoit $19^{\circ}\frac{1}{5}$.

« Voilà donc, dit Saussure, *Voyage dans les Alpes* (§. CCCXCVII), » la température du » fond du lac de Neufchâtel, au 17 juillet, » la même que celle du lac de Genève, au » 12 février; & il ne faut pas croire que ce » soit un phénomène particulier au lac de » Neufchâtel: car les expériences que j'ai » faites régulièrement, de mois en mois, sur » la température du lac de Genève, prouvent » que, même à une profondeur qui n'excède » pas cent cinquante pieds, il n'y a pas eu » de changement sensible.

» Je donnerai ailleurs les détails de ces expériences. Mais en attendant, je rapporterai » ici un des plus frappans. Le thermomètre, » plongé, le 5 août, vis-à-vis de Genthod, » à la profondeur de cent cinquante pieds, » s'est trouvé, en sortant de l'eau, à 4 degrés » $\frac{2}{10}$, tandis que la chaleur de l'eau, à la surface, étoit de 17° . Or j'avois trouvé, le » 17 février, la température du fond du lac, » dans le même lieu, à $4^{\circ}\frac{2}{3}$. La différence

» n'est donc que 0,14 degrés : & cette lé-
» gère différence doit être attribuée plutôt à
» l'impression que produisent sur le thermo-
» mètre les couches d'eau plus chaudes qu'il
» traverse en remontant , qu'à une augmenta-
» tion de la chaleur du fond même » (1).

Ces expériences prouvent , 1^o. qu'en été , dans les grandes chaleurs , la surface de l'eau est beaucoup plus chaude que son fond.

2^o. Qu'en hiver , au contraire , la surface de l'eau est plus froide que son fond.

Mais l'eau , à une certaine profondeur , a toujours une température plus froide que celle de l'intérieur de la terre. C'est un fait qui paroît certain.

Cette température paroît être d'environ 4 degrés à notre latitude.

Mais dans les mers , vers les pôles , la température est plus froide , puisque Forster n'a trouvé qu'un degré à six cents brasses aux 55 degrés latitude sud ; & Phipps , plusieurs degrés au-dessous de zéro à 80 degrés de latitude nord.

Dans les mers , entre les tropiques , la chaleur est plus considérable ; car Ellis a trouvé

(1) Voyages dans les Alpes , tom. 1 , pag. 30.
Saussure.

qu'à 650 brasses, le thermomètre marquoit 53° Fahrenheit, ou +9 Réaumur. Mais à une moindre profondeur, la température étoit plus froide.

On peut, je crois, assigner la cause de ces phénomènes d'après les connoissances que nous ayons.

1°. Il est prouvé que la chaleur spécifique de l'eau est considérable; il lui faut par conséquent beaucoup de tems pour changer de température. On connoît l'expérience de Black, qui ayant mêlé une livre de glace à la température de zéro, & une livre d'eau à la température de +60 degrés, obtint deux livres d'eau, dont la température étoit zéro.

2°. L'évaporation produit un froid plus ou moins vif. Or les eaux évaporent continuellement; ce qui doit par conséquent leur enlever sans cesse de la chaleur.

3°. L'eau froide est plus pesante que l'eau chaude. Si, dans une grande masse d'eau chaude, on verse une quantité considérable d'eau froide, on s'apercevra bientôt que celle-ci gagne le fond du vase, & que le thermomètre s'y soutiendra constamment plus bas que dans la partie supérieure du vase.

Nous pouvons donc supposer que la partie supérieure des eaux des mers & des lacs, dans

la zone torride & une partie de la zone tempérée, a une plus grande chaleur que la partie supérieure des mêmes mers & des lacs dans les zones glaciales & la partie des zones tempérées qui avoisine celles-ci.

Que cette partie supérieure des eaux des mers, dans les zones glaciales, est en général plus froide que leurs parties inférieures qui touchent le fond de la mer.

Que par conséquent ces eaux supérieures doivent sans cesse gagner le fond, & chasser en haut celles qui touchent le fond de la mer, comme plus chaudes & plus légères.

Que la même chose a lieu également dans les mers des zones tempérées & de la zone torride; car la portion supérieure des eaux de ces mers n'a jamais ou presque jamais une température au-dessus de dix degrés: & nous pouvons supposer que les eaux du fond des mers acqueriroient cette température, si elles étoient stagnantes, puisque c'est celle des continens. Mais elles ne peuvent acquérir cette température, puisque ces eaux inférieures sont sans cesse repoussées en haut par les eaux supérieures, qui sont plus froides, & par conséquent plus pesantes.

Nous devons tirer deux conséquences de ces faits.

La première, que les eaux des mers glaciales étant en général plus froides que celles des mers des tropiques, doivent affluer sans cesse vers l'équateur, & repouffer vers les pôles celles qu'elles viennent remplacer; ce qui établira dans les mers deux courans, l'un supérieur des pôles à l'équateur, & l'autre inférieur de l'équateur vers les pôles, comme nous le verrons ailleurs.

La seconde conséquence que nous présentent ces faits, est que le sol sur lequel reposent les eaux de la mer, doit avoir une température plus froide que les continens, à même profondeur, à notre latitude de 40 à 50 degrés. Car nous avons vu qu'à cette latitude, la chaleur centrale de nos continens est en général de dix degrés. Or celle du fond des mers à cette même latitude, n'est que de quatre degrés, suivant les expériences faites dans les lacs de la Suisse par Saussure & Pictet.

La chaleur des continens, entre les tropiques, à la même profondeur de 80 à 100 pieds, doit être beaucoup au-dessus de dix degrés. Car, dans ces contrées, le thermomètre ne descend jamais à zéro, excepté dans quelques montagnes élevées: il se soutient ordinairement à dix au moins, & monte, le plus souvent, au-dessus, & d'une quantité très-confi-

dérable. Nous avons estimé la chaleur moyenne, dans les plaines de ces contrées, à 20 degrés. Cette chaleur de la surface doit se communiquer aux couches intérieures, dont par conséquent la température, à une certaine profondeur, doit être au-dessus de dix degrés.

La température des eaux des mers, dans ces contrées, est au-dessous de ce terme. Les fonds, sur lesquels reposent ces mers, prendront leur température, & en auront par conséquent une inférieure à celle des continens à la même profondeur.

D'après les expériences d'Ellis, nous pourrions estimer 9° cette température des fonds de la mer à cette latitude.

Dans les zones glaciales, les choses se passent différemment. La chaleur moyenne est, comme nous l'avons vu, beaucoup au-dessous de dix degrés. Nous l'avons estimée, par approximation, à zéro. En supposant que la chaleur des couches, à la profondeur de cent pieds jusqu'à deux ou trois cents toises, fût autrefois, comme à notre latitude, de dix degrés, elles devront donc en communiquer sans cesse aux couches extérieures; ce qui leur ôtera beaucoup de leur chaleur. Il est donc certain qu'à une petite profondeur, la chaleur intérieure des continens à cette latitude, par exem-

ple, au Groenland, au Spitzberg, est inférieure à celle des bassins du fond de la mer. Nous verrons qu'en Sibérie, à la latitude de 66 degrés sur les bords du Vilhoui, le terrain, excepté à la surface, ne dégèle jamais à la profondeur de quinze à vingt pouces, en été.

Mais sans doute que cet état de congélation ne s'étend pas bien loin, & qu'à une profondeur plus considérable, & que nous ignorons, la température intérieure de ces contrées doit être à peu-près la même que celle des terrains qui sont situés sous l'équateur, parce que la chaleur doit nécessairement se mettre en équilibre dans toute la masse du globe, & que celle des contrées chaudes doit se communiquer aux régions froides.

Mais la température des mers à cette latitude, est difficile à déterminer. Il paroîtroit que celle des eaux, à une certaine profondeur, est tantôt au-dessus de zéro, tantôt au-dessous, d'après les expériences du docteur Irwing. Nous la supposons donc à zéro.

En résumant sur la température des eaux au fond des mers, nous dirons :

Qu'entre les tropiques, elle paroît être de 8 à 9 degrés.

A notre latitude, elle paroît être de 4 degrés.

Au

Au nord, elle paroît être zéro, ou même au-deffous.

D'où nous concluons que leur température moyenne est d'environ 6 degrés, c'est-à-dire, à-peu-près moitié au-deffous de celle des continents.

Nous répétons que nous n'avons pas assez d'expériences pour déterminer cette température d'une manière précise, & que celle que nous donnons n'est que par approximation.

Telles sont les chaleurs que nous pouvons estimer par approximation être dans les couches extérieures du globe jusqu'à mille toises environ de profondeur.

*DE L'INFLUENCE DU SOLEIL
SUR LA CHALEUR DE LA TERRE,
SOIT A SA SURFACE, SOIT A SON
INTÉRIEUR.*

§. XLVII. Depuis que l'esprit philosophique a porté de la précision dans toutes nos connoissances, on a soumis cette question à un nouvel examen. Les thermomètres comparables, & les observations multipliées qu'on fait journellement dans différentes contrées, nous ont fourni des moyens qu'on ne pou-

voit avoir auparavant. Les voyages ont surtout beaucoup étendu nos connoissances à cet égard. Les anciens, qui voyoient que plus ils approchoient de l'équateur, plus grandes étoient les chaleurs, & que plus ils avançoient vers les pôles, plus rigoureux étoient les hivers, croyoient les régions pôlaires inhabitables par le froid, & la zone torride insoutenable par le chaud. Ils n'auroient pas commis cette erreur, si leurs voyageurs avoient été aussi entreprenans que les nôtres.

Plusieurs élémens concourent à faire varier d'une manière aussi surprenante la température de la surface du globe. C'est au physicien à déterminer leur influence respective pour parvenir à un résultat général.

§. XLVIII. Le premier est la latitude. En général, le maximum de la chaleur est sous la ligne, & le minimum est aux pôles. La température des lieux intermédiaires est proportionnelle à l'éloignement ou au rapprochement des pôles.

Les plus grandes chaleurs observées sous la ligne, sont dans les sables brûlans de l'Afrique & de l'Inde. On dit avoir observé le thermomètre à 70 degrés au-dessus de zéro dans les plaines de l'Afrique.

Les plus grands froids sont dans les zones

glaciales. On a observé à Jeniféick en Sibérie, en 1738, le thermomètre à 70° au-dessous de zéro; & on dit qu'à Tornéo, le 5 janvier 1760, il étoit à 71° $\frac{1}{4}$.

En Sibérie, la terre gèle à plusieurs pieds de profondeur. Le froid y est des plus excelsifs.

« La terre ne dégèle jamais à une grande » profondeur sur les bords du Vilhoui par les » 66 degrés de latitude : les rayons du soleil » amollissent le sol à deux aunes de profon- » deur (1) dans les places sablonneuses éle- » vées. Les vallons où le sol est moitié sable, » moitié argile, sont encore gelés à la fin de » l'été à une demi-aune de leur surface (ou » treize pouces) ». *Pallas, voyages, tom. IV, pag. 133.* C'est ce qui conserve les chairs & les peaux des rhinocéros qu'on y trouve enfouis.

Le froid doit être encore plus considérable, à mesure qu'on descend sur les bords de la mer Glaciale.

Et sans doute, au Spitzberg, au Groenland, à la Nouvelle-Zemble... le terrain est gelé à de bien plus grandes profondeurs, & le froid

(1) L'aune de Russie est d'environ 26 pouces de France.

y est encore plus vif. C'est ce que nous pouvons conjecturer, d'après le rapport des malheureux évènements de Barentz, qui fut obligé de passer l'hiver de 1594 à la Nouvelle-Zemble.

§. XLIX. Le second élément, qui fait varier la température sur la surface de la terre, est la différente élévation du soleil sur l'horizon, & le séjour plus ou moins long qu'il y fait. C'est ce qui constitue la différence des saisons, dont nous calculerons bientôt l'influence.

§. L. L'élévation du lieu est un autre élément, qui fait varier la température. La plus grande chaleur, toutes choses égales d'ailleurs, est toujours dans les lieux les plus proches du niveau de la mer, c'est-à-dire, les plus bas, parce qu'ils tiennent plus à la masse du globe.

Et le froid le plus âpre se fait sentir sur les montagnes les plus élevées.

A Lima, la chaleur y est extrême.

Et à la même latitude, sur les hautes Cordilières, le froid est des plus piquans.

Au pied du pic de Ténériffe, il fait des chaleurs étouffantes; & le sommet de cette montagne est toujours couvert de neiges.

Il est même un phénomène assez singulier. On a observé qu'en montant sur les glaciers

dont sont couvertes ces hautes montagnes, dans l'instant où le soleil les éclaire, on a le visage brûlé; & cependant le thermomètre ne s'y soutient qu'à quelques degrés au-dessus de zéro, même dans les endroits où il n'y a pas de glaces. C'est ce qu'ont observé tous ceux qui ont gravi sur les glaciers de la Suisse, particulièrement sur le Mont-Blanc.

Les physiciens ont recherché les causes qui font varier d'une manière si surprenante la température dans la plaine & sur les montagnes. Ils en ont assigné plusieurs.

1°. Une montagne doit être regardée comme une portion qui s'isole de la masse du globe, & s'élance dans les airs. Elle doit donc plus perdre de sa chaleur que le globe lui-même. Et ce qui prouve toute l'activité de cette cause, c'est que le froid est d'autant plus considérable proportionnellement, que la montagne est plus isolée. Quitto est élevé de 1457 toises au-dessus du niveau de la mer: & cependant la température est assez douce, parce qu'il est situé sur une grande masse de montagnes; au lieu qu'un pic isolé, de la même élévation, feroit couvert de neiges la plus grande partie de l'année.

2°. Les rayons de lumière qui tombent sur un groupe de montagnes, se dispersent en

divergeant; au lieu qu'ils se concentrent dans la plaine, & y sont réfléchis de mille manières.

3°. L'atmosphère est moins dense à une certaine hauteur, que proche la surface de la terre.

Or cette densité de l'air atmosphérique contribue beaucoup à l'augmentation de la chaleur. Plus il est dense, plus il s'échauffe. Il retient par conséquent la chaleur plus longtemps.

Un air humide est plus dense par l'eau qu'il contient: aussi s'échauffe-t-il beaucoup, quoique plus lentement. Mais une fois qu'il est échauffé, il produit une plus grande chaleur.

Lorsque l'air a peu de densité, il s'échauffe moins. Ainsi, à la hauteur où l'air aura moitié moins de densité qu'à la surface de la terre, il doit s'échauffer moitié moins, par la même cause, toutes choses égales d'ailleurs.

Mais l'air n'agit-il pas encore d'une autre manière pour concentrer la chaleur? Je crois qu'on peut dire qu'il n'est pas bon conducteur de la chaleur. C'est ce que quelques expériences paroissent prouver: & par conséquent il ne la laissera pas dissiper.

L'air agit de même relativement à l'électricité. Il n'en est pas conducteur, & il la retient

sur les corps, à la surface desquels elle s'accumule.

Je pense donc que cette cause influe beaucoup sur la chaleur que concentre la densité de l'air atmosphérique. Car il faut regarder la matière de la chaleur comme celle du fluide électrique, cherchant toujours à se mettre en équilibre.

Saussure rapporte une expérience qui peut donner des vues sur la chaleur concentrée à la surface de la terre. Il construisit une caisse de bois, dont l'intérieur étoit doublé par des plaques de liége noirci par la chaleur, & épaisses d'un pouce. Il ferma cette caisse par trois coulisses de glace bien transparentes, posées les unes au-dessus des autres, en laissant entr'elles un pouce & demi d'intervalle. Il porta cette boîte, le 16 juillet 1774, à la cime du Cramont, élevé de 1403 toises. La chaleur se concentra au point que le thermomètre s'éleva à 70 degrés dans le fond de la caisse, quoiqu'à l'extérieur la température ne fût que de cinq degrés (1).

Ducarla a répété ces expériences : & en mettant plusieurs cloches cylindriques, dont le sommet étoit sphérique, les unes sur les autres,

(1) Saussure, Voyage, §. 932.

il obtint une chaleur assez grande pour fondre la cire.

Les couches de l'atmosphère peuvent donc produire le même effet que ces verres, & faire, comme eux, fonction de *condensateurs de la chaleur*.

§. LI. L'action des sels peut aussi modifier la température extérieure du sol.

Muffembroek a beaucoup accordé à cette cause. Il admettoit des parties frigorigènes, qu'il croyoit être de nature saline. Cette partie de son opinion est rejetée aujourd'hui. On ne croit pas qu'il y ait des parties frigorigènes.

Mais on ne peut nier qu'un mélange de sels avec de la glace pilée, de la neige, ou même de l'eau froide, n'augmente le froid. Or nous connoissons beaucoup de terrains qui contiennent une grande quantité de substances salines, sur-tout du nitre, du sel marin, du vitriol de magnésie... Ces sels se mélangent avec la neige & la glace fondante. Ils doivent donc augmenter prodigieusement le froid.

Il est vrai que cette cause se borneroit seulement à quelques contrées. Elle peut influencer sur les froids de la Sibérie, remplie de différentes espèces de sels, sur-tout de sel marin & de vitriol de magnésie, & dont la température est beaucoup plus froide que ne comporte sa

latitude. Car la latitude de Tobolsk, de Jeniseick est moins septentrionale que celle de Stockholm, de Pétersbourg & le froid néanmoins y est plus considérable. Il se peut donc que ce froid soit, en partie, dû à la quantité de substances salines qui se trouvent dans ces régions, & qui, en se mêlant avec l'eau, la neige . . . augmentent prodigieusement le froid, comme nous le faisons dans nos laboratoires.

§. LII. L'évaporation est une des causes qui peut produire le plus grand froid. On fait qu'en enveloppant un thermomètre d'une liqueur très-volatile, telle que l'éther, on le fait descendre à plusieurs degrés au-dessous de zéro.

Aux Indes, on se procure de la glace par évaporation. Voici le procédé qu'on emploie à Allahabad, à $25^{\circ}\frac{1}{2}$ de latitude. Suivant Barker (1), « on fait des fosses de trente pieds » carrés sur deux de profondeur; on en garnit » le fond d'une couche de cannes à sucre ou » de tiges sèches de blé d'inde à la hauteur » d'environ huit pouces. On place sur cette » couche de petites terrines basses qu'on remplit d'eau, qu'on a fait bouillir auparavant. » Ces terrines, non vernissées, n'ont qu'un

(1) Journ. de Physique, 1777, Mars, pag. 226.

» pouce & quart de profondeur , & un quart
 » de pouce d'épaisseur. La terre en est si po-
 » reuse , que l'eau pénètre leurs parois d'outre
 » en outre. On place ces terrines à l'entrée de
 » la nuit ; & le lendemain , avant le lever du
 » soleil , on trouve l'eau , contenue dans les
 » terrines , réduite en glace ».

Il est évident que cette congélation est due à l'évaporation de l'eau , qui transude à travers les terrines , & est absorbée par ces plantes sèches , sur lesquelles ces terrines sont placées.

Les pluies produisent aussi des froids dans les grandes chaleurs d'été : la plus petite pluie rafraîchit l'air.

Dans les pays chauds , sous les tropiques , la saison des pluies est leur hiver.

Néanmoins , en hiver , dans les tems des grands froids , les pluies annoncent que la température devient douce , parce qu'autrement cette pluie se changeroit en neige.

§. LIII. La nature du sol influe encore beaucoup sur la température extérieure.

Nous avons vu qu'en général l'eau n'acquiert jamais le même degré de chaleur que les continens ; que les eaux des mers , des lacs , sont plus froides que les terres : par conséquent ,

plus un pays sera couvert d'eaux, de rivières, ou de lacs, plus il sera froid.

Une région couverte de forêts, de broussailles . . . sera aussi, par la même raison, plus froide que celle qui sera découverte, parce que la première sera plus humide.

Un pays rempli de prairies sera encore dans le même cas; il sera toujours plus froid que celui dont le sol sera composé de terrains nus, soit qu'ils soient de terres végétales, de sables, ou de masses de roches.

Dans tous ces cas, l'évaporation, plus ou moins abondante, qui se fait, soit des masses d'eau, soit des forêts, soit des prairies, contribue aussi considérablement à l'augmentation du froid.

Enfin, la température des couches extérieures de la surface des mers & des lacs, est en général plus froide que celle des continens correspondans, excepté pendant l'hiver.

Mais les terrains qui acquièrent le plus de chaleur par l'action de la lumière, sont ceux qui en absorbent les rayons. Tels sont les terrains noirs. On fait que la neige qui est sur ces terrains fond beaucoup plus vite qu'ailleurs. Les cultivateurs, dans quelques contrées de la Savoie, répandent, au printemps, de la terre noire sur ceux de leurs champs qu'ils veulent

cultiver de bonne heure. La neige y fond quinze ou vingt jours plutôt qu'ailleurs.

§. LIV. La position du local a encore beaucoup d'influence sur sa température.

Un endroit situé au midi, au bas de collines ou de montagnes, qui réfléchissent les rayons du soleil, sera extrêmement chaud, tandis que l'autre côté de la montagne, qui sera exposé au nord, sera très-froid, quoique pas plus élevé que le premier.

§. LV. Les vents contribuent également à la température extérieure. Un vent sera plus ou moins chaud, plus ou moins froid, suivant les lieux qu'il aura traversés.

Les vents, qui ont traversé les pays chauds, ont acquis une grande chaleur. Voilà pourquoi les vents du sud, dans notre hémisphère, sont en général chauds, & ceux du nord froids. Cependant les vents de sud seroient froids pour une contrée qui auroit au midi de hautes montagnes couvertes de neige.

Les vents de terre sont en général plus chauds que ceux de mer, parce que ceux-ci se sont refroidis sur les eaux. Plus le continent qu'un vent aura traversé sera chaud, plus le vent le fera lui-même. Les vents d'est, sur la côte du Sénégal, sont étouffans, parce qu'ils ont traversé toute l'Afrique : & les mêmes vents

sont froids en Amérique, parce qu'ils ont traversé tout l'Océan Atlantique.

En France, les vents d'ouest sont froids & pluvieux, parce qu'ils ont traversé l'Océan Atlantique. Les vents de sud sont chauds, & assez souvent pluvieux, parce qu'ils viennent d'Afrique, & ont traversé la Méditerranée. Les vents d'est sont tempérés & secs, parce qu'ils ont traversé l'Asie, & une partie de l'Europe. Les vents de nord sont froids, venant des zones glaciales.

L'air n'acquiert cependant pas ordinairement la température de la surface de la terre. Pictet a constaté ce fait par des observations comparées. Il a placé des thermomètres en terre, d'autres proche la surface de la terre, de troisièmes à différentes élévations au-dessus de cette surface : ils n'ont jamais marqué le même degré de température.

Celui qui étoit placé à cinquante pieds au-dessus de la surface de la terre, montoit moins pendant le jour, & descendoit moins pendant la nuit que celui qui n'étoit qu'à cinq pieds au-dessus de la surface de la terre.

Celui qui étoit à cinq pieds au-dessus de la surface de la terre, éprouvoit de grandes variations. Il montoit très-haut à l'instant le plus chaud du jour. Une heure après le coucher du

soleil, il étoit à-peu-près au même degré que celui placé à cinquante pieds d'élévation; & ensuite il descendoit beaucoup plus bas. Il remontoit lorsque le soleil étoit levé.

Mais celui dont la boule étoit en terre est monté jusqu'à 45 degrés dans la journée, & il s'est soutenu à une grande hauteur pendant la nuit.

Ceci prouve que la surface de la terre conserve sa chaleur pendant la nuit, tandis qu'à une petite hauteur au-dessus de cette surface, la chaleur diminue beaucoup plus qu'à une élévation de cinquante pieds. C'est sans doute l'effet de l'évaporation.

J'ai fait des expériences semblables en hiver. Ayant placé un thermomètre en terre, de manière que son tube fût visible, & un autre à trois pieds au-dessus de la surface de la terre, dans un tems de forte gelée, le premier descendoit beaucoup plus bas que le second. La terre, à raison de sa densité, acquiert un plus grand degré de froid que l'air.

Il paroît surprenant d'abord que l'air, étant environ neuf cents fois plus léger que l'eau, & deux mille six cents fois plus léger que les substances qui composent les continens, puisse produire des changemens aussi subtils dans la

température extérieure, que le font les vents du nord & les vents du sud.

Mais qu'on observe que ces vents sont formés d'une masse d'air qui a deux à trois mille pieds de hauteur, & peut-être plus. Ils peuvent donc facilement faire fondre la glace, la neige, & faire dégeler la surface de la terre à la profondeur de quelques pouces.

La température des premières couches de la terre varie donc prodigieusement par ces causes extérieures, puisqu'elles peuvent s'échauffer jusqu'à 45, 50 & même 70 degrés dans la chaleur de l'été.

Et qu'en hiver, elles se refroidissent jusqu'à 30, 40 & peut-être 100 degrés.

Tandis qu'à quelques pieds de profondeur, cette température varie peu. Par exemple, à notre latitude, elle ne varie pas à quatre-vingts pieds de profondeur.

Mais sous la ligne, & vers les pôles, cette variation doit s'étendre à de plus grandes profondeurs.

Tel est le résultat des différentes observations qu'on a faites sur la chaleur, soit à l'intérieur du globe, soit à sa surface. Il nous reste à en rechercher les causes.

§. L V I. Le soleil entre sans doute pour beaucoup dans la chaleur qui se fait sentir à la

surface de la terre. Mais il n'en est pas de même de celle qu'on observe à son intérieur. Nous avons vu qu'à une petite profondeur, elle est constante, en hiver comme en été. C'est ce qui a forcé à recourir à une autre cause.

§. LVII. Kircher est un des premiers qui, depuis le renouvellement des sciences, ait reconnu une chaleur propre au globe, laquelle entretenoit cette température uniforme dans les entrailles de la terre. D'autres physiciens l'ont admise comme lui. Mais on peut regarder Mairan comme le premier qui a porté dans cette discussion, les principes nécessaires pour découvrir la vérité, en distinguant les différentes causes qui influent sur ce phénomène (1).

Il considère d'abord l'effet que produit l'action du soleil sur la surface de la terre. Il suppose avec Newton (*Princip. Mathem. lib. 3, prop. 8, corol. 4, & prop. 41*), que la force du soleil, pour échauffer un climat, est proportionnelle à sa lumière, & que sa lumière l'est à la densité ou quantité de ses rayons. Il est évident que plus la quantité de lumière,

(1) Mémoires de l'Académie des Sciences de Paris, 1719 & 1765.

qui

qui tombera sur un corps, sera considérable, plus grande sera la chaleur qu'elle produira.

Il cherche ensuite à déterminer cette quantité de lumière dans les différens climats, à raison des latitudes. Il trouve quatre élémens qu'il faut considérer.

§. LVIII. Le premier se tire de la lumière du soleil sur l'horizon. Plus cet astre approche du zénith du lieu qu'on considère, plus ses rayons dardent perpendiculairement, & plus leur chaleur aura de force. Halley pensoit qu'il falloit prendre la raison simple des sinus des hauteurs. Fatio soutenoit, au contraire, que c'étoit la raison des carrés. Mairan consulta l'expérience. Il prit des miroirs égaux, dont il fit tomber les rayons réfléchis sur la boule d'un thermomètre. Un seul miroir fit monter la liqueur du baromètre à trois degrés; deux miroirs la firent monter à six; trois miroirs, à neuf. D'où il conclut que la chaleur que produisent les rayons du soleil, suit la simple raison des hauteurs.

§. LIX. Le second élément se tire de l'intensité que la lumière conserve après avoir traversé l'atmosphère: car il se perd une plus ou moins grande quantité de rayons lumineux, suivant les sinus des hauteurs. Le calcul ne sauroit la déterminer. Bouguer a donné une

table, dans laquelle il assigne cette intensité pour toutes les différentes hauteurs du soleil. Il suppose la force de la lumière, en partant du soleil, être 10,000. Il trouve que lorsque cet astre sera au zénith, ou à la hauteur de 90 degrés, cette force, en arrivant sur la terre, sera réduite à 8136. Le soleil étant à 50 degrés de hauteur, cette force sera 7624. A 25 degrés de hauteur, elle sera 6136. A l'horizon de Paris, au solstice d'été, elle sera $7944 \frac{24}{100}$; & au solstice d'hiver, elle sera $5094 \frac{32}{100}$.

§. LX. Le troisième élément se déduit de la distance du soleil à la terre. En hiver, cette distance est 33780210 de lieues; & en été, elle est de 34934726 de lieues. Mais il demeure moins sur notre horizon en hiver. En balançant ces deux effets, il trouve que la force du soleil au solstice d'été est celle qu'il a au solstice d'hiver, comme 841 est à 900, ou à-peu-près comme 14 est à 15.

§. LXI. Le quatrième élément se déduit de la longueur des jours, ou des arcs semi-diurnes. Plus le soleil demeure de tems sur l'horizon, plus son action est prolongée. Mairan la suppose en raison du carré du tems. A Paris, les jours étant deux fois plus longs au solstice d'été qu'à celui d'hiver, cette cause doit être quadruple en été. La théorie ne

donne cependant que la raison directe des tems. Car une même cause qui agit pendant deux heures ne peut produire que deux fois autant d'effet qu'elle produit dans une heure, dès qu'on la suppose égale. Mais nous verrons que, suivant l'expérience, son effet fait une raison encore plus grande que celle des carrés. C'est ce qu'on appelle l'ACCÉLÉRATION de chaleur.

Cette cause reçoit une augmentation par l'effet des réfractions, qui prolongent la présence du soleil sur l'horizon, plus ou moins de tems, à raison des latitudes. Au pôle, par exemple, il n'y auroit qu'un seul point qui, aux équinoxes, ne dût point voir coucher le soleil; & au solstice d'été, il n'y a que les régions situées au-delà du cercle polaire, qui dussent le voir tout le jour. Ceci s'étend néanmoins à une beaucoup plus grande latitude, à cause de la force de la réfraction. C'est cette plus grande latitude, à laquelle s'étendent ces phénomènes, qui fixe le lieu que les astronomes appellent *le cercle déterminateur de la lumière & de l'ombre*.

§. LXII. Mairan cherche ensuite à déterminer l'intensité de ces quatre élémens aux deux solstices pour la latitude de Paris, en faisant toutes les réductions nécessaires.

- 1°. Hauteur, toute réduction faite,
 En été, $64^{\circ} 38' 37''$.
 En hiver, $17^{\circ} 41' 30''$.
- 2°. Intensité de la lumière,
 En été, $7944 \frac{94}{100}$.
 En hiver, $5094 \frac{38}{100}$.
- 3°. La force de la lumière est en raison inverse de la distance au soleil,
 En été, $9833 \frac{1}{2}$.
 En hiver, $10166 \frac{1}{2}$.
- 4°. Les arcs semi-diurnes sont, en été, $483'$, & en hiver, $245'$, dont il faut prendre les carrés.

Mairan prend ensuite les logarithmes de tous ces nombres, & il trouve :

1°. hauteur H	en été	9,9560057.	hiver	9,4839354.
2°. intensité I	été	3,9009050.	hiver	3,7070913.
3°. densité D ²	été	7,3678942.	hiver	8,0243428.
4°. arcs R ²	été	5,3678942.	hiver	4,7783322.
		<hr/>	<hr/>	
		27,2094066.		25,9837017.

Retranchant la petite somme de la grande, il reste $1,225,7049$, qui est le logarithme de $16 \frac{82}{100}$.

Ce sera le rapport de l'été solaire E à l'hiver solaire H à la latitude de Paris, & on aura E . H :: $16 \frac{82}{100}$. 1. En sorte que la chaleur du soleil, à Paris, sera seize fois plus grande en été

qu'en hiver, pour un moment déterminé; par exemple, pour midi des jours du solstice d'hiver & de celui d'été.

Mairan, pour avoir cette chaleur en parties trigonométriques, augmente du nombre 23 le logarithme de la formule $E. H :: 16 \frac{82}{100} . 1$. Il trouve en parties trigonométriques $16 \frac{82}{100} = \frac{16 \cdot 96 \frac{11}{100}}{963 \frac{17}{100}}$ dont la différence est 15232; c'est-à-dire, que la différence de l'été solaire à l'hiver solaire, est, à Paris, de 15232 parties trigonométriques.

Il recherche ensuite quelle est la différence réelle entre l'été vrai & l'hiver vrai. Amontons l'avoit trouvée dans le rapport de $51 \frac{1}{2}$ à 60, ou comme 6 est à 7.

Mairan compara toutes les observations thermométriques depuis 1701 jusqu'à 1756 pour Paris. Il trouva que la plus grande chaleur moyenne étoit de 1026 degrés, & le plus grand froid moyen 994 degrés, en supposant 1000 pour terme de la glace. Ce qui donne trente-deux parties thermométriques pour différence entre l'été & l'hiver réels, qui sont entr'eux comme 32 à 31.

Il a ensuite cherché quel étoit le degré de la plus grande chaleur moyenne dans tous les climats en été. Il a trouvé 1026 degrés.

Les quatre élémens déduits ci-dessus de l'action de la lumière du soleil, ne peuvent donner ce résultat, dit-il. Il faut donc en conclure qu'il y a une autre cause qui ne peut être que la chaleur centrale.

A Paris, la chaleur du soleil, en été est 32,02, & en hiver 1,02. Ainsi, l'émanation du feu central doit fournir 99,198.

Le rapport de cette émanation sera à la chaleur solaire, en été, comme 29,16 est à 1.

En hiver, comme 491 est à 1.

L'hiver & l'été vrais sont entr'eux comme 31 est à 32.

L'hiver & l'été solaires sont entr'eux comme 1 à $16\frac{22}{100}$; par conséquent ils diffèrent de plus de 15 entiers.

Tel est le précis du travail de Mairan.

Tous ses calculs sur l'intensité de l'action de la lumière du soleil sont fondés sur des principes incontestables. Il est sûr que plus le soleil a de hauteur, plus ses rayons approchent de la perpendiculaire, & moins il s'en perd en traversant l'atmosphère. Les calculs de Bouguer sur l'intensité d'action de la lumière du soleil sont exacts. D'ailleurs, plus cet astre est proche de la terre, plus de tems il demeure sur l'horizon, plus grande doit être sa chaleur.

Néanmoins il n'en est pas moins vrai que

L'expérience est contraire aux conséquences de Mairan. Elle ne pourroit y être conforme que pour deux jours séparés, l'un au solstice d'hiver, & l'autre au solstice d'été. Il ne prouve point que la chaleur du soleil, au solstice d'hiver, ne soit que la $\frac{1}{500}$ partie de la chaleur centrale, & que cette même chaleur, au solstice d'été, ne soit que la $\frac{1}{29}$ partie de la chaleur centrale.

Il avoit fort bien observé, dans son premier mémoire, qu'il y avoit dans la chaleur solaire une *accélération* considérable, qui produisoit le plus grand effet. Le plus haut degré de chaleur du jour n'arrive point à midi, mais deux ou trois heures après. Les jours les plus chauds de l'été ne sont point au solstice; ils sont environ quarante jours après le solstice. A mesure que le soleil approche du solstice, & en revient, il y a chaque jour une petite accélération de chaleur, dont la somme donne ensuite les grands degrés de chaud que nous observons. Sans cette accélération, le midi d'hiver, lorsqu'il fait un beau soleil, seroit, comme l'a fort bien dit Mairan, plus chaud que le matin ou le soir d'un jour d'été, en s'en tenant aux calculs rigoureux.

§. LXIII. Ces calculs ne donnent donc point le vrai rapport de la chaleur intérieure

de la terre avec celle que produit le soleil à sa surface. Ils supposent celle - ci beaucoup trop foible , relativement à l'autre. C'est que Mairan a oublié de tenir compte de cette *accélération*.

La température des caves de l'observatoire de Paris ne varie point ; elle est de 1010°. Ce feroit par conséquent celle de la surface de la terre à cette latitude , si des causes extérieures ne la modifioient.

Un corps , qui a un certain degré de chaleur , se refroidit continuellement. Le refroidissement sera d'autant plus prompt , que ce corps sera meilleur conducteur de la chaleur. Le globe de la terre , qui a un degré de chaleur quelconque , se refroidira donc aussi , comme les autres corps , plus ou moins promptement.

L'évaporation des liqueurs est un des meilleurs moyens pour dissiper la chaleur , comme nous l'avons vu. Les différentes portions de la surface de la terre se refroidiront donc d'autant plus promptement , qu'elles seront couvertes de portions de fluides , qui s'évaporent , comme d'eaux Romé de Lisse avoit peut-être trop accordé à cette cause (1) , en disant

(1) Action du feu central démontrée nulle à la surface du globe.

qu'elle étoit la cause principale du refroidissement de la terre. Cette évaporation est bien plus considérable, en été qu'en hiver, le jour que la nuit: & ce ne sont pas les instans du plus grand froid. Il y a donc encore d'autres causes qui concourent à produire cette grande différence qu'il y a dans la température extérieure.

Ce sont plutôt les pluies. Nous avons vu (§. LII), que la saison des pluies rafraîchit tellement l'air des contrées les plus chaudes, qu'on l'appelle leur hiver.

Quoique la lumière du soleil ne paroisse point avoir un certain degré de chaleur sur les hauteurs, & que peut-être elle n'ait point de chaleur réelle, il est certain que, parvenue à la surface du globe, elle en échauffe les corps, & l'air qui les environne, soit en mettant les parties du feu en mouvement, soit de toute autre manière que nous n'examinons pas ici. Mais cet air & ces corps se refroidiront, dès que la cause de leur chaleur cessera, c'est-à-dire, que le soleil disparoîtra. Par conséquent, si le soleil demeure long-tems sans remonter sur l'horizon, toute la chaleur qu'il aura produite sur la terre sera dissipée à son retour. Si au contraire il demeure peu de tems absent, une partie de cette chaleur subsistera encore

lorsqu'il reparoîtra : ce qui produira une accélération de chaleur.

Dans les grands jours de seize heures à notre latitude , le soleil n'est que huit heures absent. Sa chaleur n'a pas le tems de se dissiper avant son retour. Elle est au contraire presque toute dissipée , quand les nuits sont de seize heures. Aussi le froid se fait-il sentir vivement avant que le soleil reparoisse.

Dans la zone torride , les nuits étant de douze heures , la chaleur n'a pas le tems de se dissiper dans cet intervalle , & il en reste encore beaucoup le lendemain lorsque le soleil reparoît. Cependant les rosées abondantes qui tombent dans ces contrées , le miellat des plantes qui transude , sont autant de causes qui diminuent de plus en plus la chaleur , & rendent les nuits très-fraîches. L'accélération de chaleur y est donc plus considérable. Néanmoins il y en a une chaque jour : & , avec le tems , elle monteroit à un degré excessif , si la saison des pluies , des grands vents , & d'autres causes ne venoient détruire cette augmentation de chaleur.

Il faut encore observer que , sous l'équateur , la terre y est relevée de dix mille toises. Ainsi , les terres , sous cette partie , doivent

conserver davantage leur chaleur intérieure, toutes choses égales d'ailleurs.

§. LXIV. L'accélération de chaleur, produite par les rayons solaires, est donc une cause beaucoup plus puissante que toutes les autres, de la chaleur qu'on éprouve à la surface de la terre. L'erreur des calculs de Mairan vient de ce qu'il a négligé de tenir compte de cette accélération.

A Tornéo, par exemple, dans le tems que le soleil est au solstice d'été, ou après, ses rayons y tombent aussi obliquement qu'ils le font à notre latitude aux environs de l'équinoxe. Un grand nombre doit donc se perdre dans l'atmosphère. Leur choc sera très-oblique. Ainsi, ils ne frapperont point les corps avec la même force qu'ils font lorsqu'ils s'approchent de la perpendiculaire. Cependant ils produisent le même degré de chaleur que sous la zone torride. Ce ne peut donc être que par leur continuité d'action. Le soleil ne s'absente presque pas de dessus l'horizon. Ainsi, la chaleur qu'il communique chaque jour ne se perd pas. Elle s'accumule; & quelque foible qu'elle paroisse chaque jour, il arrive un point où elle monte au même degré que dans les climats les plus chauds.

Mais dès que le soleil se retire du côté de

l'équateur, ou vers le tropique opposé, les nuits commencent à devenir plus longues. La chaleur diminue peu-à-peu, & le froid parvient à un degré extrême.

Nous avons vu que, sur les bords du Vilhovi, par les 66 degrés de latitude nord, le terrain ne dégèle plus depuis environ deux pieds au-dessous de sa surface, jusqu'à une profondeur qui ne nous est pas connue : & cependant il y a un été. La terre y dégèle à la surface jusqu'à la profondeur de quinze ou vingt pouces, & y nourrit des végétaux. Cette chaleur ne peut donc être l'effet de la chaleur centrale, puisqu'au-dessous de vingt pouces, cette même terre est gelée jusqu'à une profondeur considérable, & ne dégèle plus. Elle est donc due uniquement à l'action des rayons du soleil.

Le même phénomène se présente dans toute l'étendue des zones glaciales.

Néanmoins, on auroit tort de prétendre que la chaleur intérieure du globe n'a aucune influence sur sa température extérieure. Car il n'est pas possible que les couches intérieures de la terre aient une chaleur de dix degrés, par exemple, à notre latitude, sans qu'elles n'en communiquent continuellement aux couches extérieures. Le froid seroit donc beaucoup

plus considérable à la surface de la terre, si cette chaleur centrale n'en tempéroit sans cesse l'âpreté.

Supposons qu'à une certaine profondeur, sous les zones glaciales, les couches intérieures de la terre n'eussent pas une chaleur quelconque, & fussent à zéro, par exemple: les couches extérieures auroient un degré de froideur beaucoup plus considérable qu'aujourd'hui: & par conséquent, en été, les rayons du soleil, au lieu de faire dégeler la terre à quinze ou vingt pouces de profondeur, ne la dégèleroit que de quelques pouces, ou de quelques lignes, comme il arrive dans les glaciers.

La neige offre un exemple frappant à cet égard. Les couches extérieures de la terre ne gèlent point lorsqu'il y a beaucoup de neige à notre latitude. Le froid pénètre beaucoup moins dans les caves & dans les celliers. C'est que cette couche épaisse de neige empêche le froid d'arriver jusqu'aux couches de la terre, lesquelles conservent la chaleur dont elles jouissoient. La neige fait ce qu'opéreroit tout autre corps qui couvriroit la surface de la terre d'une certaine épaisseur. Nos plus grands froids, à notre latitude dans les plaines, ne gèlent pas la terre à plus de 15, 18 à 20 pouces. Vingt pouces de neige empêcheront donc que la

gelée ne pénètre jusqu'aux couches de la terre. Mais au nord, & dans les hautes montagnes ; la gelée s'étend à une bien plus grande profondeur. Il faudroit donc plus de neige pour empêcher que les couches extérieures de la terre ne gèlent.

C'est ce que présentent les glaciers des hautes montagnes. Dans les endroits où ils ont peu d'épaisseur, leur portion, qui touche la surface de la terre, ne dégèle point ; mais lorsque leur épaisseur est très-considérable, la portion, qui est contigue à la terre, dégèle ; & il coule sans cesse sous ces glaciers une grande quantité d'eau, qui devient l'origine des fleuves les plus considérables. Mais la surface extérieure de ces glaciers dégèle peu. La glace n'y fond que de quelques lignes pendant le jour.

Résumons en peu de mots ce que nous avons dit sur les causes de la température extérieure.

La chaleur centrale, qui, à notre latitude, paroît être de dix degrés, se communique aux couches extérieures de la terre. Elles acquerroient donc la même température de 10 degrés, & la conserveroient, si des causes extérieures ne venoient y apporter de grandes différences.

Entre ces causes extérieures, il faut placer les eaux, les vents, l'évaporation, les pluies, la

nature du sol, son élévation qui diminuent cette chaleur.

Et, d'un autre côté, l'action des rayons du soleil, qui l'augmentent d'une quantité plus ou moins considérable.

Le froid moyen, à notre latitude, est de sept degrés au-dessous de zéro.

La chaleur y est de 26 degrés; ce qui fait en tout 33 degrés de différence.

Mais les rayons du soleil, donnant 1 degré au solstice d'hiver, en donnent 16,80 au solstice d'été.

Il faudroit donc encore 16,20 pour faire 33 degrés.

Or ces 16,20° ne peuvent venir que de l'accélération de la chaleur, produite par les rayons solaires, & laquelle s'accumule chaque jour. Car du solstice d'hiver au solstice d'été, la chaleur intérieure du globe ne peut changer d'une quantité sensible.

Mais sans cette chaleur intérieure les rayons du soleil ne pourroient produire une chaleur d'un degré au solstice d'hiver, ni de 16,80° au solstice d'été. La chaleur intérieure du globe influera donc réellement sur sa température extérieure, soit en hiver, soit en été.

On a dit: en supposant la température de

tout l'intérieur du globe à zéro, quel degré de chaleur le soleil produiroit-il à sa surface ?

- 1°. A l'équinoxe.
- 2°. Au solstice d'hiver.
- 3°. Au solstice d'été.

Je réponds qu'on ne peut point admettre cette supposition, parce que la température des couches de la surface seront toujours plus froides que celles de l'intérieur, & celles des pôles que celles de l'équateur...

§. LXV. Avec ces principes, on expliquera facilement tous les phénomènes que la température extérieure du globe nous présente.

1°. Celle qui est à l'intérieur de la terre à notre latitude ne change point, au moins à une certaine profondeur de quatre-vingts pieds, parce que le soleil lui rend à-peu-près autant de chaleur qu'elle en perd par le refroidissement.

Mais il paroît qu'à la même profondeur de quatre-vingts pieds, sous la zone torride, le thermomètre éprouveroit des variations en plus, c'est-à-dire, que la température y seroit plus élevée; tandis qu'à la même profondeur, sous les zones glaciales, la température moyenne seroit moindre, & le thermomètre seroit au-dessous de 1010 degrés.

Vraisemblablement,

Vraisemblablement, à de plus grandes profondeurs, la température intérieure seroit la même à toutes les latitudes. Car, dans l'intérieur du globe, la chaleur doit chercher à se mettre en équilibre, comme elle fait dans tous les corps. Les contrées sous la ligne, communiqueront donc sans cesse de leur chaleur aux couches qui avoisinent les pôles. Cette communication de chaleur doit être continue, de manière que toutes les couches intérieures du globe, à une grande profondeur, aient à-peu-près la même température. Si cela n'étoit pas, les couches intérieures, qui sont à notre latitude, variroient également de température.

2°. Il faut avoir égard, à la vérité, aux terrains situés sous les mers, dont la température n'est pas la même. Nous avons vu qu'il paroît que la température moyenne de la masse des eaux des mers peut être estimée à environ six degrés. Le sol sur lequel elles reposent doit donc leur communiquer sans cesse de la chaleur, & par conséquent perdre la sienne.

Le sol du fond des mers sera plus froid que la portion continentale des régions sous la zone torride & sous les zones tempérées, mais plus chaud que les continens des zones polaires.

Et comme il y a des mers qui ont une grande profondeur, peut-être d'une lieue, l'équilibre de température entre toutes les couches extérieures du globe, ne pourra donc être établi qu'à une profondeur de deux ou trois lieues peut-être.

3°. Sur les montagnes élevées le froid y est toujours plus grand que dans les plaines, 1°. parce que dans celles-ci la chaleur s'y dissipe moins; 2°. les rayons de lumière y sont plus ramassés, & s'y perdent moins, tandis que sur la croupe d'une montagne, ils sont rendus divergens; 3°. l'atmosphère est plus dense dans la plaine. Aussi ces montagnes perdent-elles journellement de leur chaleur.

4°. Car le froid paroît augmenter tous les jours dans les hautes montagnes. Les glaciers de la Suisse prennent des accroissemens continuels. Gruner rapporte que des prairies & des grandes forêts de mélèzes se trouvent aujourd'hui au milieu des glaces qui ne fondent plus. Il dit encore qu'on voit le haut du clocher d'un village qui a été englouti sous les neiges.

On voit les glaces & les neiges s'augmenter dans toutes ces hautes montagnes: & plusieurs passages, qui étoient ouverts autrefois, sont

impraticables aujourd'hui. Les habitans du Valais pouvoient communiquer avec le canton de Berne par le Grendewald, & aujourd'hui cela n'est plus possible. La grande mer de glace, qui couvre toutes les bafes du Mont-Blanc, prend auffi des accroiffemens journaliers.

Enfin, c'est une tradition constante parmi tous les habitans de ces montagnes, que les glaciers prennent journallement de nouveaux accroiffemens. Les chaffeurs l'affurent particulièrement, fondés fur ce que plusieurs passages, qui leur étoient ouverts, ne font plus praticables à cause des glaces.

Les glaces paroiffent également augmenter dans les régions polaires. Les navigateurs trouvent aujourd'hui plus d'obftacles de la part des glaces, pour voyager dans ces mers, qu'on n'en éprouvoit autrefois. Le détroit de Weigatz, que Barentz traversa en 1594, est aujourd'hui bien moins abordable.

5°. Les pays couverts de bois, coupés par des lacs, de grandes rivières, remplis de marais, de favannes... font plus froids que les autres régions à la même latitude. C'est pourquoi l'Amérique feptentrionale est beaucoup plus froide, aux mêmes latitudes, que l'ancien continent. La cause de ce phénomène

est l'évaporation, qui y est plus considérable.

Les contrées au contraire couvertes de sable, telles que les plaines d'Afrique, quelques endroits de l'Asie sont les pays les plus chauds de la terre.

Rome, & toute cette portion de l'Italie qui l'environne, étoient autrefois plus froides qu'aujourd'hui, parce qu'elles étoient couvertes de forêts. Il en est de même des parties méridionales de la France, de l'Allemagne . . .

D U R E F R O I D I S S E M E N T

D U G L O B E.

§. L X V I. Les faits que nous venons de rapporter ne permettent pas de douter que le globe n'ait perdu beaucoup de sa chaleur primitive. Aussi est-ce une vérité reconnue de tous les géologues.

Il tend à se refroidir continuellement, comme le font tous les corps chauds, dont la chaleur n'est pas renouvelée par une cause active. Or nous ne connoissons point de cause propre au globe, qui puisse compenser cette perte. Les feux souterrains produisent si peu d'effets à cet égard, qu'on fait que la température extérieure des montagnes qui les recèlent n'en est pas ex-

haussée sensiblement. Il y a des neiges qui ne fondent presque jamais sur l'Etna, sur le pic du Ténérife, sur Coto-Paxi...

On ne sauroit d'ailleurs supposer une grande masse de feux dans le centre de la terre. Nous n'avons aucun fait qui pût donner quelque poids à cette hypothèse.

Il n'y a donc que la chaleur communiquée par le soleil, qui puisse résister au refroidissement de la terre.

Le refroidissement d'une sphère est en raison de sa solidité. Si on pouvoit assigner le premier degré de la chaleur de la terre, & que celui que lui communique le soleil fût bien calculé, on pourroit donc déterminer le tems qui s'est écoulé, pour qu'elle parvînt à la température actuelle. Mais nous n'avons point de données à cet égard. Contentons-nous donc des faits que nous connoissons, & tâchons de découvrir si, dans ce moment, la terre acquiert ou perd de sa chaleur.

A notre latitude de Paris, $48^{\circ} 50'$, la chaleur des caves de l'observatoire ne varie pas; ce qui peut représenter la chaleur centrale. Elle est de 1010° , en supposant la liqueur du thermomètre divisée en mille parties.

La chaleur moyenne de nos étés est $1010 + 16 = 1026$ dans les plaines.

Et le froid moyen de nos hivers 1010 — 16
= 994°.

Dans le courant de l'année, la chaleur paroît être au moins aussi souvent au - dessus de 1010 qu'au-dessous.

Il paroîtroit donc qu'à notre latitude la partie continentale des plaines acquiert autant de chaleur pendant l'été par l'action du soleil, qu'elle en peut perdre l'hiver pendant son absence.

Dans les pays qui sont depuis cette latitude jusqu'à la ligne, la partie du continent doit acquérir beaucoup plus de chaleur qu'elle n'en peut perdre, puisque, dans la plus grande partie de ces contrées, le thermomètre ne descend jamais à zéro : & que, dans beaucoup d'autres, il se tient à plusieurs degrés au-dessus de zéro, & monte souvent à 30 & 32 degrés. Aussi la chaleur moyenne de ces contrées est-elle beaucoup au-dessus de 10 degrés.

Dans les zones situées depuis notre latitude jusqu'aux pôles, la partie continentale doit perdre plus de sa chaleur qu'elle n'en gagne par l'action du soleil. Les hivers sont très-longs & les froids très-rigoureux. Aussi est-on sûr que l'Islande est beaucoup plus froide aujourd'hui qu'elle ne l'étoit il y a peu de siècles. Elle étoit couverte de belles forêts, & il n'y croît aujourd'hui que des arbres rabougris.

La Scythie, cette pépinière ancienne d'hommes forts & robustes, devoit avoir autrefois une température bien plus douce que celle de notre Sibérie & de notre Tartarie.

La même chose a lieu dans toutes les hautes montagnes, qui se refroidissent continuellement, comme nous l'avons vu dans les montagnes de la Suisse.

Mais ces dernières zones, y compris les hautes montagnes des autres zones, sont à peine le quart de celles où il y a augmentation de chaleur.

Par conséquent toute la partie continentale du globe acquerra plus de chaleur qu'elle n'en perd.

Mais il faut prendre d'autres données pour les régions occupées par les eaux, parce que celles-ci ne reçoivent pas le même degré de chaleur que les terres.

La chaleur moyenne des mers, entre les tropiques, n'est peut-être que 9 degrés, & elle est même vraisemblablement au-dessous.

Dans les mers des zones tempérées, la chaleur moyenne des eaux n'est peut-être que de 4 degrés au-dessus de zéro.

Dans les mers des zones glaciales, la chaleur moyenne n'est peut-être que d'un ou deux degrés au-dessus de zéro. Elles sont, le

plus souvent, couvertes de glaces auprès des continens & des îles.

Il faudroit donc prendre un terme moyen pour déterminer le degré de chaleur de toute l'étendue des mers. Mais nous n'avons point assez d'observations pour le fixer d'une manière certaine. Il est sûr néanmoins qu'il seroit beaucoup au-dessous de dix degrés. Nous l'avons fixé à six degrés ; tandis que la chaleur moyenne des continens est au-dessus de ce même terme de dix degrés. Nous l'avons fixé à 12 degrés.

Les peuples instruits de l'Europe ont aujourd'hui des possessions dans toutes les contrées de la terre, & à toutes les latitudes. Il seroit à désirer qu'ils fissent les observations suivantes.

Je voudrois qu'à Tornéo, à Abo, à Archangel, à la baie d'Hudson, en Islande, & dans toutes les contrées les plus froides de notre hémisphère, on creusât à la profondeur de quatre-vingt à cent pieds des galeries d'une certaine étendue, dans lesquelles on feroit des observations thermométriques, comme à l'observatoire de Paris.

Que la même chose se fit à toutes les latitudes, sur-tout auprès des grandes villes, comme Upsal, Stockholm, Pétersbourg, Tobolsk, Copenhague, Vienne, Londres, Berlin, Turin, Madrid, Philadelphie, Boston . . .

Que les mêmes observations se fissent dans les pays chauds, à Madras, à Pondichéri, à Batavia, au Cap, à Lima, à Carthagène, au Sénégal.

Il faudroit aussi multiplier les observations thermométriques dans le sein des mers à différentes profondeurs, à différentes latitudes, & en différentes saisons, pour avoir des résultats certains.

Par ces moyens, on auroit, au bout de quelques siècles, des observations précieuses sur la chaleur centrale, & on sauroit si elle éprouve des variations à différentes latitudes; si elle augmente, ou si elle diminue.

Nous ne pouvons, dans ce moment, prononcer avec certitude sur ces objets; néanmoins, en partant des faits que nous avons, je pense qu'on peut dire:

Que la chaleur intérieure des continens, situés entre les tropiques, augmente à une certaine profondeur.

Que celle des continens, situés dans une partie des zones tempérées, ne souffre pas beaucoup de variations.

Que celle des continens polaires & des hautes montagnes diminue considérablement à une certaine profondeur.

Que celle des régions, situées sous les mers, diminue chaque jour.

Et qu'en somme, la chaleur du globe diminue journellement.

§. LXVII. J'ai supposé que, dans les premiers tems, lors de la cristallisation générale du globe, sa chaleur centrale étoit au moins égale à celle de l'eau bouillante, & même supérieure. Il m'est facile maintenant de prouver que je n'ai pas poussé trop loin la supposition.

1°. Il est prouvé, comme nous venons de le voir, que le globe se refroidit continuellement.

2°. Le globe existe sous sa forme actuelle depuis un nombre de siècles, que nous ne pouvons assigner, ni même soupçonner. Mais cette durée doit être beaucoup plus considérable que nous ne pourrions le croire.

Prenons seulement l'époque où a commencé l'existence des états organisés. A combien de milliers de siècles ne doit-elle pas remonter, pour qu'il ait pu exister une si grande quantité de bois fossiles, de coquillages, & d'animaux.... & pour que toutes les couches secondaires aient pu être produites?...

Mais que de milliers de siècles ne s'étoient pas encore écoulés depuis la cristallisation première jusqu'à l'origine des êtres organisés?

Les données pour assigner ces durées nous

manquent. Mais nous pouvons dire en général qu'elles remontent à un nombre de siècles que nous ne pouvons soupçonner.

Or, s'il est prouvé, comme nous venons de le dire, que le globe perd journellement de sa chaleur, quelque petite que soit supposée cette perte dans une année, dans un siècle, qu'a-t-elle donc dû être dans cette suite innombrable de siècles qui se sont écoulés depuis sa formation en globe?

Et qu'on observe encore que cette perte devoit être d'autant plus considérable, que sa chaleur étoit plus élevée, parce que l'action du soleil pouvoit moins la compenser.

Par conséquent, dans le principe, cette chaleur, que les faits prouvent avoir été très-considérables, devoit plus diminuer proportionnellement qu'elle ne fait dans cet instant.

On doit conclure de tous ces faits que la chaleur première du globe, sa chaleur centrale, devoit être, dans les premiers momens qui ont suivi sa cristallisation, beaucoup plus considérable qu'elle n'est aujourd'hui.

Et en supposant qu'elle étoit supérieure à celle de l'eau bouillante, on ne trouvera pas cette estimation trop forte. Je crois même qu'elle est beaucoup trop foible; car, en

suivant les analogies, cette chaleur devoit être de plusieurs degrés au-dessus de celle de l'eau bouillante.

§. LXVIII. Mais cette diminution de chaleur ira-t-elle toujours en croissant ?

Ou y aura-t-il un terme quelconque, passé lequel cette chaleur ne diminuera plus ?

Ou pourra-t-il arriver une époque à laquelle cette chaleur augmentera ?

Nous ignorons tout ce qui est arrivé à notre globe, & ce qui peut lui arriver encore. Mais en partant des faits connus, & suivant les analogies, voilà ce que nous pouvons dire.

Un des élémens de la chaleur à la surface de la terre, est la présence des rayons solaires. Or ces rayons ont plus ou moins de force, à raison de la distance de cet astre.

1^o. Newton, & plusieurs autres géomètres, croient que, dans la suite des siècles, la terre peut s'approcher du soleil. Première cause qui pourroit augmenter la chaleur à la surface de la terre.

2^o. Une autre cause influera sur la température des étés & des hivers.

L'apogée du soleil arrive aujourd'hui dans les premiers jours de juillet, & son périégée dans les premiers jours de janvier.

Mais dans quarante à cinquante mille ans, l'apogée se trouvera au solstice d'hiver, & le périhélie au solstice d'été.

L'été, toutes choses égales d'ailleurs, fera donc, à cette époque, plus chaud, & l'hiver plus froid qu'aujourd'hui.

3°. Un des autres élémens de la chaleur est l'état de la surface de la terre. Des terrains humides, couverts de bois, de lacs, de mers... sont en général plus froids qu'un terrain nu, formé de terres, de sables, de pierres.

Les montagnes sont plus froides que les plaines.

Or, dans ce moment, la surface de la terre est plus cultivée : l'homme abat les forêts, dessèche les marais, resserre le cours des fleuves.

Les lacs diminuent, ainsi que les mers.

Les montagnes s'abaissent journellement.

Ces causes doivent donc rendre moins froide la température extérieure du globe.

4°. La densité de l'atmosphère est un autre élément de la chaleur à la surface de la terre.

Or l'atmosphère est maintenant moins chargée de vapeurs, puisque les terrains humides, les forêts, les eaux, les lacs, les mers perdent journellement.

Cette densité de l'atmosphère doit diminuer

de plus en plus, puisque toutes les causes dont nous venons de parler, diminuent journellement.

5°. Cette densité de l'atmosphère diminue encore par l'action d'une cause plus générale. Nous verrons que tout porte à croire que la hauteur de l'atmosphère étoit beaucoup plus considérable après la formation du globe, qu'elle ne l'est aujourd'hui, parce qu'il s'est combiné, & il se combine journellement, une grande portion d'air dans les substances qui forment les nouvelles couches de la terre.

Voilà donc une multitude de causes qui doivent influer sur la température de notre globe.

Il seroit difficile d'en calculer les effets, parce que nous ignorons quelle peut être leur intensité de chacune en particulier.

Mais ne peut-il pas y avoir une cause intérieure & propre au globe, qui puisse rehausser sa chaleur ?

Nous n'en connoissons point d'autre que l'inflammation spontanée des différens corps combustibles qu'elle renferme, charbons, tourbes, bois fossiles, pyrites . . . Celles-ci s'enflamment & communiquent l'embrasement aux autres substances. Y a-t-il une assez grande

quantité de ces matières combustibles, pour que tout le globe pût s'enflammer? C'est ce que nous examinerons ailleurs.

DES DIFFÉRENS AIRS.

§. LXIX. On connoît un très-grand nombre de diverses espèces d'airs, qui existent ou combinés avec les différens minéraux, ou libres, soit dans les différentes cavités du globe, soit dans le sein de l'atmosphère. Nous aurons occasion de voir ces airs dans les analyses que nous rapporterons des substances minérales. Je vais rappeler ici succinctement les principales espèces qui nous sont connues.

1°. L'air pur. Il se trouve en quantité dans toutes les eaux qui coulent à la surface & à l'intérieur du globe.

Il existe également dans les chaux métalliques, telles que celles de manganèse, de mercure, de plomb, de cuivre...

Enfin, il est une des parties constituantes des acides, & peut-être de plusieurs autres corps.

On peut donc assurer que cet air est antérieur à la cristallisation des terrains primitifs.

2°. L'air impur ou phlogistique (azote de la nouvelle nomenclature) (1).

Il existe en grande quantité dans toutes les eaux.

Il paroît aussi se trouver dans plusieurs chaux métalliques.

Enfin, il forme la majeure partie de l'atmosphère.

On peut donc le regarder comme antérieur à la cristallisation des terrains primitifs.

3°. L'air inflammable (hydrogène de la nouvelle nomenclature). Il se rencontre dans un grand nombre de cavités souterraines, & de galeries minérales. Les ouvriers le connoissent sous le nom de feu brisson, de moffetes. Il s'enflamme au feu de leurs lampes, & détonne avec grand fracas au toit des galeries, où il se porte par sa grande légèreté. C'est surtout dans les galeries de charbon où il est le plus abondant.

On trouve aussi l'air inflammable dans les eaux des marais.

Comme il y a des mines métalliques dans les terrains primitifs, l'air inflammable peut aussi s'y trouver.

(1) Je continuerai d'employer la nomenclature la plus usitée dans les sciences.

4°. L'air hépatique , ou air inflammable sulfureux (hydrogène sulfuré de la nouvelle nomenclature). Il existe dans plusieurs mines. J'en ai observé dans les galeries des salines de Bex.

Plusieurs eaux minérales en sont chargées.

Enfin , il peut se trouver dans les mines métalliques des terrains primitifs.

5°. L'air inflammable phosphorique (hydrogène phosphoré de la nouvelle nomenclature).

Je soupçonne qu'il existe dans une mine de plomb d'Angleterre, qui détonne dès que les ouvriers l'attaquent.

C'est ce même air qui entretient les fontaines brûlantes, telles que celle de Piétra-Mala, celle du Dauphiné . . .

L'acide phosphorique existe dans les terrains primitifs. Ainsi, il est très-vraisemblable que l'air inflammable phosphorique s'y trouvera également.

6°. L'air fixe , ou acide aérien (acide carbonique de la nouvelle nomenclature). Cet air est très-abondant dans le règne minéral. On le retire de toutes les pierres & terres calcaires. Je crois qu'il existe dans le quartz.

Il se trouve dans plusieurs chaux métalliques.

La plupart des eaux en contiennent une quantité plus ou moins considérable.

On le trouve encore dans plusieurs grottes souterraines, comme à la grotte du Chien...

Cet air étoit antérieur à la cristallisation des terrains primitifs. Car on trouve dans ces terrains beaucoup de quartz, de spath calcaire, de pierres calcaires, de chaux métalliques, qui contiennent cet air...

Ces différentes espèces d'air ont donc existé antérieurement à la cristallisation du globe, & faisoient partie des différentes substances qui ont formé les terrains primitifs.

D E L A F O R M A T I O N D E L' A T M O S P H È R E .

§. LXX. Tout l'air existant n'est pas entré dans les différentes combinaisons minérales primitives. Une partie est demeurée libre. Par sa grande légèreté, elle s'est élevée au-dessus des autres substances, & a formé l'atmosphère.

L'atmosphère sera donc composée des mêmes airs qui se trouvent combinés dans les minéraux; savoir, de l'air pur, de l'air phlogistique, ou impur, de l'air inflammable, & de l'air fixe ou acide aérien.

Ce dernier, étant très-soluble dans l'eau,

est saisi promptement par les eaux pluviales, qui l'entraînent avec elles dans les mers & les lacs. D'ailleurs sa grande pesanteur (la pesanteur du pied cube de l'air atmosphérique étant 720, celle de l'air fixe est 1080) l'empêche de pouvoir se soutenir dans le vague de l'atmosphère, & le fait précipiter sans cesse sur la terre. Aussi toutes les eaux en contiennent-elles une certaine quantité.

L'air inflammable étant très-léger, gagne les parties supérieures de l'atmosphère. C'est pourquoi on a observé que l'air est moins pur à une certaine hauteur, telle que douze cents, quinze cents toises qu'à une hauteur moyenne.

Il ne reste donc, pour composer la partie inférieure de l'atmosphère, que l'air pur & l'air impur.

Les expériences les plus exactes paroissent indiquer que l'air pur en est la 0,26^e partie, & l'air impur la 0,74^e partie.

Le poids d'une colonne de l'atmosphère équivaut à une colonne de vingt-huit pouces de mercure, ou de trente-deux pieds d'eau.

La hauteur exacte de l'atmosphère n'est point encore connue. Peut-être même varie-t-elle lorsque la présence du soleil dilate l'air, ou que son absence le fait condenser. Il seroit cepen-

dant intéressant d'avoir des notions justes à cet égard.

On avoit cherché à calculer la profondeur de l'atmosphère par le baromètre. Sur les bords de la mer, il se soutient à vingt-huit pouces. Il diminue d'une ligne par soixante-treize pieds, dans les premiers momens d'élévation.

Mais l'air étant un fluide élastique, & très-compressible, les couches basses éprouvent une compression qui n'est pas connue. On connoît encore moins la dilatation des couches supérieures. On ne peut donc calculer au juste la progression de la diminution de densité des couches de l'atmosphère. On supposoit qu'à la première ligne d'abaissement du mercure dans le baromètre, il falloit ajouter un pied. A la seconde ligne d'abaissement, on devoit ajouter deux pieds; à la troisième ligne, trois pieds... Mais ces estimations ne se font pas trouvées justes. Car sur le Pitchinca, proche Quito, à deux mille quatre cent trente toises d'élévation, le mercure descend à quinze pouces onze lignes. Sur le Chouffai, élevé de mille neuf cent cinquante-deux toises, le mercure se soutient à dix-sept pouces dix lignes. D'où on a calculé qu'à ces hauteurs une ligne d'abaissement du mercure correspondoit à quinze ou seize toises d'élévation.

A la cime du Mont-Blanc, élevé de 2453 toises, le baromètre ne se soutenoit plus qu'à 16 pou. $\frac{144}{100}$. Ainsi, à la hauteur de 2800 toises, il ne se soutiendrait plus qu'à 14 pouces.

En supposant la même progression, la hauteur de l'atmosphère indiquée par le baromètre ne seroit que de quelques lieues, environ quatre à cinq.

Mais tous les autres phénomènes indiquent que sa hauteur est beaucoup plus considérable.

Les réfractons astronomiques donnent pour hauteur de l'atmosphère dix-huit à vingt lieues.

On ne peut encore s'en rapporter à cette estimation. Car il n'y a point de réfraction sensible auprès de la lune; & cependant on ne peut douter qu'elle n'ait une atmosphère, puisqu'on y a apperçu des volcans. Il se pourroit donc que l'atmosphère terrestre s'étendît beaucoup plus loin que ne le supposent les réfractons astronomiques.

Les phénomènes de l'aurore boréale ont fait croire à Mairan que l'atmosphère terrestre avoit deux ou trois cents lieues de profondeur.

Il faut donc reconnoître que la gravité de l'air atmosphérique, indiquée par le baromètre, suit, en s'éloignant de la terre, une progression

plus considérable qu'on ne le suppose, en calculant d'après celle que nous a donné l'observation à de petites hauteurs.

Il paroît vraisemblable que la dilatation de l'air atmosphérique est beaucoup plus grande dans les couches supérieures qu'on ne le suppose communément, quoiqu'il sembleroit, au premier aspect, qu'elle devoit être moindre, à cause du froid excessif qui règne dans ces régions. Nous voyons effectivement qu'on ne peut obtenir un vide presque insensible sous le récipient de la machine pneumatique, parce que l'air a une si grande expansibilité, qu'arrivé à ce dernier point de dilatation, il acquiert un volume que nous ne connoissons point. Il doit donc jouir de la même expansibilité dans les dernières couches de l'atmosphère terrestre; ce qui donnera à cette atmosphère une étendue beaucoup plus considérable qu'elle ne sembloit devoir être. Peut-être est-elle de plusieurs milliers de lieues. Mais, à cette hauteur l'air sera extrêmement rare (1).

(1) Cassini, dans les Mémoires de l'Académie des Sciences de Paris, 1733, va même jusqu'à dire: « La dilatation de l'air dans l'atmosphère, à différens degrés de hauteur, se fait encore dans une proportion

§. LXXI. L'atmosphère terrestre doit être contigue à l'atmosphère solaire, qui l'enveloppe entièrement. Car il est prouvé par les phénomènes de la lumière zodiacale que l'atmosphère solaire s'étend au-delà de l'orbite de la terre, & y est visible. Elle paroît se prolonger jusqu'à l'orbite de mars, & vraisemblablement beaucoup plus loin.

L'atmosphère terrestre doit être un sphéroïde très-relevé sous l'équateur : 1°. à cause de la force centrifuge ; 2°. à cause de la grande raréfaction qu'y produisent les rayons du soleil.

Mais un phénomène intéressant pour le géologue est que l'atmosphère terrestre devoit être beaucoup plus considérable après la formation des terrains primitifs, qu'elle ne l'est aujourd'hui. Car, depuis cette époque, il s'est combiné une quantité immense des différens airs dont elle est formée, pour la composition des nouvelles couches de la terre.

» plus grande que le quarré des poids dont il est
» chargé ; ce qui donne la hauteur de l'atmosphère
» beaucoup plus grande qu'on ne l'avoit cru jusqu'à
» présent, puisque, suivant cette règle, lorsque l'air
» ne sera chargé que du poids d'une ligne de mer-
» cure, l'étendue qui y répond sera de 1185450 toises,
» ou de plus de 500 lieues. »

1°. Pour la formation des végétaux & des animaux, dont les débris font partie des couches calcaires, des bitumes, & des bois fossiles.

2°. Pour la formation des différentes substances salines, acides, & alkalines qui se trouvoient dans ces couches nouvelles, surtout pour l'air fixe qui y est si abondant.

3°. Pour la formation du soufre, du phosphore, & des substances métalliques, dans lesquelles il est vraisemblable qu'il entre différens airs.

4°. Pour la formation des nouvelles terres produites par les forces vitales des êtres organisés, dans lesquelles il est aussi vraisemblable qu'il entre différentes espèces d'airs. Ces terres font la calcaire, la magnésie, l'argileuse, la quartzeuse, peut-être la pesante.

Puisque l'atmosphère terrestre avoit, dans les commencemens, une hauteur beaucoup plus considérable qu'aujourd'hui, ses couches inférieures devoient avoir une densité plus grande que celle qu'ils ont maintenant, étant comprimées par une colonne plus élevée.

Nous avons vu (§. L.) que cette plus grande densité contribuoit à la plus grande chaleur, qui régnoit, dans ces momens, à la surface de la terre.

D E S V E N T S.

§. LXXII. L'action des vents est si forte sur les eaux des mers, & les courans de celles-ci ont une si grande influence sur la surface de la terre, que le géologue ne peut se dispenser de parler des uns & des autres.

L'atmosphère terrestre est un fluide immense, qui a neuf mille lieues de circuit proche la surface de la terre, & une hauteur considérable, dont nous ne connoissons point les limites, comme nous venons de le voir. Son équilibre est sans cesse troublé : & il s'y excite des courans, comme dans tout fluide, dont les parties cessent d'être équi pondérantes.

Elle doit être considérée comme faisant partie du globe terrestre. Sa portion inférieure en suit à-peu-près les mouvemens. Mais à mesure qu'elle s'en éloigne, ce mouvement n'est plus le même.

Si on suppose que l'atmosphère s'étendît jusqu'à la lune, cette couche ne se mouvroit pas plus vite que la lune elle-même ; c'est-à-dire, que sa rotation diurne, au lieu d'être de vingt-quatre heures, ne s'achèveroit que dans

le mois lunaire de vingt-sept jours sept heures quarante-trois minutes quatre secondes $\frac{6}{15}$.

Les couches d'air intermédiaires entre celles, qui sont à la surface de la terre, lesquelles achèvent leur révolution diurne en vingt-quatre heures; & celles qui, à la hauteur de la lune, ne l'acheveront qu'en vingt-sept jours huit heures, feront la leur plus ou moins promptement, à raison de leurs différentes hauteurs, c'est-à-dire, du carré de la distance.

Ainsi, la couche d'air qui seroit à la moitié de la hauteur de la lune, demeureroit quatre fois moins de tems à faire sa révolution, que celle qui seroit à la hauteur de la lune.

La couche qui sera au-dessus des plus hautes montagnes, se mouvra moins vite que ces montagnes. Il paroîtra par conséquent que cette couche aura un mouvement contraire à celui de la terre, ou d'orient en occident.

Il est donc certain qu'à une certaine hauteur au-dessus des plus hautes montagnes, il y aura un courant très-prompt qui portera de l'orient à l'occident. Ce sera un vent d'est bien plus rapide que celui que nous éprouvons à la surface de la terre: & plus on s'élevera, plus il sera accéléré.

Qu'on se rappelle qu'un point de la surface de la terre sous l'équateur parcourt neuf mille

lieues en vingt-quatre heures, c'est-à-dire, trois cent soixante lieues par heure, six lieues par minute, & deux cent quarante toises par seconde; c'est-à-dire, qu'il se meut aussi vite qu'un boulet de canon de vingt-quatre, qu'on estime parcourir deux cent cinquante toises par seconde: & l'on jugera quelle doit être la rapidité du mouvement de l'atmosphère.

(Qu'on se rappelle encore que Laplace a démontré qu'un corps, lancé du haut d'une montagne avec une vitesse seize fois plus grande que celle d'un point pris à cette surface, ou que celle d'un boulet de canon, ne retomberoit plus sur la terre, mais se mouvroit autour d'elle comme un satellite, en supposant nulle la résistance de l'air.)

Mais ne considérons ici que les couches de notre atmosphère, qui sont moins élevées que les plus hautes montagnes. Elles auront, à raison de la légèreté de l'air, un mouvement moins prompt que le globe. Ceci leur donne donc, relativement à lui, un mouvement apparent d'orient en occident. D'où naît le vent général d'est. Première cause de ce vent alisé.

§. LXXIII. Une seconde cause du vent général d'est a été assignée par d'Alembert. Il a

prouvé que le soleil & la lune agissoient sur l'atmosphère, comme sur l'Océan, & y produisoient un mouvement semblable vers l'occident, c'est-à-dire, des marées. Cette cause entretiendra donc un vent général d'est.

§. LXXIV. Une troisième cause du même vent d'est provient de la chaleur du soleil. On a prouvé que l'air, depuis le terme de la glace jusqu'au 25^e degré de Réaumur, se dilate d'un septième, & d'un tiers jusqu'au degré de l'eau bouillante. Or, sous la ligne, la chaleur du jour va jusqu'à 30 & 40 degrés, tandis que les nuits sont assez fraîches. Lorsque le soleil reparoit sur l'horizon, il doit donc exciter une grande dilatation dans cet air rafraîchi par la nuit. Cette dilatation produira donc un vent qui précédera son lever. Aussi le vent d'est est-il plus sensible à l'aurore : & il est toujours assez violent pour être frais. Cette troisième cause est plus puissante en été qu'en hiver.

Voilà donc trois causes du vent général d'est.

1^o. La rotation du globe, laquelle, à raison de sa masse, est plus accélérée que celle de l'atmosphère.

2^o. L'action du soleil & de la lune sur l'atmosphère.

3°. La dilatation que produit sur l'atmosphère l'action du soleil.

§. LXXV. Mais le soleil & la lune n'ont point toujours la même position, relativement à la terre. Celle-ci s'écarte de $23^{\circ} 27' 2''$ de chaque côté de l'équateur céleste; c'est-à-dire, que son axe est incliné de cette même quantité: & la lune s'écarte de chaque côté de l'équateur terrestre quelquefois de plus de 30° . Les différentes positions de ces deux astres produiront de nouveaux changemens dans l'atmosphère terrestre, comme ils en produisent dans l'Océan, relativement aux marées. Aussi avons-nous des vents plus ou moins impétueux aux équinoxes, aux solstices, aux différens points de la lune.

Néanmoins les plus grands changemens dans les vents seront produits principalement par les différens degrés de chaleur, que la présence ou l'absence du soleil occasionnent alternativement dans les deux hémisphères de la terre. Ce sont des vents constans & réguliers.

Lorsque le soleil correspond à un des tropiques de la terre, il éclaire & échauffe tout cet hémisphère. Il y a un jour de plusieurs mois à ce pôle. La chaleur y devient confi-

dérable, & monte jusqu'à 28 & 30 degrés. Les neiges & les glaces fondent....

Dans le même tems le pôle opposé est couvert d'épaisses ténèbres. Le froid le plus rigoureux s'y fait sentir, des brumes continuelles y règnent. La neige s'y amoncelle de plusieurs pieds. Les eaux y perdent leur liquidité. On y trouve des glaçons de plusieurs centaines de pieds d'épaisseur.....

On sent combien l'air doit être condensé par un froid que nous avons vu monter jusqu'à 70 degrés, & qui sans doute va encore beaucoup plus loin. Si la condensation par le froid est proportionnelle à sa dilatation par la chaleur, elle fera de près d'un tiers de ce qu'elle est au terme de la glace.

Le soleil revenant ensuite échauffer cet hémisphère, dilatera cet air jusqu'à 25, 30 & même 40 degrés au-dessus de zéro. Quelle dilatation n'éprouvera-t-il donc pas? elle sera de moitié de son volume (1).

(1) « Il est démontré que le poids absolu de la » colonne d'air verticale sous l'équateur, pendant les » grandes chaleurs de l'été, n'est pas la moitié si grand » que celui d'une pareille colonne sous le cercle pô- » laire en hiver; & l'équilibre ne s'établit que par » l'élasticité de l'air ». Daniel Bernoulli, *du flux & reflux*, §. XIV.

Lorsqu'on échauffe un corps, l'air se porte à la surface; il se dilate, & gagne la partie supérieure: un autre air le remplace. Ce qui établit un courant vers le corps échauffé.

Le soleil passant du côté du pôle boréal en avril, mai, juin, l'air de ce pôle se portera, par la même raison, du côté du tropique du cancer qui est échauffé le premier. Il s'établira donc dans ces régions un vent du nord proche la surface de la terre.

Mais cet air qui s'écoule ainsi, doit être remplacé par un autre, lequel ne peut venir que des parties supérieures de l'atmosphère, qui, étant éloignées de la surface de la terre, ne sont pas échauffées.

Il s'établira donc au printems, un courant d'air à la surface de la terre qui portera du nord au midi. Ce courant arrivé à une certaine latitude, rencontrera le grand courant de l'orient, ou vent d'est. Il se fera un mouvement composé, qui donnera un vent nord-est.

Ce vent gagnera, pour lors, la partie supérieure de l'atmosphère: & arrivé à une certaine hauteur, il refluera au pôle boréal.

Ainsi, il y aura un double courant dans cette portion de l'atmosphère; un inférieur du pôle au tropique du cancer: & un supérieur de ce même tropique au même pôle.

demiers

Le soleil arrivé au solstice d'été échauffera tout cet hémisphère : & il n'y aura point de courant ou vent général en juin, juillet & août.

Il y aura seulement des vents locaux, comme des brises de terre & de mer..... des vents des plaines aux montagnes, & des montagnes aux plaines....

Mais cet astre rétrogradant, ce pôle se refroidira : l'air se condensera ; &, étant plus froid, il refluera sur celui de la zone tempérée. Il se produira donc encore un vent de nord.

Ce vent de nord augmentera de plus en plus à mesure que le soleil s'avancera vers l'autre tropique, le tropique du capricorne.

Il s'établira également dans cet hémisphère des vents de sud, qui partiront du pôle austral vers l'équateur, près la surface de la terre.

On voit donc que l'atmosphère terrestre éprouve deux grands mouvemens généraux.

1°. Le courant général d'orient en occident, ou vent général d'est.

2°. Deux courans continuels de chacun de ses pôles vers l'équateur, dans sa partie inférieure ; tandis que dans sa partie supérieure ces derniers

derniers

derniers courans en occasionneront d'oppofés qui porteront des tropiques aux pôles.

Tels feroient les courans excités dans l'atmosphère, si la surface de la terre étoit plane, c'est-à-dire, fans montagnes, & composée de matière homogène, ou toute couverte d'eau, ou toute composée d'une même espèce de terres ou de pierres.

§. LXXVI. Mais la surface de la terre est bien éloignée d'être homogène & plane.

Là, font des montagnes élevées toujours froides & souvent couvertes de neige. L'air ne peut donc y éprouver la même dilatation que dans la plaine, qui a un degré de chaleur plus ou moins confidérable.

Ici, font des pays découverts, des sables brûlans.....

A côté, font des forêts, des prairies, des savanes....

Ailleurs, font de grandes pièces d'eau, des marais, des rivières, des lacs, des mers, qui, comme nous l'avons vu, ne prennent jamais la même température que les continens.

Ces pièces d'eau font différemment terminées relativement aux continens. Elles avancent ici dans les terres, & font des golfes profonds. Ailleurs, ce sont les terres qui font des

avancemens, & forment des caps, des promontoires.

Il y aura donc différentes dilatations & condensations de l'air, & dans les plaines, & dans les montagnes, & sur les eaux, & dans les pays couverts de bois, & dans ceux qui sont cultivés, & dans les sables brûlans..... c'est ce qui produit les vents de terre & les vents de mer; les vents des plaines & les vents des montagnes, ou brises de mer & de terre, brises de plaines & de montagnes.....

Toutes ces causes agiront différemment, & dans l'été & en hiver, le jour & la nuit, & modifieront sans cesse les vents généraux.

Enfin, ces vents ne sont pas à une grande hauteur au-dessus de la surface de la terre: d'où il s'en suivra qu'une grande masse de montagnes qui se trouve opposée à la direction du vent, en détournera le cours, comme nous le voyons arriver pour les courans des fleuves.

La grande chaîne des Cordilières arrête le vent d'est sur les côtes orientales de l'Amérique, & le force à refluer de chaque côté vers les pôles, ce qui établit deux nouveaux vents de côte, qui portent de l'équateur aux pôles. On ne retrouve le grand vent alizé dans la mer du Sud, que bien loin des côtes.

§. LXXVII. Plusieurs autres causes qui dé-

pendent toujours du même principe de dilatation ou de condensation de l'air, modifieront les vents généraux, & donneront naissance à une multitude de vents particuliers & locaux.

Les nuages interceptent les rayons du soleil, d'autres fois ils les condensent.

Les pluies rafraîchissent toujours l'air, & le condensent.

Ce sont autant de causes qui troubleront l'équilibre de l'atmosphère & produiront des vents. Ceci est sur-tout sensible dans les pays chauds, où il y a des pluies de plusieurs mois.

La végétation absorbe beaucoup d'air au printemps & en été.

Au contraire, en automne & en hiver la décomposition de toutes les plantes annuelles, & celle des feuilles des plantes vivaces font dégager beaucoup de cet air absorbé.

Les vapeurs souterraines, les gaz, les mofettes, les éruptions volcaniques, la combustion des corps, la respiration & la transpiration des animaux & des végétaux, la formation & la décomposition de tous les corps de la nature, absorbent tour à tour de l'air, qui s'en dégage ensuite..... Toutes ces causes troubleront l'équilibre de l'atmosphère.

Les grands mouvemens des eaux, des fleuves,

des torrens, des mers... donneront aussi une impulsion à une masse d'air, & causeront des vents.

Enfin, l'électricité aérienne paroît aussi pouvoir troubler l'équilibre de l'air. De violens ouragans accompagnent ordinairement les tems de tonnerre. Une forte explosion de tonnerre est souvent accompagnée de pluie. On peut supposer qu'il y a quelquefois combustion d'une certaine quantité d'air inflammable, & d'air pur, ce qui produit un vide momentané, où l'air ambiant se précipite. Le froid qui produit la grêle, y influe également.

Ou, peut-être, l'électricité contribue-t-elle à soutenir les vapeurs qui se précipitent en pluies, lorsque cette électricité se dissipe; & cette pluie chargeant la température de l'air, produit des vents.

L'aurore boréale étant un phénomène électrique, peut produire les mêmes effets.

Enfin, il se dégage quelquefois des courans d'air de certains terrains, tels que le volcan d'air de Macaluba dont nous parlerons; celui qui se dégage de toutes les eaux minérales, les gaz, les mofettes des mines.... Les actes de Léipsick, parlent d'un lac du côté de Boleslaw en Bohême, d'où il sort des vents impétueux.....

Telles sont les principales causes des vents.....
Nous allons essayer d'en faire l'application aux vents principaux qui sont connus (1).

§. LXXVIII. Un vent général & qui souffre peu de variations s'appelle alisé. Ces vents ne se trouvent que dans les grandes mers, où nulle cause locale ne peut les faire varier. Aussi ne les observe-t-on que sur la mer Atlantique, celle du Sud & celle des Indes. Ils y soufflent constamment, soit à l'est, soit au nord, soit au sud.

En partant de l'Europe pour les côtes d'Afrique, on rencontre un vent alisé vers 28 à 30 degrés de latitude. Il est dans ces parages est-nord-est, lorsque le soleil est au midi de la ligne. Mais aux mois de mai, de juin, de juillet, il change à l'est-quart de sud, ou est-sud-est. Ces vents, soit qu'ils soient au nord ou au sud de l'est, soufflent d'abord avec modération. Ils acquièrent ensuite de la force en s'approchant du tropique. Cette force se soutient jusqu'à 14 ou 12 degrés de latitude. Ils se fixent pour lors à l'est-nord-est & à l'est. A la fin de juillet & tout le mois d'août, les vents du sud qui viennent du pôle opposé, s'étendent quelquefois jusqu'à 11° de latitude

(1) Voyez Dampierre.

septentrionale, où ils se fixent entre le sud-est & le sud-ouest.

Aux mois de décembre & janvier, le véritable vent d'est souffle entre le troisième & quatrième degré. A mesure que le soleil reprend sa course vers le nord, les vents du sud augmentent & vont souvent au-delà de la ligne. Dans les mois intermédiaires, il y a des calmes, des tornados plus ou moins dangereux. Si on range plus à l'ouest, sur les côtes d'Amérique, les vents sont plus constants au sud-est. Aussi, les bons navigateurs, pour revenir des Indes, rangent toujours les côtes d'Amérique, & pour y aller, ils passent à égale distance d'Afrique & d'Amérique.

Les vents, dans la mer des Indes & dans celle du Sud, sont aussi alisés. Ils sont est, tirant sur le sud; le plus souvent du côté du sud, c'est l'est - sud - est; & du côté du nord, est-nord-est. Cependant, les vents du sud s'étendent souvent au-delà de la ligne. Ces vents sont très-réglés sur la grande mer du Sud, & ils tiennent jusques sur la côte d'Afrique, du côté de Madagascar. Mais, depuis l'Archipel Indien jusques aux mêmes côtes de l'Afrique, au nord de la ligne, ils changent tous les six mois, & ils prennent le nom de *Mousson*.

Sur la côte d'Afrique, du côté d'Angola,

& sur celle du Pérou, il souffle des vents de côte qui sont entre sud-ouest & le sud. Ils s'étendent plus ou moins en pleine mer. Au Pérou, ils s'étendent jusqu'à 150 ou 200 lieues en mer, qu'on trouve le vrai alisé, qui est sud-est. Sur les côtes du Mexique & de Guinée, les vents de côte sont presque constamment à l'ouest. Mais au-dessus de la Guinée, ils sont sud-ouest, jusqu'au Cap Sainte-Anne, à 6° latitude nord; & depuis le Cap Verd, jusqu'à celui de Bojador, à 27° de latitude, il est entre le sud-est & l'est.

Nous allons passer aux endroits où les vents alisés sont les plus changeans : je veux dire, depuis le Cap de Bonne-Espérance, en longeant les côtes d'Afrique & d'Asie, jusqu'à la Chine. Partant du Cap de Bonne-Espérance, jusqu'à celui des Courans, les vents, entre mai & octobre, sont constamment ouest ou nord-ouest, jusqu'à trente lieues des côtes. Le reste de l'année ils sont à l'est, entre est-nord-est & est-sud-est. Plus haut, jusqu'à la Mer Rouge, les vents sont variables depuis octobre jusqu'au milieu de janvier, se tenant néanmoins le plus souvent au nord. Depuis janvier jusques en mai, ils sont nord-est, ensuite ils deviennent sud-est, sud-sud-est. Dans la Mer Rouge, les vents sont au sud-ouest,

depuis mai jusqu'en octobre & assez violens. Ils tournent ensuite peu-à-peu au nord, & se fixent au nord-est jusqu'en avril, qu'ils repassent au nord.

Du Cap de Gardafu à celui de Comorin, tout le long des côtes, & delà jusqu'à la Chine & au Japon, on a, depuis avril jusqu'en septembre, un vent d'ouest, qu'on appelle Mousson d'ouest; & de septembre en avril, un vent contraire qu'on appelle Mousson d'est. Ces vents ne changent pas tout-à-coup; c'est peu-à-peu: & dans les intervalles, il y a de grands orages & de grandes tempêtes. Pendant la mousson d'ouest, ou l'été, c'est la saison des pluies sur presque toute cette côte: elles y sont toutes abondantes & de longue durée. La plupart des rivières y subissent des débordemens considérables. Cependant la position des côtes y fait quelques exceptions comme au Malabar & à Coromandel. Mais lorsque la mousson d'ouest règne au nord de la ligne, il s'en élève une de sud-sud-ouest à son midi; & en septembre, lorsque la mousson d'est s'élève au nord de la ligne, c'est un vent de nord-nord-est qui règne du côté du sud. Outre ces moussons constantes, il y a encore des petits vents de côte le long des continens. Ils paroissent dépendre des brises de mer & de terre dont nous avons parlé.

§. LXXIX. Cherchons maintenant les causes physiques de tant d'irrégularités apparentes. Tous les vents alifés se rapportent principalement au vent d'est, modifié tour-à-tour par les vents de nord & sud. Nous avons assigné les causes des uns & des autres. Ceux de sud s'étendent ordinairement en delà de la ligne, parce que le pôle austral étant ordinairement plus froid que le pôle boréal, la dilatation y doit être plus considérable, lorsque le soleil y arrive. Cependant, dans beaucoup de parages, il n'y a qu'un vent d'est à deux ou trois degrés de chaque côté de la ligne : ou, tour-à-tour, le nord-est & le sud-est se contrarient.

En partant de ces principes, il sembleroit que les vents de nord & de sud ne devroient point régner en même tems aux deux pôles. Car, si c'est la présence du soleil qui y raréfie l'air lorsqu'il est en-deçà de la ligne, il ne devroit y avoir qu'un vent de nord, & un de sud, lorsqu'il est au-delà : & cependant ils subsistent l'un & l'autre en même tems ; à la différence seulement, qu'au pôle échauffé le vent qui en vient est plus violent que celui qui vient de l'autre pôle. Ainsi nous avons vu que le vent du nord est plus fort, lorsque le soleil est dans notre hémisphère, que celui du sud, & réciproquement. Aussi, avons-nous dit

que ces phénomènes prouvoient que c'étoit par la partie supérieure de l'atmosphère principalement qu'étoit fourni l'air nécessaire pour remplacer celui qui étoit condensé.

Mais on peut assigner la cause de ces courans constans soit du nord, soit du sud, quoique le soleil soit dans l'hémisphère opposé. Dans les portions les plus voisines de l'équateur, comme depuis le trentième, même le quarantième degré, l'air y est toujours constamment dilaté pendant le jour, par la chaleur du soleil; la fraîcheur de la nuit, qui est considérable dans ces contrées, le condense ensuite. L'air doit donc y affluer du pôle, ce qui détermine un courant constant du pôle à l'équateur, & qui se soutient pendant le jour. Ce courant sera encore entretenu par la violence avec laquelle l'air supérieur se précipite au pôle; & le grand froid qu'il éprouve lui donne une élasticité & une condensation qui lui font surmonter facilement la petite résistance que lui oppose celui qui est vers l'équateur.

La même cause établit des courans auprès des corps très-échauffés. L'air est dilaté à leur surface. Celui qui est plus éloigné reflue sur celui-ci, dès qu'il éprouve le moindre degré de refroidissement, ce qui arrive sans cesse, parce que le coup de feu n'est point toujours

le même, & il est chassé à la partie supérieure. La même chose arrivera à ce nouvel air qui est porté sur le corps enflammé. Qu'on allume un grand feu au milieu d'un champ; s'il n'y a point de vent, l'air s'y précipitera de tout côté, parce que celui qui étoit contigu sera chassé en haut par les causes dont nous venons de parler. C'est ce qui se passe en grand pour l'air situé entre les tropiques qui éprouve de continuelles alternatives de dilatation le jour & de condensation la nuit. Celui des pôles le repousse, ce qui établit les deux courans de sud & nord, qui sont ensuite modifiés par le grand courant à l'est, d'où naissent les vents alisés de nord-est & de sud-est. Mais une partie de cet air ainsi refoulé, est obligée de gagner la partie supérieure de l'atmosphère, d'où il coule ensuite vers les pôles, pour y remplir le vide qui s'y fait: ce qui établit un courant continu des pôles à l'équateur, proche la surface de la terre, & un autre dans le sens opposé de l'équateur aux pôles, dans la portion supérieure de l'atmosphère.

Mais ces causes générales éprouvent de grandes variations qui produisent des vents souvent contraires. Nous allons en saisir les plus constantes. Elles doivent se rapporter à deux grandes causes; la partie des montagnes

qui souvent réfléchissent les vents & en changent la direction; car la plupart ne paroissent pas s'élever à une grande hauteur au-dessus de la surface de la terre. Secondement, la dilatation & la condensation plus ou moins considérables de l'air sur les terres & sur les mers, suivant l'absence ou la présence du soleil.

Nous avons fait l'histoire des vents alifés qui règnent entre les tropiques à la latitude de 28 à 30 degrés. Mais en-deçà de cette latitude, au lieu de vents de nord-est & de sud-est, ce sont des vents variables dérivant le plus souvent à l'ouest, à une plus grande latitude par-delà les quarantièmes degrés. Pour revenir par exemple, de l'Amérique, on dérive au nord par les 30 à 40 degrés de latitude, où on trouve le vent d'ouest. Des Philippines à Acapulco, on va aussi prendre la hauteur de la Californie. Egalemeut lorsque du Cap de Bonne-Espérance, on veut aller du côté de la nouvelle Hollande, on évite aussi la latitude du vent alifé, & on s'écarte au sud au-delà des trentièmes degrés. Ces vents ne sont pas aussi réglés que les grands vents alifés; mais, néanmoins, ils sont assez constans.

Leur cause est encore fort obscure. On a dit qu'ils étoient le produit du remou des grands vents alifés, mais cela ne paroît pas être. Le

remou n'est produit que par un obstacle qui se rencontre dans le courant & qui en empêche une portion d'aller aussi vite que l'autre : ce qui ne peut pas être dans cette circonstance. J'aimerois donc mieux dire que ces vents d'ouest sont produits par les vents alifés réfléchis. Nous avons vu qu'au golfe du Mexique, il y a un vent d'ouest ou nord-ouest ; il parvient jusqu'en Europe, modifié par le vent du nord, ce qui fait le vent de nord-ouest, dont nous parlons. C'est le vent alifé qui, n'ayant pu traverser les Andes, en est réfléchi. Il ne peut s'échapper au sud, à cause du vent de côte qui est sud-ouest. Il faut donc qu'il coule au nord. La dilatation considérable que l'air doit éprouver dans ce golfe, y contribue encore. En sorte que le vent alifé du côté de la ligne qui est nord-est, doit faire comme une espèce de tourbillon, & décrire un grand cercle. Partant du pôle, il descend le long des côtes d'Europe & d'Afrique, comme vent de nord ; arrivé sur les confins du grand vent alifé, il devient nord-est en prenant une direction moyenne, quelquefois il parvient ainsi jusqu'à l'équateur ; & enfin réfléchi par les montagnes des Cordilières, qu'il ne sauroit franchir, vu leur hauteur, il se change en nord-ouest, puis en ouest par-delà la latitude de 30° , & il revient en Europe sous cette direction.

Il en fera de même au nord de la mer du Sud. Le vent alifé va se réfléchir contre les côtes de la Chine, du Japon, de l'Inde, surtout contre les grandes montagnes de la Tartarie : & tournant à l'ouest, il revient sur les côtes de la Californie ; ce qui produit encore une espèce de tourbillon qui lui fait décrire un grand cercle. La même chose s'observe dans les mers australes ; mais le vent d'ouest n'y est pas aussi violent, parce que les pointes des continens au Cap de Bonne-Espérance & au Cap Horn, ne se prolongent pas assez loin vers le pôle austral.

Voilà donc un double mouvement qu'éprouve la portion inférieure de notre atmosphère : elle se porte d'abord des pôles vers l'équateur ; une partie est obligée de gagner les régions supérieures de l'atmosphère, pour couler de nouveau vers le pôle : l'autre suit quelque tems la direction de l'équateur sous le nom de vent d'est, nord-est, & sud-est. Réfléchie ensuite par les continens, sa direction change pour former, pendant quelque tems, les vents de côte qui la porte à l'ouest, & revient d'où elle étoit partie. Rencontrant pour lors les vents des pôles, elle devient nord-ouest, puis nord, & enfin nord-est d'un côté, sud & sud-est de l'autre.

Tous ces vents seront fingulièrement modifiés par les brises de mer & les brises de terre. L'air n'éprouve pas les mêmes degrés de dilatation ou de condensation sur mer que sur terre; ce qui, auprès des grands continens, donne origine à différens courans, qui sont l'origine des vents qu'on appelle de côte. Nous allons parler des principaux.

Sur toute la côte d'Afrique, du côté de la mer Atlantique, le vent de côte ne porte point à l'est, mais au sud de ce côté de la ligne, & au nord en delà de la ligne. Mais le plus souvent il porte à l'ouest, c'est-à-dire, sur les terres, sur-tout dans les saisons de pluies; parce que dans ces tems l'air de dessus les terres, qui avoit été prodigieusement échauffé, se condense, tandis que celui de la mer n'éprouve point le même changement; ce qui l'oblige à refluer sur le continent. Le sud-ouest règne au-delà de la ligne, lorsque le soleil est en-deçà, parce que c'est, pour lors, l'hiver du Cap & de toutes ces contrées: & réciproquement le nord-ouest règne en-deçà, lorsque le soleil est dans les signes méridionaux. Sur la côte orientale d'Afrique, les vents de côte sont en général sud-est & nord-est par la même raison, le vent général d'est y contribue également.

Sur les côtes du Chili & du Paraguay, le

vent d'est est arrêté par les Cordilières ; & c'est le vent de sud qui domine. Au golfe du Mexique, le vent d'est est aussi arrêté par les grandes montagnes : mais la dilatation de l'air dans ce golfe, qui est très-chaud, produit un vent d'ouest. Il paroîtroit que sur les côtes du Chili, on devroit avoir également un vent de sud-ouest ; on ne le trouve que beaucoup plus bas. C'est sans doute la grande échancrure que forme dans le continent, le golfe du Mexique, qui y détermine à cette latitude le vent d'ouest.

De l'autre côté des Cordilières, sur la mer du Sud, le vent d'est ayant été interrompu par les hautes montagnes, ne reprend son cours qu'à près de 200 lieues en mer ; & il règne sur les côtes des vents de sud & de nord non contrariés.

Les moussons des grandes Indes sont beaucoup plus difficiles à expliquer. Celles qui règnent depuis septembre jusqu'en mai, qui sont nord-est, sont une suite des vents alisés. Mais celles de nord-ouest ont une autre cause. Les vents étésiens, qui sont des vents de nord, vont se briser contre les montagnes de l'Abissinie, dans le mois d'avril : ils se réfléchissent du côté de l'est, sur le Sein Persique, ce qui produit un vent de nord-ouest. Mais ce
qui

qui détermine le courant à venir plutôt du côté de l'Afrique, que de la mer qui est au-delà de l'Inde, c'est que dans ce moment le soleil étant à notre tropique, échauffe prodigieusement toute la partie d'Afrique, qui est en-deçà de l'équateur, l'Ethiopie, l'Abissinie, l'Egypte, &c. L'air y est beaucoup plus raréfié que celui qui est sur la mer de l'Inde. Il doit donc s'échapper de ce côté, comme il s'échappe sur la mer Atlantique du côté du Cap Vert & des Canaries, ce qui donne plus de force au vent d'est; en même tems il pousse les vapeurs de la mer Rouge, du sein Persique, même partie de celles de la Méditerranée contre la chaîne des montagnes côtières, surtout au Malabar: ce qui produit des pluies générales dans tous ces climats, & des inondations semblables à celles du Nil. Ces pluies, en rafraîchissant l'air, le condensent encore, & déterminent de plus en plus le courant à l'ouest. La coupe des montagnes de l'Abissinie tournées plus à l'orient qu'à l'ouest, y détermine aussi la direction des vents étifiens. Ce sont ces différentes causes qui produisent la mousson d'ouest sur les mers des Indes pendant notre été: ne subsistant plus l'hiver, la mousson d'est ou le vent alisé reprend son cours ordinaire & amène la saison des pluies au Coromandel, parce que

les vapeurs de l'Océan Indien sont condensées contre la chaîne orientale des montagnes de Gates.

En Europe, pendant notre été, l'air, très-dilaté sur les continens d'Asie & d'Europe, doit s'échapper sur la mer Atlantique & produire un vent d'est modifié par celui de nord. Aussi, presque tout l'été avons-nous des vents de nord-est, tandis que sur les côtes de la Chine & du Japon, ce seront des vents de nord-ouest. Le même nord-ouest règne sur les côtes des Etats-Unis Américains & du Canada, tandis qu'à la Californie, ce sera le vent nord-est. Le sud-est ou sud-ouest, règneront également sur les côtes orientales ou occidentales au sud de la ligne.

Pendant l'hiver, au contraire, nous avons en Europe, des vents continuels de nord-ouest, parce que l'air, dans cette saison, se condense beaucoup plus sur notre continent que sur mer, ce qui établira un courant sur les terres. Le nord-ouest règnera également en Californie, tandis qu'à la Chine, au Japon, au Kamtschatka, au Canada, aux États-Unis, ce seront les vents de nord-est.

Dans toutes les Iles, on observe journellement les mêmes vents de côte & de mer produits par les mêmes causes. Ces vents varient aussi

pendant l'hiver & pendant l'été; leurs directions seront différentes suivant la position des côtes.

Par exemple, il vient en hiver, de dessus la Méditerranée, des vents qui sont sud pour les provinces méridionales d'Espagne, de France, d'Italie, de Dalmatie, & nord pour la côte d'Afrique. Ces vents, qui s'étendent en Europe, y sont plus chauds que l'air dans ces momens-là, font fondre la neige & sont pluvieux. L'été, au contraire, de dessus les mêmes côtes, l'air s'échappe sur la même mer & y produit des vents de nord du côté d'Europe, & des vents de sud du côté d'Afrique.

Toutes les Méditerranées, tous les bras de mer, les lacs, les grandes pièces d'eau, les hautes montagnes, sur-tout celles couvertes de neige, qui ne reçoivent pas les mêmes impressions du soleil que les plaines, produiront aussi des vents qui varieront suivant leurs différentes positions. Ce sont les brises de mer & de terre, brises de montagnes & de plaines.

Les nuages, les brouillards, les pluies, en interceptant les rayons du soleil, & en rafraîchissant l'air, le condensent & produisent par conséquent des vents qui viennent des climats plus échauffés.

Les ouragans, les tiphons, les trombes,

les aurores boréales & tous ces phénomènes électriques produisent des vents. Ils causent une évaporation considérable qui produit un grand froid, d'où naissent une condensation de l'air & des vents impétueux. Ils sont en tourbillons, en trombes, parce que le froid étant subit, la condensation l'est de même; & l'air s'y précipitant de tous côtés, il s'excite des courans en toutes sortes de directions, qui produisent ces tourbillons.

Il y a encore des vents locaux, tel est le mistral en Provence, le harmatan sur les côtes de Guinée, des vents en Egypte & en Perse, qui ont un tel degré de chaleur, qu'ils sont suffocans. Il est vrai qu'ordinairement ils portent une grande quantité de sables brûlans & qui donnent de la densité à l'air. Lamanon nous a donné la théorie du mistral qui est un vent de nord. Il a fait voir que ce vent ne règne que dans ce large bassin formé d'un côté par les Alpes & de l'autre par les montagnes du Vivarais & du Languedoc. Le soleil échauffant avec force cette masse d'air ainsi enfermée, elle est dilatée subitement, & s'échappe avec impétuosité par la seule issue qui lui reste sur la Méditerranée. Sans doute tous les autres vents locaux sont produits par de semblables causes, qu'on déduira facilement d'une connoissance exacte des lieux.

Tous ces vents seront chauds ou froids, secs ou pluvieux, suivant les lieux d'où ils viennent, & ceux sur lesquels ils ont passé. Un vent vient-il d'un endroit froid? il sera froid lui-même. Ainsi, tous les vents qui viennent des pôles, ceux qui viennent des hautes montagnes couvertes de neige, & tous les vents de mer, sont froids. Ceux au contraire, qui viennent du côté de la ligne, sur-tout s'ils ont traversé des continens sans cesse exposés aux rayons perpendiculaires du soleil, ceux qui viennent des plaines, sont chauds & brûlans. Le vent d'est est brûlant sur toute la côte occidentale d'Afrique, tandis qu'il est frais sur la côte orientale d'Amérique. Les vents d'ouest sont froids en Europe. Celui d'est l'est aussi beaucoup en hiver, tandis qu'il est chaud en été. Celui de sud l'est encore bien plus, quoiqu'il perde sur la Méditerranée une partie de la chaleur qu'il avoit en partant d'Afrique. Le vent de sud peut néanmoins être froid pour des pays situés au nord des grandes montagnes. Lorsque les Alpes sont couvertes de neige, ce vent sera froid pour les contrées qui sont à leur nord.

Les vents seront également secs ou pluvieux suivant les lieux qu'ils auront traversés. En général ceux qui passent sur les grands conti-

nens sont secs, tandis que ceux qui viennent de dessus les mers, sont pluvieux. Ainsi, pour la France, les vents de sud qui traversent la Méditerranée, ceux d'ouest qui ont passé sur l'Océan Atlantique, sont humides : tandis que les vents d'est & de nord-est qui ont traversé de grands continens, sont fort secs.

D E S E A U X.

§.LXXX. D'après ce que nous avons dit sur la cristallisation générale du globe, on voit quel rôle les eaux y ont joué. Elles ont tenu en dissolution toutes les matières qui composent non-seulement la surface du globe, mais tout le globe lui-même, puisqu'il a été entièrement liquide, ainsi que nous l'avons supposé avec les astronomes géomètres.

Lorsque toutes ces matières dissoutes sont venues à cristalliser, elles se sont précipitées au fond du liquide comme plus pesantes. Elles ont donc formé d'abord le noyau du globe, & ensuite toute sa masse.

Ces substances ont conservé avec elles une eau de cristallisation. On retire cette eau en partie dans l'analyse de ces substances.

Mais toute l'eau surabondante qui tenoit

Ces matières dissoutes, est venue nager sur ces masses qui se précipitoient. Elle a couvert les plus hautes montagnes, puisque celles-ci sont formées de granits, de porphires & autres substances également cristallisées.

Telle est l'origine des eaux qui sont à la surface de la terre.

On demandera peut-être si ces eaux surpassoient beaucoup les pics les plus élevés des montagnes.

On sent que nous ne pouvons pas faire une réponse précise à cette question.

Mais il est certain que leur masse étoit très-considérable, pour avoir tenu tout le globe à l'état de liquidité. Car, toutes les matières minérales se dissolvent avec beaucoup de difficulté, & exigent une grande quantité d'eau de dissolution pour les tenir ainsi dissoutes.

D'ailleurs, les pics les plus élevés aujourd'hui, qui sont d'environ 3000 toises (j'en excepte quelques pics volcaniques), ont dû l'être autrefois beaucoup plus, parce que les eaux les dégradent sans cesse. Nous ne saurions calculer la quantité de cette diminution qui doit être très-considérable. Mais nous en pouvons conclure, qu'à cette époque, les eaux étoient peut-être de plusieurs centaines de toises plus éle-

vées, que ne sont nos pics les plus hauts aujourd'hui.

On demandera ensuite quelle étoit la nature de cette eau ?

Ce ne pouvoit être de l'eau pure.

Elle différoit aussi de l'eau que contiennent actuellement nos mers. Car nous prouverons ailleurs, que l'acide marin, ni les alkalis, n'existoient point dans ces tems - là; par conséquent, il ne pouvoit y avoir ni sels marins, ni vitriol de natron, qui sont aujourd'hui dans les eaux de nos mers.

Mais ces eaux contenoient, à cette époque, des agens capables de tenir en dissolution les différentes substances des terrains primitifs. Ceux de ces agens que nous connoissons, sont :

- 1°. La matière de la chaleur.
- 2°. L'air pur.
- 3°. L'air phlogistique.
- 4°. L'acide aérien (air fixe) acide carbonique.
- 5°. L'acide vitriolique (acide sulfurique).
- 6°. L'acide fluorique.
- 7°. Les acides métalliques.
- 8°. Les dix-huit chaux métalliques.
- 9°. Le foie de soufre.

10°. L'air inflammable sulfureux ou hépatique.

11°. Le foie de phosphore.

12°. L'air inflammable phosphorique.

13°. Le foie d'arsenic.

14°. La terre calcaire.

15°. La terre magnésienne.

16°. La terre pesante.

17°. La terre quartzeuse.

18°. La terre argileuse.

Toutes ces différentes substances, & sans doute beaucoup d'autres qui ne nous sont pas encore connues, étoient dissoutes dans cette immense quantité d'eau.

Ces dissolutions étoient favorisées par la chaleur de cette eau, qui étoit certainement plus considérable qu'aujourd'hui.

Le fluide lumineux, le fluide électrique, le fluide magnétique, la matière de la chaleur..... étoient mélangés avec toutes ces substances.

On peut, par conséquent, supposer environ quarante substances dissoutes ou mélangées dans ces eaux.

Mais enfin, par une cause quelconque, l'eau perdit de sa qualité dissolvante, & pour lors s'opéra la cristallisation générale du globe, de

la manière dont nous allons tâcher de l'expliquer.

Les eaux qui restèrent après cette cristallisation peuvent être regardées comme des espèces d'eaux mères, qui contenoient encore en dissolution plusieurs des substances qui venoient de se déposer.

Ce sont ces eaux qui sont la première origine de nos mers.

Elles continuèrent dans des tems qui suivirent la grande cristallisation du globe, à laisser cristalliser les substances qu'elles contenoient : ce qui forma les terrains secondaires primitifs.

D U S O U F R E.

§. LXXXI. Cette substance se trouve très-abondamment dans le règne minéral, soit sous forme de soufre, soit sous celle d'acide vitriolique, & d'acide sulfureux, soit sous celle de foie de soufre.

Le soufre minéralise un grand nombre de substances métalliques. Il est sur-tout très-abondant dans les pyrites, dans les galènes, dans les blendes.....

On trouve du soufre natif auprès des vol-

cans ; mais il paroît dû à la décomposition des pyrites : & la chaleur souterraine le sublime , lorsque les circonstances sont favorables , & empêchent sa combustion.

Le soufre se trouve encore avec le spath pesant. Il y en a beaucoup en Sicile , avec les beaux spaths pesans cristallisés.

On rencontre encore le soufre auprès des gypses : & quelquefois on voit de beaux cristaux de gypse cristallisés sur du soufre. Ce soufre , ou est formé de l'acide vitriolique du gypse , ou a formé cet acide vitriolique , lequel ayant rencontré de la terre calcaire , aura produit ces cristaux de gypse. Sur les bords du Volga , on voit une montagne gypseuse , où il y a une très-grande quantité de soufre qu'on exploite. On l'appelle montagne de soufre.

Enfin , en Franche-Comté , on voit du soufre dans l'intérieur de filex véritables , décomposés ; ce soufre n'a pu y être apporté du dehors. Car , la plupart de ces filex sont très-entiers à l'extérieur. On peut supposer que primitivement ces filex étoient des matières animales ou végétales , que le soufre s'y est formé , & qu'ensuite ces substances ont été converties en filex.

Le soufre se trouve également chez les végétaux & les animaux. Schéele en a retiré des

matières animales, & Deyeux de plusieurs végétaux ; favoir , de la patience , du raifort sauvage.....

On voit enfin le foufre fe former dans les cloaques , dans la fuie , & dans plusieurs autres circonftances.

L'acide vitriolique eft encore bien plus abondant chez les minéraux que le foufre. Il fe trouve dans les gypfes , dans les fpaths pefans , dans plusieurs mines qu'il minéralife , dans plusieurs fels neutres.....

L'acide fulfureux ne fe rencontre ordinairement qu'auprès des volcans ; ce qui fait voir qu'il eft dû à du foufre en combustion : & fous cette forme il attaque & décompofe , avec une grande facilité , les fubftances les plus dures , les granits , les porphyres.....

Mais bientôt l'acide fulfureux fe dénature , & fe change en acide vitriolique par l'abforption de l'air pur ; c'eft pourquoi on ne le rencontre plus fous forme d'acide fulfureux , mais fous celle d'acide vitriolique.

Le foufre eft antérieur à la criftallifation des terrains primitifs. Car j'ai trouvé de la galène dans des granits du Beaujeolois , auprès de Propières. J'ai vu des pyrites dans les granits des Alpes. Defauffure en a trouvé auprès du Mont-Blanc (§. 911).

Mais le soufre se forme aussi journellement, car, celui qu'on retire des végétaux & des animaux est certainement un produit nouveau.

Il paroît que ce soufre & son acide sont produits des mêmes principes que les autres substances salines; savoir, des différens airs, d'eau, de la matière du feu, de celle de la lumière....

Les mêmes principes auront formé le soufre qui se trouve dans les terrains primitifs, avant la cristallisation générale du globe.

Ce soufre aura été tenu en dissolution dans les eaux à cette époque sous forme d'hépar ou de foie de soufre.

Sous cette forme hépatique, le soufre est très-soluble dans les eaux.

DU PHOSPHORE.

§. LXXXII. On avoit cru pendant long-tems que le phosphore n'appartenoit qu'aux substances animales. On le retrouva ensuite dans les substances végétales. Enfin les analyses chimiques ont retiré l'acide phosphorique d'un grand nombre de substances minérales.

Gahn l'obtint d'abord des mines de plomb. J'ai aussi fait du phosphore avec des mines de

plomb vert de Freyberg. Laumont en a retiré des mines de plomb de Poullaouen.

Meyer a retiré l'acide phosphorique de la sydérîte : & depuis on en a beaucoup retiré des mines de fer limonneuses.

Les mines de fer cassant à froid contiennent aussi beaucoup d'acide phosphorique.

Sage vient aussi de trouver du phosphore dans des mines de cuivre d'auprès de Nevers.

Klaproth a obtenu de l'appatit une grande quantité d'acide phosphorique.

Proust a retrouvé le même acide dans un appatit non cristallisé, formant des montagnes immenses dans l'Estremadure.

On ne peut assurer avoir trouvé le phosphore en nature que dans une mine de fer de Poullaouen décrite par Laumont.

Enfin le phosphore paroît se trouver dans l'air inflammable phosphorique des fontaines brûlantes.

On voit que presque tout cet acide phosphorique, & ce phosphore se trouvent dans des montagnes secondaires. Car les mines de Poullaouen elles-mêmes sont dans des terrains secondaires, ainsi que toute les mines limonneuses.

Il n'y a donc que l'appatit trouvé dans les mines d'Ehrenfriedrichsdorf, en Saxe, & dans

celles de Schaggenwald, en Bohême, qui sont dans les terrains primitifs.

Le phosphore se trouvoit donc dans les eaux antérieurement à la cristallisation du globe, & il y étoit tenu en dissolution sous forme de foie de phosphore. Il paroît qu'il y étoit peu abondant, puisqu'on le trouve si rarement.

Mais il est très-commun dans les couches secondaires. Et celui-ci paroît provenir entièrement des débris des matières animales & végétales.

On peut dire que le phosphore & son acide sont produits des mêmes principes que les autres substances salines; savoir, des différens airs, d'eau, de la matière, du feu, de celle de la lumière...

DES SUBSTANCES

MÉTALLIQUES.

§. LXXXIII. Les substances métalliques sont extrêmement répandues dans le règne minéral. Il n'est peut-être pas de terres ni de pierres qui n'en contiennent quelques parties. Le fer principalement s'y décèle de toutes parts: & comme le fer se trouve le plus souvent avec de la manganèse, du zinc, de l'or, & d'au-

tres métaux, on peut dire que toutes ces substances sont aussi très-communes.

Les minéraux ne sont pas les seuls corps qui renferment des métaux, ils se retrouvent dans toutes les plantes, & dans tous les animaux. On extrait de leurs cendres une assez grande quantité de fer. Schéele y a reconnu la manganèse. Beccher en avoit retiré de l'or : & plusieurs autres chimistes depuis lui, ont retiré une assez grande quantité de ce métal des farnens de vigne brûlés.

On connoît aujourd'hui dix-huit substances métalliques, qui sont : 1°. l'or; 2°. l'argent; 3°. la platine; 4°. le mercure; 5°. le cuivre; 6°. le plomb; 7°. l'étain; 8°. le fer; 9°. le zinc; 10°. le bismuth; 11°. le cobalt; 12°. l'antimoine; 13°. l'arsenic; 14°. le nickel; 15°. la manganèse; 16°. la tungstène; 17°. la molybdène; 18°. l'uranit.

Les métaux doivent être regardés comme des substances primitives d'une formation antérieure à la cristallisation du globe. Car on trouve du fer, par exemple, dans tous les éléments du granit.

Le quartz contient toujours une portion ferrugineuse.

Le feld-spath renferme plus de fer que le quartz.

Dans

Dans le schorl le fer est encore plus abondant, on peut l'estimer à 0,09.

Le mica noir en contient encore davantage. Le fer fait souvent le dixième de son poids.

Les autres pierres des terrains primitifs, telles que les gemmes, les schorls, les pierres magnésiennes, les pierres argileuses contiennent toutes plus ou moins de fer.

Indépendamment de cette portion de fer qui est un des principes composans de toutes ces pierres, on trouve dans le sein des terrains primitifs les substances métalliques en grandes masses, sous forme de filons, de veines, ou de rognons. Nous en rapporterons bientôt plusieurs exemples.

Mais il peut aussi y avoir des métaux de formation secondaire, comme paroissent être tous ceux qu'on retrouve chez les êtres organisés. Des plantes élevées dans l'eau contiennent les mêmes métaux que celles qui sont élevées dans la terre. Or, rien n'a pu leur fournir ces substances métalliques. On en doit donc conclure qu'elles ont été formées dans la plante.

Je crois qu'il se forme également chaque jour des métaux, particulièrement du fer, dans les fossiles, les tourbes, les charbons, même les schistes. Toutes ces substances sont rem-

plies de pyrites qui n'y ont pas été apportées. C'est une observation qui mérite la plus grande attention de la part du géologue.

Dans la composition de ces substances métalliques de nouvelle formation, il sera entré de la matière de la lumière, de la matière de la chaleur, ou du feu, & des autres grands fluides de l'Univers, fluide électrique, fluide magnétique....

DES MINÉRALISATEURS DES MÉTAUX.

§. LXXXIV. On ne comptoit, il y a encore peu de tems, que deux substances qui minéralisoient les métaux, savoir, le soufre & l'arsenic. Mais les nouvelles analyses nous en ont fait reconnoître un grand nombre d'autres: & sans doute nous ne les connoissons pas encore toutes.

Ces différens minéralisateurs sont :

1°. L'air pur qui se trouve dans un grand nombre de chaux métalliques, mais particulièrement dans celle de manganèse, dans le plomb rouge.....

2°. L'acide aérien, ou air fixe. Il minéralise le plomb blanc, la malachite.....

3°. L'air impur ou phlogistique. Il se trouve dans la plupart des chaux métalliques avec l'air pur & l'acide aérien.

4°. L'air inflammable. Des métaux exposés à l'air inflammable, noircissent. Il est donc vraisemblable que des chaux métalliques, telles que le plomb blanc, qui sont devenues noires, doivent cette couleur à l'air inflammable assez abondant dans les mines.

5°. L'air inflammable sulfureux, ou l'air hépatique. Il minéralise la blende.

6°. Le soufre. C'est un des minéralisateurs les plus communs. Il se trouve dans les pyrites, les galènes.....

7°. Le foie de soufre se trouve dans les blendes.

8°. L'acide vitriolique est dans les différens vitriols.

9°. Le phosphore. Il minéralise le fer, le plomb, le cuivre.

10°. L'acide phosphorique est le minéralisateur du plomb vert, du plomb noir, de la sidérite.....

11°. L'air inflammable phosphorique minéralise le plomb appelé *Slickenside*.

12°. L'arsenic. Il se trouve dans le mispickel, l'argent arsénical.....

13°. L'acide arsénical minéralise la chaux rouge de cobalt.

14°. L'acide tungstique minéralise le wolfram.

15°. L'acide molybdique minéralise le plomb jaune.

16°. L'acide fluorique est le minéralisateur de quelques blendes.

17°. La plumbagine se trouve dans le fer micacé, *eisenman*.

18°. L'eau. Elle se trouve dans les calamines, les chaux de cuivre.

19°. Le natron. On le trouve avec le fer dans des eaux minérales.

20°. L'alkali volatil. Il se trouve auprès des volcans avec du fer.

21°. Le sel ammoniac. Il se rencontre également auprès des volcans avec du fer.

22°. Des terres. On trouve dans plusieurs mines des terres qui sont mélangées & combinées avec elles. La terre calcaire, par exemple, est combinée avec le fer spathique.

23°. Le mercure amalgamme des métaux. On trouve des amalgammes naturels d'argent.

24°. Différens alliages de métaux. Ce sont de vraies minéralisations, puisque les métaux,

dans cet état, ne jouissent point de leurs propriétés.

25°. Des bitumes. On trouve des mines métalliques avec des bitumes, telles sont quelques-unes de mercure à Idria.

26°. La matière de la chaleur. Je la regarde comme un minéralisateur.

27°. L'acide boracique se trouvera certainement combiné avec quelques métaux dans les lagonis : & il y a souvent des chaux de fer avec le borax.

Toutes ces substances métalliques, & leurs minéralisateurs, se présentent en général sous deux formes différentes, ou en filons, ou sous forme de mines de transport. Nous en allons parler séparément.

DES FILONS MÉTALLIQUES.

§. LXXXV. On appelle *filon* une veine quelconque de substances hétérogènes au terrain dans lequel elle se trouve, & qui le traverse sur une distance plus ou moins considérable. Ce *filon* ou veine s'étend presque toujours en ligne droite. Souvent il se propage à plusieurs milliers de toises en traversant plusieurs montagnes & vallées. Il arrive quelquefois que le

filon est interrompu par une masse étrangère, qu'on appelle *crin*, *faille*, *sprun*, E E (*fig. 1*, *planche 11*), mais on le retrouve en suivant toujours la même direction.

La même montagne présente le plus souvent plusieurs filons qui se croisent, & se coupent en sens différens. On peut voir dans la *pl. 11*, *fig. 1*, deux filons A A, B B, se coupant au point C.

On appelle affleuremens les indices extérieurs d'un filon quelconque.

On distingue en général deux espèces de filons, les uns pierreux & les autres métalliques.

Les filons pierreux sont des veines de pierres différentes de celles du terrain où ils se trouvent. On voit, par exemple, souvent dans les granits primitifs & dans les kneis des filons de quartz.

Les filons métalliques dont il s'agit dans le moment, sont des veines qui renferment une ou plusieurs substances métalliques.

On distingue dans ces filons, le toit T, le mur M, la falbanque S S, l'inclinaison & la direction.

Le *toit* T, est la partie supérieure du filon.

Le *mur* M est sa partie inférieure sur laquelle il repose.

La *salbanque* est une partie terreuse ou pierreuse, qui accompagne le minéral contenu dans le filon F. Car, tout l'espace compris entre le *mur* & le *toit*, n'est pas rempli de minéral. Il y a presque toujours une portion argileuse ou d'autre nature S, qui accompagne le minéral, & remplit souvent la plus grande partie du filon.

L'*inclinaison* du filon se mesure par sa direction relativement à la verticale. On appelle tête du filon sa partie supérieure : & on dit le filon est incliné de tant de degrés relativement à l'horizon.

La *direction* du filon se mesure relativement à sa marche au sud ou au nord. On dit, tel filon court du sud au nord, ou de l'est à l'ouest.

Il y a des filons horizontaux, tels sont ceux d'Allemont, de Seizi.....

D'autres filons sont verticaux ou presque verticaux, comme celui d'Isnelau en Thuringe, CC, *fig. 3.*

Mais le plus grand nombre des filons est incliné, & même les plus riches le sont souvent de 45 degrés environ.

Les filons se trouvent dans toutes sortes de

terreins; dans les primitifs, dans les kneifeux, dans les schisteux & dans les calcaires.

Je connois un filon de galène dans les granits primitifs du Beaujeolois à Proprières, proche Beaujeu.

Ceux de Poullaouen sont dans des schistes argileux.

La montagne de Bleyberg en Corinthie, offre des filons très-remarquables. Elle est composée de couches calcaires coquillières, dans lesquelles se rencontrent ces belles lumachelles coquillières. Ainsi, ce sont bien certainement des dépôts secondaires & tertiaires. Ces couches sont inclinées sous un angle de 40 à 50 degrés. Elles sont séparées par des filons de galène, dans lesquels se trouvent les plombs jaunes. Il y a quatorze filons horizontaux de ces galènes, qui alternent avec autant de couches calcaires.

Mais les terrains dans lesquels les filons sont plus fréquemment, sont les granits secondaires ou kneis. Toutes les riches mines du Hartz sont dans de pareils terrains.

L'origine des filons a été le sujet de grandes discussions parmi les naturalistes. Ils ont presque tous pensé qu'il s'étoit formé des fentes dans les terrains qui les contiennent, & que postérieurement ces fentes avoient été remplies

par les substances qui forment le filon. Il y a deux sentimens sur la manière dont ces fentes auroient été remplies.

§. LXXXVI. Les uns ont dit que les différens minéraux métalliques avoient été volatilifés par la chaleur souterraine, & qu'ils étoient venus se déposer dans ces fentes.

Mais cette opinion ne peut pas se soutenir.

1°. Les substances métalliques ne se volatilifent qu'à un degré de chaleur considérable. L'or, l'argent.... par exemple, ne peuvent être volatilifés qu'à la chaleur du verre ardent. Or, il n'existe pas de pareille chaleur dans l'intérieur du globe.

Et quand elle se rencontreroit dans quelques circonstances locales, comme auprès des volcans, ces matières se refroidiroient bientôt, & ne pourroient parvenir à l'extrémité des filons.

On ne peut donc admettre de volatilifation des substances métalliques, qu'auprès de quelques volcans, comme celle de la rubine d'arsenic auprès du Vésuve, celle du fer spéculaire auprès du Mont-d'Or.....

2°. Il y a des filons pierreux, comme nous l'avons vu, par exemple, des filons de quartz. Or, ceux-là n'ont pu être volatilifés.

3°. Dans les filons métalliques il se trouve des salbanques terreuses & différentes substances pierreuses cristallisées, telles que des cristaux de spath pesant, de spath perlé, de spath calcaire, de spath fluor, de quartz..... intimément mélangés avec le minéral.

Ces raisons sont tellement convaincantes, que presque tous les minéralogistes ont abandonné l'opinion que les filons métalliques aient pu être formés par des vapeurs qui se seroient déposées dans les fentes des montagnes.

§. LXXXVII. La plus grande partie d'entr'eux soutient aujourd'hui que ces fentes ont été remplies d'une autre manière. Les eaux se sont retirées, disent-ils, & sont revenues postérieurement couvrir ces terrains. Elles ont apporté avec elles des substances métalliques, & des portions terreuses qu'elles ont déposées pour former les filons & les salbanques.

Je ne pense pas qu'on puisse soutenir davantage ce sentiment.

1°. Les filons ou horizontaux, ou inclinés moins de 60 à 70 degrés, n'auroient pu être formés de cette manière, puisque toute fente horizontale, ou de 60 à 70 degrés, un peu considérable, est impossible. Le toit retomberoit aussi-tôt sur le mur. Or, il y a un grand nombre de filons horizontaux, tels sont ceux

d'Allemont.... & la plus grande partie des filons à une inclinaison moindre que 70 degrés.

Il n'y auroit donc tout au plus que les filons verticaux ou presque verticaux, pour lesquels on pourroit admettre cette hypothèse. Mais nous avons vu qu'il y a très-peu de filons verticaux. Le filon d'Isnelau, dont une partie A est verticale, a une autre portion horizontale B (*fig. 3, pl. 11*).

Or, on ne doit pas admettre deux procédés différens de la nature, pour former les filons métalliques. Il faut donc dire qu'elle produit les filons métalliques verticaux de la même manière qu'elle produit ceux qui sont horizontaux.

2°. Nous avons vu que la même montagne contient plusieurs filons qui se coupent, se croisent en différens sens. Il faudroit donc supposer dans la même montagne autant de fentes différentes. Or, cela est impossible : parce que par-tout, le toit retomberoit sur le mur. Il y auroit même des portions comprises entre les différentes veines, telles que A C B, qui n'auroient aucun support, puisque de tous les côtés elles reposent sur le filon (*figure 1, planche 11*).

3°. Il n'est pas vraisemblable que les eaux venant remplir postérieurement ces fentes, n'y

apportassent que tels minéraux, par exemple, & telle salbanque. C'est contraire à toute analogie.

4°. Les fentes que nous connoissons dans le sein des montagnes ne ressemblent pointaux filons. Ceux-ci sont ordinairement en ligne droite: & les fentes au contraire ne sont presque jamais en ligne droite.

Enfin nous verrons que l'opinion de ceux qui pensent que les eaux sont revenues plusieurs fois couvrir les continens n'est rien moins que prouvée.

§. LXXXVIII. Je regarde les filons, soit métalliques, soit pierreux, comme ayant été produits dans le même tems que les montagnes où ils se trouvent, par la *crystallisation*.

Les matières métalliques & pierreuses, ainsi que les terres qui composent le filon, & la salbanque, étoient mélangées avec les élémens qui forment la montagne. Elles se sont séparées de ceux-ci par affinité & se sont réunies par choix d'élection. Cette réunion s'est opérée suivant une direction & une inclinaison quelconque, & a formé le *filon*, soit de minéral, soit de toute autre matière.

Il ne sera demeuré que quelques parties éparfes dans la masse de la montagne, & trop éloignées des autres pour venir s'y réunir. Ce

font ces parties que les ouvriers appellent *mouches* O (*fig. 1*). Ces mouches prouvent de plus en plus, que le minéral étoit épars & confondu avec les autres substances qui composent la masse de la montagne.

Dans les montagnes, comme celles de Bleyberg, où les filons alternent avec les couches de la montagne, il est évident que les filons ont été déposés alternativement comme les couches calcaires. Il a été d'abord déposé une couche calcaire, puis une couche métallique, ensuite une couche calcaire, une quatrième couche métallique.... toutes ces couches n'ont pu être formées que suivant les loix des affinités.

Ces espèces de filons pourroient être appelés *filons-couches*, si l'on veut.

On pourroit peut-être dire que la fente, qui renferme le filon, a existé d'abord dans la montagne; que le minéral existoit également dans cette montagne, épars & disséminé comme les *mouches* O; que les eaux qui circuloient dans la montagne ont dissous ce minéral, & l'ont apporté dans la fente, où elles se rendoient par une espèce de transfusion de la même manière qu'elles forment les stalactites, qu'elles forment les filex.....

Lorsqu'on pénètre dans des galeries minérales abandonnées depuis long-tems, on voit

que les eaux ont agi sur le minéral, & ont produit souvent de nouvelles espèces de mines, qu'elles ont chariées plus ou moins loin. Si ces eaux, ainsi chargés de minéraux, rencontroient une fente ou une cavité, elles pourroient y former des filons ou des mines en rognons.

Je répondrai que cette supposition ne seroit pas contraire à mon opinion, puisque dans ce cas le filon ou le rognon seroit toujours produit par cristallisation, & suivant les loix des affinités.

Mais il me semble que cette hypothèse ne peut s'appliquer qu'à quelques cas particuliers, comme ceux que je viens de citer, & nullement aux grands filons qui traversent plusieurs montagnes, & ont plusieurs lieues de longueur. Car, il faut premièrement supposer l'existence de ces fentes; & j'ai fait voir que de telles fentes n'auroient pu subsister, & que les filons ne ressembloit nullement aux fentes que nous connoissons.

La plupart des montagnes où sont les filons, sont de pierres dures, qui ne peuvent laisser fuinter de l'eau dans ce moment. Or, ces pierres dans l'instant de leur cristallisation avoient à-peu-près la même dureté qu'aujourd'hui. L'eau n'a donc pu les traverser.

Les eaux qu'on rencontre dans les filons, n'y arrivent ordinairement que par des fentes particulières; & elles n'y arrivent le plus souvent que depuis l'ouverture des galènes.

Enfin, quelques transfusions particulières n'ont aucun rapport avec la masse immense de certains filons qui ont une épaisseur considérable, une grande profondeur & une longueur de plusieurs lieues.

On m'a encore objecté que des filons, aujourd'hui horizontaux, ont pu être formés d'une manière verticale, & qu'ils ne se trouvoient aujourd'hui dans une situation horizontale, que par le renversement de la montagne.

Je conviens que cela a pu avoir lieu dans quelques circonstances. Nous verrons que plusieurs couches de différentes substances qui sont aujourd'hui verticales, ou approchent de la verticale, ont dû être dans le principe horizontales ou à peu-près horizontales. Mais cela ne pourroit pas s'appliquer aux filons métalliques, ou au moins que dans un très-petit nombre de circonstances. Car il est peu de grandes montagnes à filons où les veines ne la traversent en différentes directions, telles qu'on ne peut supposer que des fentes semblables ayent subsisté dans le même moment,

puisque les unes auroient été horizontales, & les autres verticales à la même époque.

Les plus riches filons existent dans les kneis, ou granits secondaires, ou schistes quartzeux micacés. Je crois pouvoir en assigner la cause.

Les kneis, comme nous le verrons, exigent moins d'eau pour cristalliser que les granits primitifs. Leur cristallisation a donc été postérieure à celle de ces granits. Aussi les kneis ont-ils cristallisé dans les eaux-mères qui sont demeurées après la grande cristallisation de la masse du globe.

Toutes les autres substances, aussi solubles que les kneis, & qui exigent aussi peu d'eau pour cristalliser, seront également demeurées dans les eaux-mères, & cristalliseront avec ces mêmes kneis, en obéissant toujours aux loix des affinités & aux choix des élections. Or, la plus grande partie des substances métalliques combinées avec leurs minéralisateurs, tels que les différens acides, les airs, les foies de soufre, de phosphore, d'arsenic..... sont aussi solubles dans les eaux que les kneis. Elles auront donc demeuré dans les eaux avec les kneis & auront cristallisé avec eux.

La dernière question qui s'offre est de savoir pourquoi les filons sont toujours en ligne droite, & traversent sous cette direction plusieurs

fiours

sieurs montagnes. Nous parlerons ailleurs de ce phénomène.

Les mines d'or, d'argent, sont plus fréquentes sous la zone torride; & les mines de fer, de cuivre..... dans les régions froides, ou tempérées. Nous avons vu (§. XXX) que les mines de fer paroissent très-communes vers les poles. On a donné différentes explications de ce phénomène, mais aucune ne paroît fondée.

Gautier a dit quelque chose d'assez spécieux à cet égard (1). « Les parties les plus pesantes » de la terre, dit-il, comme celles de l'or, » gagnèrent lors de sa formation du côté de » l'équateur.... & l'équilibre les ayant rangées » autour de la terre en manière de croûte, les » métaux & les minéraux, comme les plus pe- » sans, durent prendre place entre les tropi- » ques ».

Il auroit encore pu apporter pour preuve de son opinion, la platine, le corps le plus pesant connu, qui ne se trouve qu'au Pérou, proche l'équateur.

Mais les mines d'or (& de platine), quoique paroissant plus abondantes, peut-être entre les

(1) Nouvelles conjectures sur le globe de la terre.
Tome I.

tropiques qu'ailleurs, ne font qu'une portion très-petite de ces terrains, & les autres substances métalliques ne sont pas plus abondantes dans ces régions qu'ailleurs. Cependant elles sont infiniment plus pesantes que les granits, les porphyres..... & autres matières de ces montagnes primitives..... Cette idée de Gautier est donc plus ingénieuse que solide; si elle étoit fondée, toutes les substances métalliques, comme plus pesantes que les terres & les pierres, devroient se trouver entre les tropiques :

On a encore dit que la plus grande chaleur de la zone torride devoit avoir contribué à la formation des métaux précieux. Mais ce sont des idées des alchimistes qui ne sont nullement confirmées par les connoissances actuelles.

DE LA CRISTALLISATION DES FILONS MÉTALLIQUES.

§. LXXXIX. Il faut rechercher maintenant comment les différentes substances métalliques ont pu cristalliser pour former les filons : & il y a plusieurs questions à examiner.

La première est de savoir comment ces sub-

stances & leurs minéralisateurs ont pu être tenues en dissolution dans les eaux; car leur cristallisation n'ayant pu s'opérer par le feu, il faut donc qu'elles ayent été dissoutes par les eaux. Or, je crois avoir prouvé d'une manière satisfaisante, comment l'eau a pu les dissoudre (1).

Parmi les minéralisateurs, on compte plusieurs acides.

- 1°. L'acide vitriolique.
- 2°. L'acide phosphorique.
- 3°. L'acide marin.
- 4°. L'acide aérien ou air fixe.
- 5°. L'acide fluorique.
- 6°. L'acide arsénical.
- 7°. L'acide tungstique.
- 8°. L'acide molybdique.

Or, tous ces acides sont solubles dans l'eau, & par conséquent l'eau chargée de ces acides a pu attaquer les substances métalliques, les minéraliser & les tenir en état de dissolution.

Parmi les autres minéralisateurs se trouvent :

- 9°. Le soufre.

(1) Journal de Physique, Février, 1793, pag. 145.

10°. Le foie de soufre.

11°. L'air inflammable sulfureux ou hépatique.

12°. Le phosphore.

13°. L'air inflammable phosphorique.

Or, le soufre & le phosphore se combinent avec la terre calcaire, la magnésie & la terre pesante, lorsqu'elles sont à l'état caustique & forment des hépars, ou foies de soufre & de phosphore qui sont solubles dans l'eau.

Ces mêmes soufre & phosphore se combinent également avec les chaux métalliques, pour former des hépars qui sont très-solubles.

Les airs inflammables, sulfureux & phosphorique, sont également solubles dans l'eau.

L'eau pourra donc encore se charger de ces cinq minéralisateurs, qui, dans cet état, minéraliseront les différentes substances métalliques. On fait que le foie de soufre dissout tous les métaux, l'or lui-même.

Hoffman a fait du cinabre par cette voie, en mettant du mercure dans du foie de soufre ammoniacal liquide.

Or, la plupart des mines minéralisées par le soufre, donnent l'odeur hépatique : ce qui prouve que le soufre y est, ou y a été, non comme soufre, mais comme hépar.

14°. L'arsenic à l'état de chaux est très-soluble dans l'eau. Dans cet état, il se combine avec les alkalis & les terres calcaire, magnésienne & pesante, lorsqu'elles sont à l'état caustique. Ces composés sont très-solubles dans l'eau.

La chaux d'arsenic peut aussi se combiner avec d'autres chaux métalliques & former des composés très-solubles.

Cette chaux d'arsenic pourra donc, sous ces différentes formes, servir de minéralisateur.)

15°. L'air pur.

16°. L'air phlogistique.

17°. L'air inflammable.

Ces trois espèces d'airs, qui sont des minéralisateurs, sont très-solubles dans l'eau. Il n'est pas d'eau qui ne contienne de l'air pur & de l'air phlogistique. L'air inflammable se trouve dans l'eau des marais.

Or, l'eau chargée de ces airs peut attaquer les métaux.

L'eau chargée d'air pur attaque le plomb, le fer, le cuivre....

L'air phlogistique s'y combine également.

L'eau chargée d'air inflammable noircit plusieurs métaux. Elle pourra même révivifier des chaux métalliques : & sans doute plusieurs des métaux natifs sont dus à cette cause.

L'acide & la chaux d'arsenic se révivifient avec beaucoup de facilité par l'air inflammable, & donnent le régule d'arsenic natif.

18°. D'autres chaux métalliques sont également solubles dans l'eau.

J'ai prouvé que les chaux de zinc s'y dissolvoient (1).

Celles d'antimoine s'y dissolvent pareillement.

Toutes ces chaux pourront donc, sous ces formes, se combiner entr'elles, ou avec d'autres chaux métalliques, & même avec des régules.

Ces combinaisons se feront encore plus facilement par l'intermède des hépars de soufre, d'arsenic.....

19°. Le natron se trouve quelquefois minéralisateur. Plusieurs eaux minérales contiennent du natron & du fer.

20°. L'alkali ammoniacal, qu'on rencontre auprès des volcans, peut ensuite être dissous par les eaux, & servir de minéralisateur, surtout pour les mines de cuivre. Cela pourroit se rencontrer plus facilement dans les endroits où il y a des volcans éteints.

21°. Ce que nous venons de dire de l'al-

(1) Essai sur l'air pur, tom. II, p. 385.

Kali volatil, doit s'appliquer au sel ammoniac, qu'on rencontre également près des volcans, & qui peut minéraliser le fer, le cuivre.....

22°. Les terres à l'état caustique, telles que la terre calcaire, la terre pesante, la magnésie, sont très-solubles dans l'eau. Elles pourront donc se combiner avec les chaux métalliques & les régules. Le fer spathique contient jusqu'à 0,38 de terre calcaire aérée.

23°. L'eau elle-même se trouve combinée dans plusieurs mines, dans les calamines, dans les chaux de cuivre.....

24°. Le mercure est combiné sous forme d'amalgame avec différens métaux. On connoît des amalgames natifs d'argent, de bismuth..... mais ceci s'opère par un simple mélange mécanique.

25°. Les mines bitumineuses sont aussi produites par un simple mélange mécanique du métal avec la substance bitumineuse.

On voit quels sont les agens qui ont tenu en dissolution dans les eaux, les substances métalliques & leurs minéralisateurs.

Il se présente maintenant d'autres questions à résoudre.

Comment ces différentes substances ont-elles cristallisé ensemble confusément & non séparément?

Pourquoi dans la galène, par exemple, le plomb ne cristallise-t-il pas d'un côté & le soufre de l'autre ?

Pourquoi dans certaines mines contenant par exemple, argent, fer, cuivre, antimoine, arsénic, soufre, zinc..... toutes ces substances cristallisent-elles ensemble d'une manière confuse, & non pas chacune séparément?.....

Tous ces phénomènes tiennent à la théorie de la cristallisation.

Lorsque plusieurs substances sont dissoutes ensemble, & que leur cristallisation est précipitée, elles cristallisent ensemble & d'une manière confuse.

Mais si la cristallisation se fait avec lenteur, chacune de ces substances cristallisera distinctement, & d'une manière plus ou moins régulière.

Lors de la cristallisation de plusieurs substances métalliques minéralisées, & qui sont mélangées, elles cristalliseront confusément, si la cristallisation a été trop précipitée ; telles sont les masses du minéral qui forme les filons de Baigorri, de Sainte-Marie, du Hartz.... lesquelles contiennent fer, cuivre, argent, zinc, arsénic, soufre.....

Mais lorsque la cristallisation s'est faite avec moins de précipitation, chacune de ces subs-

tances cristallife séparément & d'une manière régulière : aussi dans les lieux tranquilles de ces filons, dans les géodes, on trouve de beaux cristaux de ces différentes substances, tels que :

Argent rouge.

Blende.

Argent vitreux.

Cuivre gris.

Pyrite.

Argent gris.

.....

La même chose a eu lieu dans tous les riches filons.

Et ce qui prouve de plus en plus que c'est la vraie marche que suit la nature, c'est que dans ces mêmes géodes, dans les mêmes endroits où se rencontrent les cristaux des substances métalliques minéralisées, on trouve différens cristaux pierreux, tels que cristaux de roche, spaths pesans, spaths fluors, spaths calcaires.. spaths perlés.....

Or, nous verrons que ces cristaux pierreux exigent des lieux tranquilles pour cristalliser ainsi d'une manière régulière, & chacun séparément.

D E S M I N E S
D E T R A N S P O R T .

§. XC. Des filons métalliques décomposés & charriés par les eaux, ont donné l'origine à ce qu'on appelle mines de transport. Ces mines se trouvent ordinairement dans les terrains secondaires & tertiaires, & même dans les attérissemens. Elles se présentent sous différentes formes.

1^o. Sous celle de filons.

On connoît un grand nombre de filons métalliques qui sont dans des couches calcaires. Un des plus singuliers est celui de Bleyberg, dont nous avons déjà parlé. Quelques métallurgistes croient qu'il ne faut point donner le nom de *filons* à ces sortes de mines, & qu'on doit plutôt les appeler *couches*. Il est certain qu'elles diffèrent des filons qui se trouvent dans les terrains primitifs & dans les kneis.

Un de ces filons métalliques les plus considérables qu'on connoisse, est celui de cinnabre à Idria. Il a de largeur depuis un pied jusqu'à cinq, sur une profondeur qu'on ne connoît pas encore. Il est situé dans des montagnes calcaires, & recouvert d'une couche

calcaire mêlée avec des schistes bitumineux. On ne peut douter que ce filon métallique n'ait été formé par un foie de soufre calcaire, qui s'est combiné avec le mercure, pour former cette masse énorme de cinnabre.

II^o. Quelques-unes de ces mines de transport ne se trouvent point par filons, mais par amas, que les minéralogistes ont appelés *rogons*.

Il s'agit de savoir si ces deux espèces de mines métalliques de transport étoient demeurées dissoutes dans les eaux-mères & n'avoient point cristallisé :

Ou si elles sont réellement de transport, c'est-à-dire, si elles avoient été apportées des montagnes primitives, puis redissoutes par les eaux, & déposées par une nouvelle cristallisation :

Ou enfin si ces mines sont des produits nouveaux.

Quoique je croie très-possible qu'il se produise des substances métalliques, & que je pense qu'il s'en produit tous les jours chez les végétaux & les animaux, ainsi que dans les charbons & les schistes, néanmoins il me paroît plus probable que celles-ci ont été détachées des différens filons, soit des granits primitifs, soit des kneis, soit même des couches secon-

daires plus élevées ; qu'elles se sont ensuite dissoutes dans les eaux & y ont cristallisé suivant les loix des affinités, alternativement avec les substances calcaires & bitumineuses.

Quelquefois même elles cristallisent avec la substance calcaire elle-même, comme dans les fers spathiques.

Le mercure se trouve intimement mélangé avec le bitume à Idria & ailleurs.

III^o. Il y a d'autres mines métalliques par transport, qui sont d'une nature différente de celles que nous venons de voir. Elles ne sont point cristallisées, mais sont sous forme pulvérulente, mélangées avec différentes terres, plus volontiers avec des argiles, des marnes, des schistes décomposés.....

Toutes les mines de fer dites limonneuses, sont de cette espèce, ainsi que plusieurs calamines, plusieurs mines d'étain....

On ne sauroit guère douter que ces espèces de mines ne viennent des montagnes supérieures, les mêmes d'où ont été détachées les substances avec lesquelles elles se trouvent.

Quelques-unes de ces mines de fer peuvent cependant provenir de pyrites décomposées, & ces pyrites sont la plupart de formation nouvelle. Ce sont celles que l'on trouve dans les

schistes, dans les argiles, dans les tourbes, dans les bois fossiles, & dans les matières bitumineuses.

DES SUBSTANCES SALINES.

§. XCI. Elles sont extrêmement abondantes dans l'intérieur du globe, à sa surface, & dans l'atmosphère. La nature les emploie par-tout. Il est peu de corps où on n'en trouve, & chaque jour l'analyse en fait découvrir qui n'étoient pas connues. Peut-être, en prenant le terme dans toute son étendue, tous les minéraux pourroient-ils être regardés comme des substances salines.

Les chimistes distinguent ordinairement trois espèces de sels,

1°. Les acides.

2°. Les alkalis.

3°. Les sels neutres.

Avant que de parler de chacune de ces substances en particulier, je crois devoir rappeler la manière dont la nature produit journellement la plupart des sels. Ce sera en suivant le travail des nitriers ou salpêtriers, lequel est très-connu.

On prend une terre végétale ou animale,

que, par des lavages répétés, on a dépouillée de toute substance saline. On en construit des petits murs minces, & à travers desquels on ménage même des jours, afin que l'air puisse y circuler facilement. Ils sont placés sous des hangars, pour qu'ils soient à couvert des pluies. Au bout d'un an ou deux, on lessive ces terres à la manière ordinaire, & on en retire les sels suivans :

- 1°. Le nitre commun à base de potasse.
- 2°. Le nitre à base de natron.
- 3°. Le nitre calcaire.
- 4°. Le nitre de magnésie.
- 5°. Le sel marin à base de natron.
- 6°. Le sel marin à base de potasse.
- 7°. Le sel marin calcaire.
- 8°. Le sel marin de magnésie.
- 9°. Le vitriol de magnésie.
- 10°. Le vitriol calcaire.
- 11°. La magnésie aérée.

Tous ces différens sels sont donc produits par les combinaisons des différentes espèces d'airs, de l'eau, de la lumière, de la matière du feu, ou de la chaleur ... peut-être des fluides électrique, magnétique ...

Cette production nouvelle de ces substances salines est un des phénomènes que le géologue doit bien considérer.

Il en conclura que la matière du feu ou de la chaleur, celles de la lumière, du fluide électrique, du fluide magnétique entrent comme principes de ces substances.

Mais un grand nombre de ces substances salines est antérieur à la cristallisation du globe, & fait une partie constituante des terrains primitifs. Elles auront donc été produites, à cette époque, avec les mêmes principes qu'elles le sont aujourd'hui, c'est-à-dire, avec les différentes espèces d'airs, l'eau, la matière du feu, de la lumière . . .

D E S A C I D E S.

§. XCII. L'analyse chimique a déjà retiré des substances minérales un très-grand nombre d'acides : & sans doute elle nous en découvrira encore bien d'autres. Ceux qu'elle nous a donnés sont :

- 1°. L'acide aérien (carbonique).
- 2°. L'acide vitriolique (sulfurique).
- 3°. L'acide sulfureux.
- 4°. L'acide phosphorique.
- 5°. L'acide nitreux (nitrique).
- 6°. L'acide marin (muriatique).
- 7°. L'acide fluorique.

8°. L'acide boracique.

9°. L'acide quartzeux.

10°. L'acide molybdique.

11°. L'acide tungstique.

12°. L'acide arsénical (arsénique).

Quelques-uns de ces acides ont existé avant la cristallisation des terrains primitifs ; quelques autres sont postérieurs.

1°. L'acide quartzeux, quelle que soit sa nature, est antérieur aux terrains primitifs, puisque le quartz en fait la plus grande partie. Il paroît que c'est l'air fixe.

2°. L'acide fluorique est également antérieur à la cristallisation des terrains primitifs, puisqu'ils contiennent beaucoup de spath fluor.

3°. L'acide vitriolique est dans le même cas, puisque les terrains primitifs contiennent beaucoup de cet acide dans les spaths pesans, les pyrites...

4°. L'acide sulfureux ne se trouve dans aucune combinaison minérale. Néanmoins, puisque le soufre & l'acide vitriolique sont antérieurs aux terrains primitifs, l'acide sulfureux peut l'être également.

5°. L'acide aérien ou air fixe est encore antérieur aux terrains primitifs ; car on y rencontre des pierres calcaires, des spaths calcaires cristallisés...

Et

Et en supposant qu'il est un des principes du quartz, comme nous le verrons, cet acide est un des plus répandus dans les terrains primitifs.

6°. { Les acides tungstique, molybdique,
7°. { arsénical
8°. {

& autres acides métalliques, peuvent être antérieurs aux terrains primitifs, puisque plusieurs filons métalliques se trouvent dans ces terrains.

9°. L'acide phosphorique se trouve dans quelques pierres & dans plusieurs mines métalliques des terrains secondaires. Mais on le rencontre également dans les terrains primitifs; savoir, dans l'appatit de Saxe & de Bohême.

10°. L'acide marin n'a encore été retiré que de très-peu de minéraux. Il n'y a presque que le mercure corné & l'argent corné dans lesquels son existence a été bien constatée: & ces mines sont très-rares, & paroissent des productions secondaires.

11°. L'acide boracique paroît un produit nouveau, qui appartient aux terrains secondaires; il se forme dans les lagonis du Tibet & de Toscane.

12°. L'acide nitreux est un produit nou-

veau , qui ne se trouve qu'accidentellement dans les minéraux , comme dans quelques craies.

Voilà donc plusieurs acides qui paroissent des produits nouveaux ; savoir , l'acide marin , le nitreux , le boracique.

Il est d'ailleurs certain que tous les autres acides , qui se trouvent dans les terrains primitifs , sont également produits dans les terrains secondaires : tels sont l'acide fluorique , l'acide quartzeux , l'acide vitriolique , l'acide phosphorique , l'acide aérien ou air fixe , & les acides métalliques.

Et comme ces acides sont formés par les airs , la matière du feu , celle de la lumière , & les grands fluides de l'univers , le fluide électrique , le magnétique il s'ensuit qu'ils doivent en diminuer la masse.

D E S A L K A L I S .

§. XCIII. On ne connoît que trois alkalis.

1°. Celui qu'on retire du tartre ou des bois qu'on brûle. On l'appelle potasse.

2°. Celui qu'on retire des plantes marines. C'est le natron des anciens.

3°. L'alkali volatil, qu'on obtient de la combustion ou putréfaction des matières animales, & de quelques végétaux.

Ces trois alkalis se rencontrent dans le règne minéral. Mais il n'y a que le natron qui y soit abondant. Les autres paroissent n'y être que par accident.

L'alkali volatil, ou ammoniacal, se retire de plusieurs charbons de terre par la distillation. Il n'est donc pas surprenant qu'on en trouve quelquefois auprès des volcans, soit sous sa forme naturelle, soit plutôt encore sous celle de sel ammoniac.

La potasse ou alkali dit végétal, ne paroît également se trouver que près des lieux où il y a eu des bois brûlés.

Il est cependant singulier que cet alkali, se trouvant dans un grand nombre de plantes, soit pur, soit combiné avec quelque acide, ne se rencontre pas dans les productions minérales des terrains secondaires & tertiaires, où il a dû être charié par les eaux. Il faut sans doute qu'il se décompose.

L'alkali minéral au contraire, ou natron, est extrêmement abondant dans le règne minéral. Comme un des principes du sel marin & du vitriol de natron, il se trouve dans les eaux

des mers, des lacs salés, & dans les sels gemmes. Plusieurs fontaines d'eaux minérales en contiennent également.

Mais il paroît une production nouvelle. Nous connoissons deux causes qui en forment journellement une grande quantité.

1°. Les terres végétales qui forment cet alkali en même tems que le nitre & les autres sels des nitrières.

2°. Les végétaux & les animaux, sur-tout les animaux marins. On retire des uns & des autres cet alkali en plus ou moins grande abondance. Lorgna a retiré une grande quantité de natron des animaux marins (1).

Il est des contrées où le natron se trouve en grandes masses ; quelquefois il est effleuri à la surface de la terre : d'autres fois il est dans des lacs. On cite des lacs qui se rencontrent dans les sables de Barbarie, auprès d'Ammon, lesquels sont remplis de cet alkali.

On suppose, avec assez de vraisemblance, que cet alkali est le produit du sel marin décomposé, & dont l'acide s'est volatilisé. Quelques portions de sel marin, qui y demeurent encore mélangées, ne permettent pas de douter

(1) Journ. de Physique, 1786, tom. II, pag. 30.

que ce ne soit la vraie origine de ce natron.

Quelques fontaines charient aussi cet alkali pur. Il se peut que celui-ci provienne également d'une portion de sel marin décomposé. Mais il est possible qu'il y en ait aussi qui vienne des animaux marins décomposés, & dont les débris sont dans les couches calcaires.

Un grand nombre de fontaines contient du sel de glauber, qui, en se décomposant, peut fournir du natron. Les salines de Lons-le-Sauvier, de Mont-Morot..... contiennent beaucoup de ce sel de glauber, ou vitriol de natron.

Toute la Sibérie est remplie de ruisseaux & de lacs dont les eaux sont chargées de sel de glauber, ou vitriol de natron. Ce sel se décompose en plusieurs endroits, & laisse le natron pur, qu'on retrouve ou dans ces eaux, ou à la surface de la terre. *Voyez* les voyages de Pallas.

Les alkalis ne se rencontrent jamais dans les terrains primitifs; ce qui prouve assez qu'ils sont d'une formation nouvelle.

Nous répéterons, à leur égard, les mêmes réflexions que nous avons déjà faites pour les acides. Il entre dans leur composition des airs, de la matière de la lumière, de la matière de

la chaleur, peut-être des fluides électriques magnétiques . . . leur production doit par conséquent diminuer la masse de ces grands fluides.

*D E S S E L S N E U T R E S
A B A S E D ' A L K A L I S .*

§. X C I V. Par sels neutres, on entend communément des combinaisons d'un acide avec une base quelconque. Cette base peut être ou alkaline, ou terreuse, ou métallique. Ce qui donne trois espèces particulières de sels neutres.

Nous avons déjà parlé des sels neutres à base métallique à l'article des minéralisateurs; parce que, dans ce cas, on peut regarder ces acides comme minéralisateurs.

Il sera question ailleurs des sels neutres à base terreuse, qui forment des pierres.

Ici, nous traiterons des sels neutres, qui ont pour base des alkalis.

Nous avons vu que ni l'alkali végétal ou potasse, ni l'alkali volatil ou ammoniacal, ne se rencontrent dans le règne minéral. Par conséquent, il ne peut y avoir de sels neutres minéraux à base alkaline, que ceux à base de natron.

Les sels neutres à base de natron qu'on trouve dans le règne minéral, sont :

1°. Le vitriol de natron, ou sel de glauber, qui est fort commun dans plusieurs fontaines, dans plusieurs lacs, sur-tout en Sibérie, & dans la mer.

2°. Le sel marin commun, dont nous parlerons plus particulièrement.

3°. Le borax, qui est un sel composé d'acide boracique & de natron. Ce sel ne se trouve qu'en quelques endroits, comme dans les lagonis du Tibet, &c.

DU SEL GEMME, ET DE LA SALURE DES EAUX DE LA MER.

§. XCV. Le sel gemme se rencontre dans un grand nombre d'endroits, mais c'est toujours dans les terrains secondaires, & jamais dans les primitifs.

Il se présente, en général, sous deux formes différentes :

Ou en grandes masses, qui sont déposées par couches :

Ou il est mélangé intimément avec d'autres substances, en petites parcelles, ou en rognons.

C'est sous cette dernière forme qu'on le trouve à Bex en Suisse (1), à Lons-le-Saurier, à Mont-Morot, dans le département de la Meurthe (ci-devant Lorraine) (2), & en un grand nombre d'endroits, où il donne origine aux fontaines salées.

On a creusé, à Bex, des galeries très-considérables, en suivant les veines d'eaux salées; & on n'a jamais rencontré de masses de sels. On rencontre seulement, épars çà & là, quelques cristaux de sel marin. La masse de la montagne est un gypse gris, mêlé de beaucoup d'argile. On y trouve du soufre & du gaz inflammable sulfureux, ou hépatique.

Les galeries, creusées dans cette masse, conduisent à une autre espèce de pierre grise, qu'on appelle le *cylindre*, & qui paroît faire le noyau de la montagne. Cette pierre grise est une espèce de pierre argileuse, d'un noir tirant sur le bleu. C'est de cette masse que sortent les eaux salées: & cependant elle ne contient point de sels. C'est donc seulement le lieu où

(1) Voyez l'ouvrage de Wild sur ces salines.

(2) Je me servirai quelquefois du nom ancien des provinces de France, parce que ces provinces ayant été divisées en plusieurs départemens, j'ignore dans lequel de ces départemens sont les objets dont il s'agit.

viennent se rendre les eaux salées, qui ont coulé au travers de la montagne gypseuse.

C'est une observation assez générale que le gypse se trouve auprès des mines de sel gemme.

Deborn rapporte que les salines de Transilvanie se trouvent avec des gypses.

Pallas a fait la même observation en Syrie

§. XCVI. Mais dans un grand nombre d'endroits, on trouve le sel marin en grandes masses dans le sein de la terre. Une des mines les plus fameuses de cette espèce, est celle de Wiélisca, en Pologne.

La surface extérieure du sol où elles sont situées, est, comme le reste de la Pologne, un sablon blanc, jaunâtre, ferrugineux.

Au-dessous, on trouve des couches d'argile plus ou moins colorées par le fer.

Ces couches sont séparées par des couches de pierres calcaires minces & feuilletées.

On trouve les premières couches de sel à environ deux cents pieds de profondeur. Il y en a plusieurs les unes sur les autres. Les plus profondes où on soit parvenu, sont à neuf cents pieds.

Ce sel est en grande masse. Les couches n'en sont interrompues que par quelques couches

d'une argile sablonneuse de trois à quatre pieds d'épaisseur.

Il coule un ruisseau d'eau douce à travers ces couches argileuses.

On dit que cette mine a déjà été exploitée dans une étendue de trois lieues de diamètre. Elle paroît communiquer avec celle de Bochnia, qu'on exploite également. Bochnia est une ville, à l'orient de Wiélisca, & qui en est éloignée de cinq milles.

On trouve dans ces mines beaucoup de coquilles, de madrépores. On y a même rencontré des dents molaires d'éléphants, & d'autres os de cet animal (1).

Cette description fait voir que la masse de sel de Wiélisca & de Bochnia est énorme, puisqu'elle a au moins sept à huit cents pieds d'épaisseur sur une longueur de plusieurs lieues.

Il y a beaucoup de sel gemme en Hongrie, en Transilvanie, en Moldavie, en Walachie.

Fitchel croit que les salines de Pologne communiquent avec toutes celles-ci. On retrouve encore de ces salines dans la Haute-Autriche, dans le Tirol...

Il est peu de contrées où on ne trouve du

(1) Deborn, catalogue de Mademoiselle Raab.

fel gemme. Il y en a en Angleterre , en Espagne , en Chine . . .

Ces fels gemmes ne font jamais purs ; ils font , le plus souvent , mélangés avec des portions terreuses , qui les colorent , & les empêchent de se diffoudre facilement dans l'eau.

§. XCVII. On trouve auffi beaucoup de fel marin à la surface de la terre.

Toute la partie d'Afrique , qui est le long de la Méditerranée depuis l'Égypte jusqu'au mont Atlas , est chargée de fel marin. Il y a auffi du nitre en certains endroits.

Ces fels y font de la plus haute antiquité ; car Hérodote rapporte que les eaux qui couloient au pied des Pyramides d'Égypte , étoient chargées de fel marin.

Shaw nous a donné des détails précieux sur les fels qui se trouvent dans ces contrées. Il observe qu'elles font presque toutes remplies de ces fels ; & il ajoute :

« Les salines d'Arsew font environnées de
» montagnes , & ont près de six milles de
» tour. En hiver , elles paroissent comme un
» grand lac. Mais elles font sèches en été ,
» l'eau s'exhalant alors par la chaleur , & le
» fel demeurant cristallisé au fond. On trouve ,
» en creusant dans ces salines , différentes cou-

» ches de sel, dont quelques - unes ont un
 » pouce d'épaisseur, & d'autres davantage ;
 » ce qui vient, à ce que je pense, de la dif-
 » férente quantité de particules de sel dont l'eau,
 » qui a formé ces couches, étoit imprégnée.
 » Tout le terrein de cette saline est rempli de
 » semblables couches entassées les unes sur
 » les autres. Les salines qui sont entre Car-
 » thage & Guelta, aussi bien que celles des
 » marais de Shott, & celles du Sahara & son
 » voisinage, sont constituées de la même ma-
 » nière.

» Le Jibbel Had - Deffa est une montagne
 » de sel toute entière, située à l'extrémité
 » orientale du lac des Marques, qu'on ap-
 » pelle aussi Bahirah - Pharaoune, ou lac
 » Triton. Ce sel est dur & solide comme une
 » pierre ». *Shaw, Voyage en Barbarie, t. 1,*
p. 297.

Ce lac des Marques (*Palus - Tritonis* des anciens), auprès de Tozzer, est éloigné de la mer de quarante lieues. Sa longueur est d'environ vingt lieues sur une largeur assez considérable. Ses eaux, comme le dit Shaw, sont très-salées, & s'évaporent, en partie, pendant l'été. Le sel se dépose & cristallise.

Il y a ici deux observations bien importantes à faire. 1°. C'est que ce sel, cristallisé

pendant l'été, ne se dissout point entièrement par les eaux qui s'accumulent dans ces lacs pendant l'hiver. 2^o. Le sel, au contraire, y cristallise & y forme des couches plus ou moins épaisses, qui sont séparées par les dépôts qui y apportent les eaux. Je ferai bientôt voir que cette observation de Shaw jette un grand jour sur la formation des salines.

Toute la Barbarie, depuis l'Égypte jusqu'au mont Atlas, & en s'étendant dans le Shara, dans le Biledugérid jusqu'au fleuve Niger, est, en partie, remplie de sel marin, au point que les eaux qui y coulent ne sont point potables. On est obligé d'en aller chercher dans de petits ruisseaux qui sortent des montagnes.

Ces ruisseaux, en traversant les plaines, se chargent de sels, qui, dans les chaleurs, cristallisent sur leurs rives. Il en est même quelques-uns qui en déposent des quantités prodigieuses dans leurs cours.

Indépendamment du sel marin, on trouve dans quelques-unes de ces plaines, particulièrement celle de Kerwan, auprès de Tunis, une grande quantité de nitre qui effleurit chaque été sur la terre, & ensuite est charié par les eaux.

On trouve, du côté d'Ammon, des lacs qui contiennent beaucoup de natron.

On peut aussi assurer qu'on retrouve ces sels bien avant dans l'intérieur de l'Afrique, puisque les habitans de ces contrées en font un commerce assez avantageux.

La Sibérie contient également une très-grande quantité de différens sels. De grands lacs sont pleins de ces sels. Plusieurs ruisseaux en charient; & on en rencontre souvent déposé dans les sables, où ils effleurissent. Pallas en cite un grand nombre d'exemples.

Voici ce qu'il dit de ceux situés du côté de l'Irtisch.

« Le pays, qui devient bas & humide, est
 » garni de mares & de fonds salins. Des col-
 » lines argileuses s'élèvent au-delà du ruisseau.
 » Près du village d'Obanina, situé sur la rive
 » droite du Kourtamisch, est un autre ruis-
 » seau, qui s'y réunit; il est entièrement à
 » sec en été. Le fond, situé devant ce ruisseau,
 » est abondamment chargé de natron. Il est
 » répandu comme une écume boursoufflée sur
 » la surface du sol qui est humide. Quoique
 » mêlé avec du sel de glauber (1), il renferme

(1) Il paroît que ce prétendu sel de glauber est du vitriol de magnésie, puisqu'en le décomposant avec

» tant d'alkali, qu'il fait une très-forte effervescence avec les acides. On trouve beaucoup de places chargées de ce sel jusqu'à Kissaïa - Dérevna. Il y a un vaste fond au-delà du Kourtamich, qui commence près d'Obanina. Son sol est richement imprégné de natron & de sel de glauber. Presque tous les districts salins, qui s'étendent entre le Tobol, l'Ischim & l'Irtich, sont chargées de sel amer, ou de sel marin, plus ou moins riches en natron. Au printems, ces sels forment de terre sous forme d'une bouillie ou écume blanche très-mouillée, qui se dessèche, & devient une farine blanche comme la neige, lorsque le tems est sec. . . . J'ai observé que lorsqu'on creuse dans ces places salines, à quelque profondeur que ce soit, on ne trouve que du sable, sous lequel est une terre glaise jaune & visqueuse, ou une argile noirâtre & compacte, seulement imprégnée de sel à sa surface ». *Voyages de Pallas, tom. III, in-4°, p. 38, trad. franç.*

Toutes les plaines du Baraba contiennent des sels semblables, & un grand nombre de lacs pleins d'eaux salées.

l'alkali du tartre, on en tire de la magnésie. *Tom. V, pag. 200, à la note.*

« Les environs du Baïkal & les contrées
 » situées au-delà sont montagneux, dit le même
 voyageur, tom. IV, pag. 360; » ils sont ce-
 » pendant aussi abondans en sel de glauber &
 » en natron que les déserts de l'Iséth, d'Is-
 » chimi, & de Barabinskoï. On a découvert,
 » il y a plusieurs années, de gros amas de sel
 » de glauber dans les lacs qui avoisinent la
 » forge de Lamina, au nord du Baïkal, où
 » les pharmaciens Russes se fournissent en
 » partie. On exploite le sel amer des couches
 » souterraines des lacs desséchés d'Ourounf-
 » koï, près de Bargoussin. Il existe de nom-
 » breux fonds de sel amer près de la Sélenga,
 » du Chilok, du Tchikoï, de l'Onon, de
 » l'Argoun, dans toute la Mongolie, & sur-
 » tout dans les hautes landes de Gobée, qui
 » sont remplis de lacs de cette nature. On ne
 » peut trop admirer la richesse de la Sibérie en
 » sels ».

Il y a aussi une très-grande quantité de sel
 marin & de sel de glauber dans les lacs de
 Gourief, sur les bords de la mer Caspienne,
 proche de l'embouchure de l'Jaïk ou Oural,
 ainsi que sur ceux du Volga.

On retrouve encore, sur les bords de la
 Samara, des plaines & des lacs qui contien-
 nent

ment beaucoup de sel marin & de sel de glauber.

Cette quantité de sel de glauber, qui existe dans ces contrées, me paroît tenir à une cause particulière, en supposant que ce sel de glauber ne soit pas du vitriol de magnésie. Nous avons vu que ces sels se trouvent assez volontiers sur des sols argileux. Or l'argile contient, le plus souvent, de l'acide vitriolique, qui aura décomposé le sel marin pour en former du sel de glauber, ou vitriol de natron.

Quant au natron, qui est assez abondant dans ces contrées, il provient très-certainement de la décomposition ou du sel marin, ou du vitriol de natron.

Mais la plupart de ces prétendus sels de glauber sont des vitriols de magnésie; ou ils viennent des eaux de la mer; ou ils ont été produits par la combinaison de l'acide vitriolique avec la magnésie, provenant de la décomposition des pyrites qui contiennent de la magnésie.

On retrouve encore beaucoup de ces sels le long du Volga, dans les steppes.

Ces mêmes substances salines se retrouvent, en Arménie, en Perse, sur toutes les rives de la mer Caspienne, du lac Aral. Il y en a

même dans le grand désert de Chamo, ou Cobi.

Les steppes salins, du côté du Volga & du Don, s'étendent jusqu'à la Krimée.

On ne peut douter que cette quantité immense de substances salines n'ait été déposée par les eaux de la mer Caspienne, lorsqu'elle couvroit tous ces cantons, & communiquoit avec la mer Noire, comme nous le verrons ailleurs (§. CCCXXXI). Peut-être est-ce encore à cette mer que sont dus les sels dont nous allons parler.

La Hongrie présente aussi un grand nombre de lacs salins, qui sont situés le long de la chaîne primitive qui la traverse. Les sels qu'on y rencontre sont le vitriol de natron, des terres alumineuses, une grande quantité de natron, & du nitre. Rückert croit que ces différens sels sont mêlés dans les terres & les sables. Par-dessous ces sables, qui sont certainement des attérissemens, se trouve une argile bleue, sur laquelle l'eau coule; ces eaux viennent sortir sur terre, & y apportent les sels dont elles se sont chargées. Elles se rendent dans des espèces de mares ou de petits lacs. Ces lacs se desséchant pendant l'été, les sels cristallisent, comme dans les autres lacs que nous avons vus.

Il se peut que ce natron soit dû à la décomposition du vitriol de natron, ou à celle du sel marin, assez commun en Hongrie; enfin il croît sur le bord de ces lacs beaucoup de kali, qui, en se décomposant, doit aussi fournir du natron.

Sans doute il existe de ces lacs salés dans un grand nombre d'endroits qui sont encore inconnus aux naturalistes.

§. XCVIII. Il faut rechercher maintenant quelle est l'origine de ces sels, soit celui qu'on trouve à la surface de la terre, soit celui qu'on trouve dans son sein.

C'est une question qui a fort occupé les géologues. Mais auparavant que de rapporter leurs opinions, nous allons parler des sels contenus dans les eaux des mers.

Ils sont de plusieurs espèces.

1°. Le sel marin à base de natron.

2°. Le sel marin calcaire.

3°. Le sel marin magnésien.

4°. Le vitriol de natron.

5°. Le vitriol calcaire ou sélénite.

6°. Le vitriol de magnésie.

7°. La terrecalcaire aérée.

Il est très-remarquable qu'on n'y trouve ni acide nitreux, ni alkali végétal, ni alkali am-

moniacal, ni aucun de ces alkalis avec de l'air fixe.

Cependant l'acide nitreux se trouve dans plusieurs sels, dans les terres qui sont à la surface du globe; savoir, dans les différens sels nitreux, dont sont imprégnées les terres végétales, ainsi que nous l'avons vu.

L'alkali végétal, ou potasse, se trouve dans les mêmes sels.

Il se produit aussi journellement une grande quantité d'alkali ammoniacal.

Tous ces sels doivent être dissous par les eaux pluviales & les eaux courantes qui coulent à la surface de la terre, & en lessivent les terres. Ces eaux se rendent, après un cours plus ou moins long, dans les lacs & dans les mers. Elles doivent donc y apporter ces sels nitreux, ceux à base d'alkali végétal & d'alkali ammoniacal.

Cependant l'analyse n'a jamais pu retirer des eaux de la mer aucun de ces sels. Il faut donc qu'ils soient décomposés avant que d'y arriver, ou lorsqu'ils y sont rendus. Mais c'est ordinairement avant que d'y arriver: car les eaux des fleuves ne contiennent point de nitre.

Il se présente maintenant deux questions.

1°. Quelle est l'origine du sel gemme?

2°. Quelle est la cause des sels qui se trouvent dans les eaux de la mer?

Plusieurs géologues ont soutenu que ces derniers venoient des mines de sel gemme, sur lesquels reposoient des mers, & qui les dissolvoient.

Mais nous avons vu que tout le globe a été dissous primitivement par les eaux. Il faudroit donc dire que ces sels étoient contenus dans les eaux avant la cristallisation des terrains primitifs; qu'ils se sont déposés dans le sein des eaux, & qu'ensuite ces mêmes eaux les ont redissous. Mais ce sentiment ne me paroît pas pouvoir se soutenir.

Car on ne voit pas la raison qui eût fait d'abord déposer ces sels, & ensuite les eût fait redissoudre une seconde fois. Les eaux des mers n'en sont jamais saturées.

D'ailleurs, on ne trouve jamais de ces sels dans les terrains primitifs: & cependant il n'y auroit pas de raison pour laquelle ils ne se feroient pas déposer dans ceux-ci, comme dans les secondaires.

On ne peut donc soutenir que le sel gemme, & ceux qui sont dans les eaux de la mer, y fussent contenus antérieurement à la cristallisation des terrains primitifs. Il faut donc en rechercher l'origine à des époques postérieures.

On doit encore observer qu'on ne trouve point de sel gemme dans les terrains secondaires primitifs très-élevés, & dans lesquels il n'y a point ou peu de débris d'êtres organisés. Mais c'est toujours dans des parties basses & dans les terrains coquilliers.

Il me paroît donc vraisemblable que tous les sels contenus dans les eaux de la mer, & ceux qui sont dans des marais, dans des lacs, dans des sables, ainsi que ceux qui sont enfouis dans les terres, ou sels gemmes, proviennent, 1^o. de ceux qui se forment journellement à la surface de la terre, comme nous l'avons vu, & que les eaux charient dans les mers & dans les lacs; 2^o. de ceux que fournissent les animaux marins.

Les grands lacs où se rendent des fleuves, & qui n'ont point d'issue, tels que la mer Caspienne, la mer Morte, le lac Aral sont tous salés, & contiennent plus ou moins de ces différens sels; au lieu que ceux qui sont traversés par des fleuves conservent leurs eaux douces, parce que les fleuves emportent sans cesse les sels qu'ils y apportent, ou qui proviennent des animaux marins.

Il faut rechercher maintenant comment les eaux auront pu déposer les sels gemmes, &

ceux qui sont à la surface de la terre. On en peut assigner plusieurs causes.

§. XCIX. 1^o. Nous avons vu que des eaux très-profondes peuvent se surcharger des sels à leurs parties inférieures & les laisser déposer (§. XXI). Ceci a donc pu avoir lieu pour le sel marin dans les mers très-profondes, & les eaux ont pu y déposer une certaine quantité de sel marin.

§. C. 2^o. Dans l'instant que les eaux des mers se sont abaissées, elles ont formé des lacs, ainsi que nous le verrons. Si quelques-uns de ces lacs se tarissent par l'évaporation de leurs eaux, tout leur sel se déposera. C'est ce qui a encore lieu dans plusieurs endroits de l'Afrique, de l'Asie, de la Sibérie, comme nous venons de le dire. Examinons ce qui doit s'y passer, par exemple, dans le lac des Marques.

Ce lac a environ vingt lieues de longueur sur une largeur considérable.

Il est si chargé de sels marins, qu'il les dépose en été sous forme de couches, lorsque la grande chaleur fait évaporer une partie de ses eaux : & pour lors le lac est fort bas.

Dans l'hiver ses eaux augmentent, parce que toutes celles des pluies qui tombent dans les environs s'y rendent; le lac se remplit. Une

partie des sels se dissout de nouveau , mais toute la masse n'est pas dissoute.

Les eaux qui y arrivent apportent des terres , des sables qu'elles charient.

Elles peuvent même y apporter des débris d'êtres organisés , s'il s'en trouve sur leur passage. Par conséquent , si des éléphants ou d'autres animaux étoient péris sur ses bords , leurs débris y feroient chariés.

Toutes ces matières ainsi entraînées couvriront les portions de sels déposés l'été précédent , & qui n'ont pas été dissoutes.

Ceci se répétant à chaque saison , on sent qu'il se déposera des couches alternatives de sels , de sables , d'argiles , ou autres matières apportées par les eaux , comme Shaw le dit.

Dans un lac aussi grand que celui des Marques , il pourra donc se former des mines de sel gemme très-étendues , & peut-être plus que celles de Wielisca & de Bochnia , puisque ce lac a vingt lieues de longueur & une largeur de plusieurs lieues ; & que par une suite de l'évaporation , ce lac se comblera à la suite des tems : il paroît même que c'est de cette manière que les salines de Pologne ont été formées. Elles sont recouvertes de sables & de terrains analogues à ceux du sol. Elles con-

tiennent des débris d'os d'éléphant..... Tout ceci paroît être l'effet d'attérissemens faits par l'eau des fleuves.

La seule difficulté qu'offre cette explication, est de savoir comment le sel déposé pendant l'été n'est pas entièrement dissous par les eaux pendant l'hiver. Mais, c'est un fait certain & que nous voyons se répéter chaque jour sous nos yeux dans le lac des Marques. Il s'agit donc seulement d'en trouver la cause, & nous pouvons en assigner plusieurs.

1°. La quantité d'eau fournie par les pluies d'hiver peut n'être pas assez considérable pour opérer une dissolution entière des sels déposés.

2°. Le sel fossile est toujours mélangé avec de l'argile & d'autres portions terreuses qui lui ôtent une partie de sa solubilité. Il faudra donc une plus grande masse d'eau pour en dissoudre la même quantité proportionnellement. Nous avons vu que le Jibbelhadessa, ou montagne de sel, qui est située à l'extrémité orientale du lac des Marques, n'est pas dissoute par les eaux dans la saison des pluies; & effectivement ce sel n'est pas pur, il est coloré par différentes terres.

On a proposé une autre explication de la formation des mines de sel. Lors de la retraite des eaux des mers, disent plusieurs savans,

elles ont formé des lacs dont l'évaporation a laissé à sec les sels qu'elles contenoient.

Les eaux des mers, dans de nouvelles inondations, viendront déposer, sur ces sels, de nouvelles couches plus ou moins épaisses de terre, de sable. Dans ces couches pourront se trouver, comme dans toutes les couches secondaires, des débris d'êtres organisés, tels que coquilles, madrepores, os d'éléphants....

Mais cette explication présente deux difficultés considérables. La première est que rien ne prouve que les eaux des mers puissent revenir à différentes fois sur les continens, comme nous le verrons ailleurs.

La seconde difficulté est que, dans cette hypothèse, les eaux des mers seroient censées revenir en grandes masses : or, elles dissoudroient pour lors tous les sels ainsi déposés.

Je crois donc qu'il faut renoncer à cette hypothèse.

Je ne nie cependant pas que dans quelques inondations particulières, comme celles qui ont eu lieu en Hollande & ailleurs, les eaux de la mer qui ont séjourné sur les terres & qui s'y sont évaporées, n'y aient déposé leur sel, comme elles le font dans les marais salans. Si ces inondations avoient eu lieu plusieurs fois, elles auroient pu ainsi produire quelques cou-

ches de fels. Mais ces effets n'ont pu être que locaux.

§. CI. Mais les salines, comme celles de Bex, paroissent avoir été formées d'une autre manière. Le sel n'y est point déposé en grandes masses. Il se trouve mélangé avec les substances pierreuses & terreuses.

Il faut supposer que toute la montagne a été baignée par une eau salée.

Une partie de ce sel a pénétré cette montagne & a cristallisé en petits cristaux, qui se sont déposés dans de petits vides qui s'y sont trouvés. Elle s'en est trouvée par ce moyen toute imprégnée.

Cette imprégnation a pu se faire de deux manières.

Ou c'étoit un lac d'eau salée contenant les matières qui ont formé la montagne : & le sel a cristallisé avec ces matières.

Ou les substances qui forment cette montagne étoient très-poreuses, contenant des cavernes, des fentes, des vides plus ou moins considérables. Elles étoient pénétrées des eaux de la mer ou d'un lac salé. A mesure que les eaux se sont abaissées pour prendre le niveau actuel, les eaux de cette montagne se sont écoulées par différentes issues. Mais elles ont déposé la plus grande partie de leur sel, & par con-

féquent toute la masse de la montagne en a été imprégnée.

Les eaux pluviales pénétrant de nouveau cette montagne pour y former des sources, comme dans les autres montagnes, dissoudront une portion de ces sels & produiront les sources d'eaux salées.

On objectera peut-être que la plupart des montagnes ont des fentes, des cavernes..... & qu'ainsi elles devroient toutes contenir du sel gemme, comme celles de Bex.

Je répondrai qu'il paroît que les eaux des mers contenoient encore peu de sels dans le tems de la formation des premières montagnes calcaires primitives, & que ces sels se sont multipliés postérieurement. Il n'est donc pas surprenant qu'on en trouve peu dans ces montagnes.

D'ailleurs, il paroît que les dépôts des substances salines se sont opérés principalement dans des lacs. Ainsi, ce ne sera donc que dans les terrains qui formoient les bassins de ces lacs, qu'on trouvera ces sels.

Enfin il y a des causes locales qui ont fait que la montagne de Bex & autres semblables, ont été imprégnées de sel marin, tandis que le reste des montagnes de la surface du globe n'en contient point.

Ce sera donc en examinant attentivement la nature de ces montagnes, leurs positions... qu'on pourra assigner quelles sont les circonstances locales qui auront fait déposer des sels dans telles montagnes plutôt que dans les autres.

Il se présente ici un phénomène très-général. Le sel gemme se trouve le plus souvent avec du gypse. Il y a même du soufre dans les salines de Bex.

Nous avons vu que les eaux des mers contiennent du sel de glauber ou vitriol de natron, & de la sélénite ou vitriol calcaire. Cette sélénite se sera déposée avec le sel marin dans certaines circonstances : ce qui aura formé ces couches de gypse.

Le vitriol de natron aura aussi pu être décomposé par la terre calcaire caustique dans certaines circonstances : ce qui aura ainsi produit une nouvelle quantité de gypse.

Enfin l'acide vitriolique aura pu, par des circonstances locales, passer à l'état de soufre & d'hépar (ou sulfure de la nouvelle nomenclature).

D E L' H U M U S.

§. CII. On a désigné sous le nom d'humus la terre végétale qui couvre la surface du globe. Cette terre ne peut être homogène, puisqu'elle est un mélange de plusieurs substances différentes, savoir, des substances animales & végétales putréfiées & de la terre du sol.

On doit distinguer en général deux espèces d'humus.

Celui qui est le produit des substances végétales putréfiées.

Celui qui est le produit des substances animales putréfiées.

Si l'on rassemble, par exemple, une grande quantité de plantes qu'on laisse pourrir, supposons des feuilles, on aura pour résidu une petite quantité de poussière noirâtre qui sera le véritable humus, composé des différens principes fixes de la plante, unis à des portions huileuses, extractives, muqueuses..... qui ne sont pas encore décomposées.

Les vieux arbres qui se corrompent dans le centre, donnent un véritable humus. C'est une poussière d'un brun plus ou moins foncé,

& qui varie jusqu'à un certain point suivant la nature de l'arbre.

Des parties animales qu'on laisse putréfier, donnent également un résidu terreux, d'un brun plus ou moins foncé. Les principes de ce résidu varieront également suivant la nature des animaux & les parties animales qu'on a mises à putréfier.

Mais quels sont ses différens principes? La chimie nous a appris que les plantes & les animaux contiennent :

- 1°. De la terre calcaire.
- 2°. De la magnésie.
- 3°. De la terre argileuse.
- 4°. De la terre quartzeuse.
- 5°. De la terre pesante, suivant Bergman.
- 6°. Du fer.
- 7°. De la manganèse, suivant Schéele.
- 8°. De l'or, suivant Beccher.
- 9°. De l'alkali du tartre ou potasse.
- 10°. L'alkali minéral ou natron.
- 11°. L'alkali ammoniacal ou ammoniacque.
- 12°. Différens acides végétaux & animaux, qui se décomposent facilement & donnent beaucoup d'air fixe.
- 13°. Différens sels neutres, tels que le vitriol de potasse, le vitriol de natron, le nitre, le sel marin,.....

14°. Le sel phosphorique calcaire & peut-être le sel phosphorique de natron, qui sont très-abondans chez les animaux.

15°. Des parties huileuses, résineuses, mucilagineuses, extractives, colorantes.....

16°. Le soufre.

Toutes ces différentes substances ne se trouvent pas dans chaque animal ou végétal ; mais il y en a plusieurs.

On conclura que les différens humus varieront suivant qu'ils seront le résultat de la décomposition de telle plante ou de tel animal.

Le degré où sera parvenue la décomposition y influera également. Lorsque la décomposition ne sera pas entière, il y aura plusieurs sels, plusieurs parties huileuses, muqueuses, extractives.... qui ne seront pas entièrement décomposées. Au lieu que ces substances n'existeront plus, lorsque la putréfaction sera plus avancée.

Les sels nitreux & marin se décomposent également avec facilité.

Mais l'acide phosphorique, si abondant surtout chez les animaux, résistera davantage. Aussi le retrouve-t-on souvent dans les produits de la décomposition des animaux.

C'est cet acide phosphorique qu'on retrouve
dans

dans le phosphate calcaire de l'Estremadure, dans le fer limoneux ou sydérîte mais néanmoins il se décompose aussi, & il fournit l'air inflammable phosphorique des fontaines brûlantes.

L'acide vitriolique se décompose aussi quelquefois. Mais on peut néanmoins le retrouver dans quelques produits de décomposition.

Tous ces différens résultats fourniront les variétés de *l'humus pur*, qui est produit par la décomposition des plantes & des animaux.

Mais l'humus ordinaire est un mélange de celui-ci avec les différentes terres, où s'opère cette décomposition des substances végétales & animales à la surface de la terre.

Il faut bien observer que cette décomposition des différentes parties des végétaux & des animaux, donne une immense quantité des différens airs, sur-tout d'air fixe. Nous verrons bientôt l'emploi que la nature fait de cet air fixe.

D E S T E R R E S .

§. CIII. Rien ne pourroit plus avancer la géologie & la minéralogie, que des notions

exactes sur la nature des terres. Mais l'analyse ne nous a encore donné que de légers aperçus à cet égard.

Elle nous a indiqué cinq espèces principales de terres.

1°. La quartzeuse.

2°. L'argileuse.

3°. La calcaire.

4°. La magnésienne.

5°. La pesante ou la barytique.

Il faudra y en ajouter trois nouvelles, si les expériences qu'on a faites à cet égard se confirment.

6°. La terre circoniène ou terre du Jargon, que Klaproth soupçonne être différente des autres terres.

7°. La terre corindoniène ou terre du Corindon, ou spath adamantin, à laquelle Klaproth a cru reconnoître des qualités nouvelles.

8°. La terre de Sidney (1).

Peut-être ces trois dernières terres ne sont-elles que des modifications des autres. Peut-être en sont-elles différentes, & qu'on en re-

(1) C'est une terre que Weedgewood a retirée des argiles qu'on lui avoit envoyées de la nouvelle Hollande, & à laquelle il avoit trouvé des propriétés qui lui ont fait soupçonner que c'étoit une terre nouvelle.

connoitra encore d'autres , particulièrement dans les gemmes.

Mais quelle est la nature de ces terres ?

N'y a-t-il qu'une terre primitive dont toutes les autres sont des modifications , comme l'ont cru plusieurs savans chimistes ?

Ou chacune de ces terres est - elle un être élémentaire particulier ?

Ou toutes ces terres sont-elles des corps composés ?

La chimie ne peut encore résoudre ces problêmes difficiles : & nous n'avons que des analogies éloignées à présenter.

Nous savons que les forces de la végétation peuvent produire toutes ces différentes espèces de terres ; puisque , comme nous venons de le voir , on retire des végétaux de la terre calcaire , de la terre magnésienne , de la terre argileuse , de la terre quartzeuse , & peut-être de la terre pesante.

Ces mêmes terres se retrouvent chez les animaux , où elles sont également produites.

Il paroît donc que toutes les terres peuvent être produites par les forces vitales chez les êtres organisés.

Dès-lors on ne sauroit les regarder comme des êtres simples.

C'est à peu-près à quoi se bornent nos connoissances sur ces objets.

Ces apperçus sont confirmés par d'autres analogies.

La terre calcaire a un grand nombre de propriétés des alkalis. Ceux-ci sont produits comme elle par l'action des forces vitales chez les végétaux & les animaux. Ils sont composés de différens airs, d'eau, de feu. L'analogie pourroit donc faire croire que la terre calcaire est formée à peu-près des mêmes principes.

On en peut dire autant de la magnésie, qui a aussi beaucoup de rapports avec les alkalis.

La terre argileuse est en partie soluble dans l'eau : ce qui est un rapport avec les alkalis, la terre calcaire & la magnésie.

La terre quartzeuse est produite en grande quantité chez les végétaux, & elle a beaucoup de qualités des autres terres.

Nous ne connoissons point les procédés de la nature pour la formation de toutes ces terres. Celles des terrains primitifs ont été formées avant la cristallisation du globe. Mais celles qui l'ont été postérieurement par l'action des forces vitales chez les êtres organisés, doivent l'être à peu-près des mêmes principes que les substances salines avec lesquelles elles ont tant d'a-

nalogie. Elles auront donc pour principes les différens airs, l'eau, le feu, la matière de la lumière, les fluides électrique, magnétique...

Nous en devons tirer deux conséquences intéressantes :

1°. Que les terres formées avant la cristallisation du globe, l'ont été des mêmes principes que celles-ci.

2°. Que la production nouvelle de ces terres, postérieurement à la formation du globe, doit en augmenter la masse, puisqu'il s'y combine des portions plus ou moins considérables des grands fluides de l'univers, la matière de la lumière, celle de la chaleur, les fluides électriques, magnétique.....

Peut-être y a-t-il de ces terres formées dans les nitrières, & dans les terres végétales, comme s'y produisent toutes les substances salines. Il y a long-tems que j'ai dit que la grande quantité de magnésie qu'on trouve dans les eaux-mères du nitre, me fait soupçonner qu'il y a une nouvelle production de cette terre dans les nitrières.

Mais, sans entrer dans de plus grands détails sur la nature des terres & leur formation, examinons-les, telles que la nature les emploie dans la production des minéraux.

DE LA TERRE QUARTZEUSE.

§. CIV. La terre quartzeuse ne se rencontre point en masse dans la nature, sous forme terreuse. Pour l'obtenir, on prend du quartz très-pur, qu'on réduit en poudre, & qu'on fond en le mêlant avec de l'alkali. On obtient du verre.

Si on ne met qu'une certaine quantité d'alkali, par exemple, moitié du poids du quartz, on a un verre solide & plus ou moins dur.

Mais, si on y ajoute une plus grande quantité d'alkali, par exemple, trois ou quatre parties contre une de quartz, on a un verre *déliquescent*, & qui se dissout dans l'eau. C'est ce qu'on appelle mal-à-propos *liqueur des cailloux*, *liquor silicum*. Je lui donne le nom de *verre déliquescent*.

Si ce verre est un peu moins liquide, il forme une gelée blanche & transparente, qui se tient suspendue dans l'eau sous forme floconneuse.

Dans l'instant de la fusion, la matière se boursouffle, & il se dégage beaucoup de fluide aériforme.

Une partie de ce fluide est de l'air inflammable & de l'air impur, qui paroissent provenir de la décomposition d'une portion de

l'alkali, comme nous le verrons (§. CXXIX).

L'autre portion de ce fluide est de l'air fixe, qui paroît provenir du quartz.

Si on verse un acide dans ce verre déliquescent, il s'empare de l'alkali. Il se forme un précipité blanc, qui est la terre quartzeuse pure.

En continuant d'ajouter de l'acide, la terre quartzeuse est dissoute par cet acide, & elle disparoît de nouveau. Pott est un des premiers qui ait observé ce phénomène. Voici l'explication qu'il en donne. « La terre précipitée, de » vitrifiable & insoluble par les acides qu'elle » étoit auparavant, est devenue alkaline; car » elle se dissout dans les acides ». *Lithog. tom. I, p. 174.*

Tous les acides, même les plus foibles, tel que celui du vinaigre, dissolvent la terre quartzeuse.

L'air fixe, étant un acide, la dissout également (1).

(1) Bergman l'a déjà dit en parlant des terres géoponiques : *Verò etiam non dissimile est acidum aereum, si diù supra terra silicea commoratur, in ea solvenda quidquam valere; tunc saltem si aliæ terræ, calcarea nempe vel argilacea, simul adsunt, quæ acidum aereum avidè absorbent.* Opusc. tom. V, p. 83.

Si on neutralise une seconde fois ces acides par un alkali, le précipité reparoîtra.

Mais en employant l'alkali caustique, & le mettant en excès, cet alkali redissoudra la terre précipitée, qui disparoîtra de nouveau.

L'alkali aéré ne produit point le même effet, parce que son air fixe se combine avec la terre quartzeuse.

C'est cette terre, dégagée du verre déliquescent, soluble dans les acides, ainsi que dans les alkalis caustiques, qu'on appelle terre quartzeuse pure, terre quartzeuse *caustique*. Ce dernier nom lui a été donné, parce qu'il est possible qu'elle contienne, ainsi que la chaux caustique, la matière de la chaleur, l'*acidum pingue*. Mais je lui donnerai le nom de terre quartzeuse, pour la distinguer du quartz, qui est un sel formé de cette terre & d'un acide.

Cette terre quartzeuse est soluble en partie, dans l'eau, comme les autres terres, & s'y tient suspendue. En précipitant le verre déliquescent, on n'a qu'à procéder lentement, on verra la terre quartzeuse demeurer suspendue dans la liqueur, sous forme floconeuse.

La nature nous offre souvent la terre quartzeuse en dissolution par l'eau. Mais c'est or-

dinairement par l'intermède d'une autre substance.

Les eaux chaudes jaillissantes d'Islande tiennent de la terre quartzeuse en dissolution; & en se refroidissant, elles la laissent déposer sur les lieux où elles tombent. On ignoroit qu'est-ce qui tenoit cette terre ainsi dissoute. Black a analysé ces eaux, & a fait voir qu'elles contenoient un véritable verre déliquescent (liqueur des cailloux). Il a fait ses expériences sur les eaux de Ruikum & de Geyser, deux des principaux jets.

Dix mille grains d'eau de Ruikum lui ont donné une petite portion de gaz hépatique.

Alkali minéral caustique	0,95.
Terre argileuse	0,05.
Terre quartzeuse	3,72.
Sel marin	2,90.
Sel de glauber	1,28.

Dix mille grains d'eau de Geyser lui ont donné une petite portion de gaz hépatique.

Alkali minéral caustique	0,95.
Terre argileuse	0,48.
Terre quarzeuse	5,40.
Sel marin	2,46.
Sel de glauber	1,46.

On peut supposer deux choses ; ou

1°. Ce verre déliquescent (cette liqueur des cailloux) a été formé dans le foyer du volcan par du natron & de la terre quartzeuse qui s'y font rencontrés & ont été fondus : de l'eau dissolvant ensuite ce verre, l'entraîne avec elle, & va former ces jets d'eaux bouillantes.

2°. Ou ce verre (cette liqueur des cailloux) auroit été fait par la voie humide. Supposons de la terre quartzeuse dans l'état où elle se trouve lorsqu'elle a été précipitée du verre déliquescent par un alkali caustique, ou du natron caustique. Si ces deux substances se rencontrent, elles se dissolvent.

L'eau chaude de Lu, dans le Monferrat, contient également de la terre quartzeuse en dissolution avec du gaz hépatique & de la terre calcaire.

La terre quartzeuse peut néanmoins être tenue en dissolution par des eaux qui n'ont pas un degré de chaleur supérieur à celui de la température ordinaire. C'est ce que prouve un grand nombre de faits.

§. CV. On voit se former journellement les agates dans les terrains volcaniques. Il est même des physiciens qui prétendent que les agates moussueuses contiennent des vraies plantes.

On trouve, dans les couches calcaires coquillières, plusieurs coquilles changées en agates ou filex.

Or ce changement n'a pu s'opérer qu'à une époque où les eaux des mers n'avoient guère plus de chaleur qu'aujourd'hui. Peut-être même, & il est plus vraisemblable, que ce changement ne s'est opéré qu'après la retraite des eaux.

On trouve également, dans ces couches, des cristaux de quartz. Souvent les chambres des cornes d'amon contiennent du quartz cristallisé.

Il faut donc que cette terre quartzeuse ait été dissoute par les eaux à une température qui n'étoit pas au-dessus de celle d'aujourd'hui.

Je suppose que des eaux chargées d'air fixe transudent à travers ces couches, & y rencontrent de la terre quartzeuse, semblable à celle qui se trouve dans le verre déliquescent. Ces eaux dissolvent cette terre, comme le font tous les acides, & la déposent de la même manière qu'elles déposent le spath calcaire, lorsqu'elles ont dissous la terre calcaire, au lieu de terre quartzeuse.

Il reste à rechercher comment la terre quartzeuse pure peut se trouver dans les lieux où se

forment ces agates, ces flex, ces quartz, & d'où vient l'air fixe qui s'y combine.

Les agates se trouvent presque toujours dans les matières volcaniques, comme en Ecosse, à Oberstein . . .

Or, dans les volcans, la terre quartzeuse a été fondue avec des matières calcaires, peut-être avec du natron provenant de la décomposition du sel marin, & a formé du verre déliquescant, qui laisse la terre quartzeuse pure, ou à l'état de causticité.

Les craies, les couches coquillières, les coquilles elles-mêmes, sont des débris d'êtres organisés.

Les bois fossiles contiennent aussi souvent des cristaux de quartz.

Or nous avons vu que les forces vitales, chez les animaux & chez les végétaux, produisent de la terre quartzeuse. Cette terre quartzeuse doit d'abord être pure.

L'origine de l'air fixe, nécessaire pour saturer cette terre, est facile à trouver.

Les eaux qui coulent à travers les terrains volcaniques sont très-souvent chargées d'air fixe, provenant de la décomposition des pyrites.

Les parties molles des animaux qui habi-

tent ces coquilles, donnent de l'air fixe en se décomposant.

Les bois, en se pétrifiant, donnent de l'air fixe, parce qu'il y en a une portion qui se putréfie.

Enfin, toutes les eaux qui coulent à la surface du globe contiennent de l'air fixe.

Nous retrouvons donc les deux élémens du quartz.

1°. La terre quartzeuse pure.

2°. L'air fixe.

Ces deux substances se combinent & cristallisent sous forme de quartz, si la terre est assez pure : si elle ne l'est pas assez, elles forment des flex, des agates, des calcédoines.

Ces cristaux formés deviennent insolubles dans l'eau, comme les autres cristaux pierreux, les spaths calcaires, les fluors, les apatits...

DE LA TERRE ARGILEUSE.

§. CVI. La terre argileuse la plus pure que nous connoissons, est celle que l'on retire de l'alun. Pour l'obtenir, on dissout de l'alun dans l'eau : & en versant dans cette dissolution un alkali caustique ou aéré, on a un précipité abondant, spongieux, floconeux,

& demi-transparent. C'est la terre alumineuse. Elle est très-blanche, a le liant & la ténacité de l'argile, son onctuosité, enfin elle en possède toutes les qualités. Aussi les chimistes la regardent-ils comme la terre argileuse la plus pure. Cependant elle a quelques propriétés différentes de celles de l'argile qu'on retire du sein de la terre, & qu'il est bien essentiel de remarquer.

Lorsqu'on verse un acide dans la liqueur où s'est fait le précipité de la terre alumineuse, elle est aussi-tôt redissoute : & si on a employé l'acide vitriolique, & qu'on fasse cristalliser, on obtient du nouvel alun.

L'alkali caustique dissout également cette terre. Car si on précipite l'alun par l'alkali caustique, & qu'on ajoute un excès d'alkali, on voit le précipité disparaître. Il est entièrement dissous par l'alkali. On le fera reparoître en saturant l'alkali par un acide.

J'ai voulu essayer si la terre calcaire caustique ou chaux vive produiroit le même effet sur la terre alumineuse que l'alkali caustique. En conséquence, dans une dissolution d'alun, j'ai versé de l'eau de chaux. Il y a eu un précipité abondant, qui étoit composé, 1^o. de terre alumineuse, qu'il est facile de reconnoître à sa nature; 2^o. du gypse ou de la sélénite qui est

presque insoluble. J'ai ajouté de la nouvelle eau de chaux. Il n'a pas paru que la terre alumineuse ait été dissoute.

J'ai répété l'expérience d'une autre manière : j'ai précipité la terre alumineuse par l'alkali caustique, & j'ai ensuite versé de l'eau de chaux. La terre alumineuse n'a pas été dissoute. Il ne paroît donc pas que l'eau de chaux puisse dissoudre cette terre alumineuse.

Mais si, après avoir précipité la terre alumineuse par un alkali caustique, on décante la liqueur, & qu'on jete le résidu sur un filtre après l'avoir lavé en grande eau, il demeure sur le filtre une masse qui a quelque ressemblance avec l'amidon, & a de la demi-transparence. Je l'ai fait dessécher avec beaucoup de précaution à une chaleur douce, & sous des cloches, afin qu'il n'y tombât aucune impureté : j'ai obtenu une masse d'argile transparente comme la gomme arabique, ayant à peu près sa dureté.

Cette demi-transparence qu'a cette terre, soit lorsqu'elle est dans l'eau, soit lorsqu'elle est desséchée, annonce une véritable dissolution.

On peut donc regarder comme certain que la terre alumineuse pure est vraiment soluble dans l'eau, non pas à la manière des substances salines, mais comme les substances glutineuses.

Une des propriétés les plus remarquables de la terre argileuse & de la terre alumineuse, est d'être pénétrée par l'eau, d'en être distendue; elle en est gonflée au point de s'y tenir tellement suspendue, qu'elle ne se précipite point. J'en ai gardé des mois entiers sans qu'elle se précipitât.

Cette terre réunie, sur le filtre & mise en masse, éprouve une retraite considérable en se desséchant. Cette retraite augmente encore si on fait chauffer cette terre. Et elle peut aller à plus de moitié de son volume, si on la pousse à un grand feu, sans cependant la vitrifier. Weedgewood a prouvé, dans la construction de son pyromètre, qu'une argile pure assez desséchée pour faire des petits cubes solides, perdoit la moitié de son volume lorsqu'on la chauffoit à un feu très-vif, sans qu'il fût capable de la vitrifier.

J'ai cependant vitrifié cette argile de Weedgewood, & d'autre argile très-pure, en animant le feu par un courant d'air pur. Elle donne un émail blanc.

Le feu donne un tel degré de dureté à l'argile, qu'elle peut tirer des étincelles du briquet.

Si on réduit en poudre cette argile ainsi chauffée, elle n'est pas pénétrée par l'eau,
ne

ne s'y gonfle plus, & n'y acquiert pas la densité & la tenacité particulières à l'argile humectée. Néanmoins en la laissant long-tems exposée à l'air & à l'humidité, elle reprend peu-à-peu ses premières qualités, & redevient de la véritable argile.

Cette qualité qu'a l'argile d'être pénétrée par l'eau, d'en être gonflée & d'acquérir beaucoup de volume, lui est particulière. Les autres terres ne présentent rien de semblable. Elle tient sans doute à la nature de cette terre.

C'est à cette qualité qu'a l'argile d'être pénétrée par l'eau, que je crois devoir attribuer sa tenacité & sa ductilité. Je pense que c'est une *espèce de dissolution* semblable à celle des substances caseuses & glutineuses, qui sont également pénétrées par l'eau, sans en être entièrement dissoutes & ont la même tenacité.

Mais cette espèce de dissolution est suffisante pour donner lieu à la force d'affinité des parties de ces substances d'agir : elles s'attirent & s'adhèrent avec une certaine force. Cette force augmente à mesure que la dessiccation dissipe les parties de l'eau qui les tiennent distendues.

C'est par cette force d'adhésion que l'ar-

gile, particulièrement lorsqu'elle a été chauffée, acquiert cette grande dureté. On fait que les Chinois composent avec de la pâte de ris, c'est-à-dire, sa partie glutineuse desséchée, une espèce de stuc qui a beaucoup de dureté.

L'argile a tant d'adhérence avec l'eau, qu'on ne sauroit l'en dépouiller par la simple dessiccation. Aussi n'acquiert-elle que peu de dureté par ce moyen. Tous les dépôts purement argileux n'ont jamais une dureté considérable. Il faut donc l'action d'un feu supérieur pour surmonter cette affinité, & faire dissiper l'eau.

La terre alumineuse, sous cette forme, ne contracte pas adhérence avec une autre terre qui est également pure. Bergman rapporte l'expérience suivante de Schéele, & dit: « La » terre précipitée de l'alun par l'alkali caustique, & jetée dans l'eau de chaux, perd » bientôt sa figure spongieuse & sa transparence. Elle blanchit & se condense en précipitant la chaux de l'eau qui la tenoit en dissolution, & forme avec elle une nouvelle combinaison, qui ne peut être détruite que par des moyens chimiques ». *Sciagraphie*, §. CIII.

J'ai répété cette expérience, & j'ai obtenu le

même résultat que Schéele. Mais ce précipité n'acquiert pas de dureté. On ne peut néanmoins séparer ces deux terres que par des procédés particuliers.

La terre argileuse est très-commune dans la nature. On la trouve en masse faisant des couches plus ou moins épaisses dans les terrains secondaires. Elle est le plus souvent colorée, particulièrement par les chaux de fer. Elle contient ordinairement une portion de terre quartzeuse. Les autres terres y sont aussi quelquefois mélangées.

La terre argileuse se trouve aussi dans les terrains primitifs, mais en moindre quantité. J'en ai rencontré quelquefois entre les masses de granits les plus dures. Elle n'avoit que l'épaisseur de quelques lignes, & sa tenacité étoit très-grande & supérieure à celle de l'argile ordinaire.

Ces argiles qu'on rencontre ainsi, soit dans les terrains primitifs, soit dans les terrains secondaires, quoiqu'ayant à peu-près les mêmes qualités que la terre alumineuse, en diffèrent cependant à un certain point. Elles ne se dissolvent ni dans les acides, ni dans les alkalis caustiques, avec la même facilité que la terre alumineuse.

On ignore encore d'où naît cette différence

entre la terre alumineuse & les argiles qui paroissent les plus pures. Ces dernières seroient-elles combinées avec l'air fixe ou quelque'autre principe ?

DE LA TERRE CALCAIRE.

§. CVII. La terre calcaire pure est ce qu'on appelle communément la chaux vive ou la terre calcaire caustique.

Contient-elle un principe particulier, qui seroit la matière du feu combinée, le *causticum de Meyer*, comme je le pense ? ou est-elle la terre calcaire pure ?

Il nous suffit ici de savoir que cette terre à l'état de causticité est soluble dans l'eau, mais en assez petite quantité. Il faut 700 parties d'eau pour en dissoudre une de chaux. La dissolution est limpide comme celle d'un sel.

Si on met un morceau de chaux dans l'eau, elle s'y combine avec dégagement de chaleur : une portion est dissoute, & celle qui ne l'est pas demeure au fond du vase sous forme d'une masse blanche, pâteuse, & sans consistance.

Cette dissolution de terre calcaire caustique ou eau de chaux exposée à l'air, se combine avec de l'air fixe, & il se forme à sa surface une pellicule qu'on appelle *crème de chaux*, & qui n'est que du spath calcaire.

On ne trouve point de terre calcaire caustique en masse dans les terrains primitifs.

L'opinion la plus répandue dans ce moment parmi les chimistes, est que la terre calcaire qui fait principe des substances des terrains primitifs, y est pure ou à l'état caustique. Mais ce sentiment ne me paroît pas prouvé, comme je le ferai voir.

La terre calcaire pure s'est rencontrée quelquefois dans les terrains secondaires.

Wallerius dit que sur les côtes de Maroc, on a retiré du fond de la mer, de la chaux native avec la sonde. Cette chaux peut être due à un accident, comme un bâtiment chargé de chaux & submergé, ou être le produit de feux souterrains, très-abondans dans ces régions.

Monnet dit avoir trouvé de la chaux naturelle dans les volcans de la haute Auvergne. Son origine n'est pas douteuse. Elle est le produit des volcans.

Des eaux chaudes, comme celles de Saint-Philippe, peuvent contenir de la terre calcaire pure. La chaleur des pyrites qui est la cause de celle de ces eaux, aura été assez considérable pour calciner quelques portions de chaux.

Laumont parle aussi d'une fontaine à Savo-

nières, près Tours, qui contient de la chaux pure.

La terre calcaire ne se trouve donc le plus souvent dans la nature que combinée avec quelqu'acide, & ordinairement sous forme de pierres, comme sont les marbres, les gypses....

Il n'y a que la craie des terrains secondaires qui ait une apparence terreuse. Mais en l'examinant de plus près, on y reconnoît déjà un commencement de cristallisation. D'ailleurs, la craie n'est pas la terre calcaire pure, elle y est combinée avec l'air fixe.

DE LA TERRE MAGNÉSIENNE.

§. CVIII. Cette terre pure est en partie soluble dans l'eau, & y forme des flocons comme la terre alumineuse.

J'ai dissous de la magnésie dans l'acide marin & l'ai précipitée par le natron caustique. Le précipité a été spongieux, blanc, quoique pas aussi floconneux que celui de la terre alumineuse. Il se soutient dans l'eau sans se précipiter. J'en ai tenu ainsi pendant plus d'un mois. Il a également une demi-transparence.

J'ai décanté une partie de l'eau de dessus ce précipité, & l'ai lavé dans beaucoup d'eau pure; le tout a été jeté sur un filtre. Il est resté sur le filtre une masse qui avoit l'apparence

d'une espèce de mucilage épais & demi-transparent.

Desséchée à une douce chaleur avec précaution, & recouvert d'un bocal pour que la poussière ne s'y mêlât pas, j'ai obtenu une masse demi-transparente & qui avoit peu de solidité.

Ce défaut de solidité vient de la grande affinité de cette terre avec l'eau. Elle ne sauroit par conséquent cristalliser sous cette forme.

On peut donc assurer que la terre magnésienne pure, ou caustique, est soluble dans l'eau.

Je ne sache pas qu'on ait rencontré dans la nature, la terre magnésienne pure. Il seroit cependant possible qu'on en trouvât, comme on a trouvé de la chaux.

Cette terre est ordinairement combinée dans les différentes pierres, sur-tout dans les pierres magnésiennes.

On trouve cependant quelquefois dans les terrains secondaires de la magnésie sous forme d'une terre blanche très-fine. On la rencontre dans cet état, aux environs de Paris : mais elle est combinée avec l'air fixe.

DE LA TERRE PESANTE OU BARYTIQUE.

§. CIX. Cette terre paroît avoir de grands rapports avec les chaux métalliques : & l'analogie ne permet guère de douter qu'il ne faille la ranger dans cette classe. Cependant on n'a encore pu en retirer aucune substance métallique.

J'ai fait dissoudre de cette terre dans l'acide marin, & l'ai précipitée par l'alkali caustique. J'ai obtenu un précipité floconneux à peu-près comme celui des chaux de fer. Il étoit presque blanc. Au bout de quelques jours il est devenu jaunâtre, brun, & a toujours demeuré suspendu dans l'eau, comme celui de la dissolution de fer précipité par l'alkali caustique.

Ce précipité lavé dans beaucoup d'eau, jeté sur un filtre & desséché, se comporte comme les chaux métalliques & ne contracte point d'adhérence.

La terre pesante n'a pas encore été trouvée pure dans la nature. Elle est toujours combinée ou avec l'acide vitriolique sous forme de spath pesant vitriolique, ou avec l'air fixe sous forme de spath pesant aéré.

D E S C H A U X D E F E R.

§. CX. Ces chaux se trouvent dans presque toutes les terres, & y jouent le rôle des terres simples. C'est sous ce rapport que je vais en parler.

J'ai fait dissoudre du fer dans l'acide vitriolique & l'ai précipité par l'alkali caustique. La chaux de fer a été précipitée sous forme floconneuse d'un vert foncé, & s'est soutenue dans la liqueur, en interceptant l'accès de l'air.

Mais en laissant le vase découvert, & exposé à l'air, cet air est attiré par la chaux métallique qui perd sa couleur verte, & devient peu-à-peu d'un jaune rouge. Dans cet état elle se précipite & adhère fortement aux parois du vase, & autres corps qu'on expose dans la liqueur.

Je ferai voir que c'est à ces différents états du fer qu'est due la couleur de la plupart des pierres (§. CLXXIII).

§. CXI. Tous les faits que nous venons de rapporter, prouvent que les cinq terres simples & les chaux de fer sont en partie solubles dans l'eau, lorsqu'elles sont pures, ou au moins précipitées de leurs dissolvans par des alkalis caustiques. Elle s'y tiennent suf-

pendues sous une forme plus ou moins floconneuse, plus ou moins spongieuse. Quelques-unes même, comme la terre calcaire pure, y sont absolument solubles. Plusieurs autres de ces précipités étant desséchés, donnent une masse demi-transparente; tels sont les précipités d'argile & de magnésie.

Un corps qui est dans un état de dissolution, cristallise toujours, lorsque le dissolvant perd de son énergie par une cause quelconque. Il paroîtroit donc que ces terres ainsi dissoutes pourroient cristalliser seules, soit en faisant évaporer l'eau, soit d'une autre manière quelconque. Néanmoins nous avons vu qu'on n'a pu, jusques ici, les amener à un état de cristallisation.

Est-ce parce qu'elles ont une trop grande affinité avec l'eau? c'est ce que je crois. Les alkalis caustiques ne cristallisent jamais.

Au moins on ne peut pas douter que chacune de ces terres n'ait une force propre. Car toute dissolution suppose cette force propre dans les parties du corps dissous. Cette force se trouvant inférieure à celle du corps dissolvant, cède, & chaque partie se trouve séparée. Mais aussi-tôt que l'action de ce dissolvant cesse ou diminue, la force des parties du corps dissous agit de nouveau. Chacune de ces

parties se rapproche par leur affinité & forme un corps solide qui, le plus souvent, est susceptible d'affecter une forme régulière & de cristalliser.

La force propre de l'argile dissoute lui fait contracter une assez grande dureté lorsqu'elle est desséchée. Mais on n'a encore pu l'obtenir cristallisée. Il en est de même de la magnésie....

§. CXII. Ces terres ont un autre dissolvant que l'eau : c'est le feu. Lorsqu'elles éprouvent un grand degré de chaleur, elles fondent & forment des verres solides, comme nous l'avons vu.

Puisque toutes ces terres fondent seules, il paroît probable qu'on pourroit parvenir à les faire cristalliser, comme les métaux, le soufre, le phosphore.... car toutes ces terres ont une force propre ; & la fusion ou vitrification n'est qu'une dissolution par le feu.

Mais le verre ne contient-il pas quelque principe étranger aux terres, par exemple, la matière du feu ? nous n'avons aucun fait qui prouve que la matière du feu ou de la chaleur fasse partie du verre, quoique je croye la chose très-vraisemblable. On doit donc regarder le verre comme une cristallisation confuse de ces différentes substances opérée par l'action du feu

qui les a dissoutes. Quelquefois même le verre alkalin, formé avec le quartz & la soude, cristallise régulièrement en prisme hexaèdre.

J'ai des scories vitreuses, des mines de fer du ci-devant Dauphiné, qui sont cristallisées en octaèdre. Peut-être est-ce la portion ferrugineuse qui leur donne cette forme octaèdre, si commune aux différentes chaux de fer.

Il faut examiner maintenant la manière dont ces différentes terres se sont comportées dans la formation du globe.

§. CXIII. Elles se sont toutes combinées pour former des pierres dans les terrains primitifs. Car ce sont les pierres qui paroissent former toute la masse de ces terrains. Par-tout on y rencontre de la pierre. Les lieux les plus profonds où on ait pu pénétrer, n'offrent que des pierres.

On en doit excepter quelques portions d'argile qui s'y trouvent sous forme terreuse.

Il paroît que lors de la réunion de tous les élémens qui ont formé notre globe, & avant sa cristallisation, toutes ces différentes terres étoient à l'état de pureté; savoir :

- La terre quartzeuse.
- La terre argileuse.
- La terre calcaire.

La terre magnésienne.

La terre pesante.

La chaux de fer.

Toutes ces substances étoient dissoutes, & suspendues dans la masse des eaux.

Elles y étoient mélangées avec les différents airs & les différentes substances salines & métalliques dont nous avons déjà parlé.

Quelques-unes de ces terres se combinèrent seules avec un acide, & formèrent différentes pierres, telles que les pierres calcaires primitives, le quartz, le spath fluor, les spaths pesants, vitriolique ou aéré....

Mais le plus souvent plusieurs de ces terres & de ces chaux métalliques se combinèrent ensemble pour former ce que j'appelle les pierres composées de plusieurs terres, savoir :

Les pierres quartzeuses.

Les gemmes.

Les schorls.

Les pierres magnésiennes.

Les pierres argileuses.

Les naturalistes & les chimistes sont partagés sur le procédé que la nature emploie dans la formation de ces pierres.

Nous avons vu que chacune de ces terres

a une force propre, & que néanmoins, dissoute dans l'eau, elle ne peut cristalliser ni même acquérir de solidité.

Nous ne les trouvons point dans la nature dissoutes par le feu, excepté, peut-être, dans les matières volcaniques; encore y sont-elles toujours mélangées plusieurs ensemble.

Chaque chaux métallique est assez facilement dissoute par le feu, & donne un verre plus ou moins solide.

Chaque terre seule, au contraire, n'est dissoute par le feu que lorsque son action est des plus violentes.

Mais plusieurs de ces terres réunies sont dissoutes par le feu avec facilité, & fondent à une assez douce chaleur. Elles se servent donc mutuellement de dissolvans.

La terre quartzeuse, si difficile à fondre par elle-même, fond facilement lorsqu'elle est mélangée avec la chaux & l'argile.

La terre alumineuse ou argileuse, mêlée avec la terre calcaire & la chaux de fer, fond avec facilité.

La magnésie mêlée avec la terre quartzeuse, la terre argileuse, la terre calcaire, la chaux de fer, fond avec beaucoup de facilité. L'amianthe est composée de ces espèces de terres,

& ses fils fondent à la flamme seule d'une bougie.

Toutes ces terres ainsi dissoutes par le feu, acquièrent donc une certaine dureté & forment des verres plus ou moins solides. Elles agissent les unes sur les autres & se servent mutuellement de dissolvans.

§. CXIV. Peut-on dire que la même chose ait lieu lorsque ces terres & ces chaux métalliques sont dissoutes par l'eau? Peuvent-elles agir les unes sur les autres, comme les acides, par exemple, agissent sur les alkalis? Et en cet état, peuvent-elles former des pierres?

C'est l'opinion de Schéele & de Bergman. Ce dernier dit : « Les terres jouissent de la » propriété de s'attirer les unes & les autres, » & forment ainsi des combinaisons beaucoup » plus intimes que les combinaisons mécani- » ques ».

J'avois adopté cette opinion de Bergman dans mes notes sur la sciagraphie. Mais depuis, j'ai cherché à vérifier cet assertion par l'expérience. En voici les résultats :

1^o. J'ai pris de la terre argileuse précipitée de l'alun par l'alkali caustique, & l'ai mélangée avec l'eau de chaux. Il y a eu un précipité, comme l'a dit Schéele. Ces deux terres forment

un composé qui n'acquiert point de dureté. J'en ai conservé des mois entiers dans l'eau sans qu'il prît de la solidité.

Il peut en contracter si on l'expose à l'air, parce que l'air fixe s'unit à la chaux, en forme du spath calcaire, & le composé devient une espèce de marbre cypolin, c'est-à-dire, un marbre contenant de l'argile.

2°. De la chaux ou terre calcaire pure mélangée avec la terre quartzeuse, ne contracte point d'adhérence.

De la chaux vive mêlée avec du sable, forme le mortier qui a beaucoup de dureté, mais cette dureté est due à l'air fixe qui s'est combiné avec la chaux, & l'a convertie en pierre calcaire.

3°. De la terre calcaire pure mélangée avec la magnésie pure, forme un précipité qui n'a point de dureté.

4°. De la terre calcaire pure mélangée avec la chaux de fer pure, ne contracte point d'adhérence ni de solidité.

5°. La magnésie pure mélangée avec chacune de ces autres terres pures, savoir: la terre quartzeuse, la terre argileuse, la chaux de fer, ne contracte aucune solidité.

6°. La terre argileuse pure, mélangée avec

la

la terre quartzeuse pure, ou avec la chaux de fer pure, ne contracte point de solidité.

7°. La terre quartzeuse mélangée avec la chaux de fer ne contracte point de solidité.

8°. Toutes ces terres mélangées trois à trois, quatre à quatre, ou toutes cinq, n'acquièrent aucune dureté lorsqu'elles sont pures.

9°. Les chaux de fer pures exposées à l'air, en attirent une portion, se précipitent en changeant de couleur & adhèrent fortement aux corps qu'elles touchent, de quelque nature qu'ils soient. C'est pourquoi la pouzzolane, qui contient beaucoup de chaux de fer, fait un si bon ciment.

Mais dans tous ces cas, ces chaux de fer contiennent beaucoup d'air fixe & d'air pur. Car, dans l'état où elles sont, lorsqu'elles ont été précipitées par l'alkali caustique, elles ne contractent aucune adhésion.

10°. J'ai laissé dans des vases de verre, de la liqueur de cailloux, ou verre déliquescant, qui s'est évaporée peu-à-peu. Elle s'est attachée aux parois des vases, de manière à résister même à l'action des acides; on y observoit un commencement de cristallisation. Je crois que l'air fixe s'est combiné avec la terre quartzeuse & a formé un véritable quartz, cristallisé confusément.

J'ai ajusté un appareil pour faire passer au travers du verre déliquescent, des courants d'air fixe : j'ai également vu adhérer aux parois des vaisseaux, une substance qui résistoit à l'action des acides (1).

§. CXV. Il paroît donc :

a Que toutes ces terres à l'état de pureté, exposées à l'air, se combinent avec l'air fixe & forment des composés plus ou moins durs. Il faut en excepter la terre alumineuse.

b Toutes ces terres pures ou caustiques, seules ou mélangées avec les autres, deux à deux, trois à trois, quatre à quatre, ou toutes cinq, ne peuvent former de corps dur, parce qu'elles ont une trop grande affinité avec l'eau qui les tient en dissolution. Au moins est-ce à cette cause que me paroît dû ce défaut de consistance qu'elles conservent. Cela n'est pas douteux pour la terre argileuse, puisqu'en la faisant chauffer sans la fondre, ni la vitrifier, elle prend un tel degré de dureté, qu'elle peut tirer des étincelles de l'acier.

(1) On pourroit expliquer par ce moyen l'expérience dans laquelle Achard disoit avoir obtenu du quartz; c'est que la craie qu'il avoit employée, ou le sable, contenoit de la terre quartzeuse pure, laquelle, en se combinant avec l'air fixe, avoit formé des cristaux de quartz.

On objectera peut-être que la nature opère en grand bien différemment que nous avec nos petits appareils. Je réponds que personne n'est plus convaincu que moi de cette vérité. Néanmoins nous ne pouvons attribuer à la nature tel ou tel procédé, sans y être conduits par des faits plus ou moins concluans.

Il faut donc rechercher une autre cause de la dureté & de la cristallisation des pierres qui contiennent plusieurs espèces de terres. Cette dureté ne peut dépendre de la combinaison de ces terres les unes avec les autres, & on est forcé d'abandonner l'opinion de Schéele & de Bergman à cet égard.

§. CXVI. J'attribue la dureté qu'acquièrent ces terres pour la formation de ces différentes pierres, à leur combinaison avec un acide tel qu'il soit.

On a dit que dans les analyses qu'on a faites de ces pierres, on n'en a retiré aucun acide. Mais les moyens qu'on emploie pour faire ces analyses, empêchent qu'on ne puisse s'assurer si ces terres y sont pures ou combinées avec quelqu'acide.

On réduit ces pierres en poudre & on les mêle avec le double de leur poids de natron; le tout est mis dans un creuset de fer, & chauffé avec précaution, jusqu'à ce qu'il forme

une masse vitreuse, ou plutôt une fritte. On traite ensuite ce résultat par les moyens chimiques, pour reconnoître quelles sont les substances qu'il contient.

Il est évident que, quand même ces terres contiendroient de l'air fixe ou autres acides volatils, on ne pourroit s'en assurer.

Il est sûr d'abord, que les chaux de fer y sont toujours combinées avec l'air fixe & l'air pur, & on n'a jamais pu les recueillir. Aussi n'en parle-t-on point dans ces analyses.

Il est encore certain que la terre quartzeuse qui se trouve dans toutes ces pierres, y est combinée avec son acide. En fondant ces pierres, il y a effervescence & dégagement de fluides aériformes, comme dans la fusion du quartz; & cependant on n'a jamais parlé de ces fluides, ni on n'en a tenu compte dans ces analyses.

Je ferai voir bientôt que c'est même une raison pour regarder comme imparfaite la plus grande partie des analyses qu'on a données de ces pierres.

Mais, en attendant, je dis qu'il est très-probable que la terre calcaire & la magnésie, qui se trouvent dans ces pierres, y sont combinées avec l'air fixe, comme les chaux de fer & la terre quartzeuse.

Quant à la terre argileuse, il se peut qu'elle contienne aussi de l'air fixe.

Il paroît donc très-probable que les terres, qui composent les pierres quartzes, les gemmes, les schorls, les pierres magnésiennes & les pierres argileuses, y sont combinées avec quelqu'acide, ainsi que les chaux de fer, & cet acide paroît être le même, l'air fixe.

L'expérience confirme cet apperçu. Car toutes ces pierres en fondant bouillonnent & donnent des verres plus ou moins remplis de bulles, qui sont dues à un dégagement de fluides élastiques; & ce fluide élastique paroît être l'air fixe; il seroit cependant possible qu'il y eût encore quelques autres acides.

La grande dureté de la plupart de ces pierres sera due particulièrement à la terre quartzes combinée avec son acide. Car, par elle-même, cette pierre a une dureté considérable que j'ai estimée 1300.

La dureté des autres terres combinées avec l'air fixe, n'est pas aussi grande. Celle du spath calcaire ou du marbre n'est que 700.

Celle de la magnésie combinée avec l'air fixe n'est que 560.

Celle de la terre argileuse, combinée avec cet air, est foible & dépend de son degré de dessication.

Celle des chaux de fer combinées avec l'air fixe, est plus considérable. Elle dépend des différens états de ces chaux. Il en est comme des cristaux de fer octaèdres, qui sont très-durs.

Toutes ces espèces de pierres doivent donc être regardées comme des sels ayant le même acide combiné en même tems avec plusieurs bases; savoir: la terre quartzeuse, la terre calcaire, la terre magnésienne, la terre argileuse, & la chaux de fer.

Lorsque la terre quartzeuse prédominera dans ce composé, il conservera, à peu-près, la dureté du quartz.

Les filix, les agates, les calcédoines, les jaspes, les prasés, les chrysoprasés, les pechsteins..... ont une dureté peu inférieure à celle du quartz.

Les pierres, où la terre quartzeuse est en moindre quantité, ont une dureté inférieure à celle du quartz: telles sont les feld-spaths, les pétrosilex, les zéolites.....

Les pierres dans lesquelles la terre quartzeuse est encore en moindre quantité, ont une dureté inférieure à celle de ces dernières. Telle est toute la classe des schorls.

Les pierres magnésiennes qui contiennent encore moins de terre quartzeuse que les

schorls, sont aussi moins dures que ceux-ci.

Enfin les pierres argileuses sont les moins dures de cette classe, parce que, excepté les schistes quartzeux, elles contiennent peu de terre quartzeuse.

§. CXVII. Il n'y a donc que les gemmes qui présentent quelques difficultés à l'explication que nous donnons. Mais la nature de la plupart de ces pierres est encore peu connue. Klaproth soupçonne que le jargon & le corindon contiennent des terres particulières; & nous ignorons avec quel acide ces terres peuvent être combinées, & quel est le degré de dureté qu'elles peuvent acquérir dans cet état.

Il est possible que les autres gemmes contiennent ces mêmes terres, ou d'autres particulières.

Il se peut encore que les mêmes gemmes contiennent des acides particuliers.

Le diamant, par exemple, paroît bien contenir un principe particulier, qui est ou en partie combustible, ou au moins peut volatiliser cette pierre. Ce pourroit être un acide analogue à celui des métaux, & qui brûleroit comme les métaux, en se volatilisant, par exemple, comme le zinc.

Les autres gemmes peuvent contenir quel-

qu'autre acide analogue à celui du diamant, mais qui ne seroit pas combustible ou volatil à nos degrés de feu.

Cependant Lavoisier soupçonnoit que le diamant donnoit de l'air fixe dans sa combustion.

Au reste, de toutes les gemmes, il n'y a que le diamant, le saphir, le rubis, dont la dureté soit beaucoup supérieure à celle du quartz.

Il se pourroit que les chaux de fer assez abondantes dans ces gemmes y fussent dans un état à augmenter la dureté du quartz. Plusieurs faits prouvent que les chaux de fer augmentent la dureté d'une pierre. Le diamant noir est plus dur que le diamant blanc. Le corindon noir a plus de dureté que le blanc. Les grenats colorés sont plus durs que les blancs. En général, toutes les gemmes colorées ont une plus grande dureté que celles qui ne le sont pas. Il est des mines de fer, telles que l'émeril, qui ont la plus grande dureté.

Enfin, la difficulté que peuvent présenter les gemmes, ne sauroit affoiblir ce que nous avons dit sur la cause de la dureté des pierres; parce qu'on ne peut douter que l'analyse des gemmes ne soit très-imparfaite.

On doit donc regarder comme bien prouvé

que la dureté des pierres composées de plusieurs terres, & leur cristallisation, ne dépend point des combinaisons de ces terres entr'elles, mais plutôt de leur combinaison avec quelqu'acide. Et c'est sur-tout la terre quartzeuse combinée avec son acide, qui donne cette dureté.

§. CXVIII. On pourroit objecter que, si la dureté de ces pierres étoit due à la combinaison de la terre quartzeuse avec son acide, elles devroient toutes avoir la figure du cristal de roche, car le cristal de roche, par exemple, qui contient de la chlorite, conserve sa forme primitive, de même que le spath calcaire de Fontainebleau, qui contient du quartz, ne change pas de forme....

Je réponds que cela seroit effectivement, si la terre quartzeuse combinée avec son acide, enveloppoit seulement ces autres terres, comme elle enveloppe quelquefois la chlorite. Mais les choses sont ici différentes.

Les autres terres sont dans un véritable état de dissolution & sont combinées avec l'air fixe, comme la terre quartzeuse l'est elle-même. Ce sont des sels doubles, des sels triples, des sels quadruples, qui ont un même acide combiné avec plusieurs bases & qui cristallisent ensemble.

Prenons pour exemple la tourmaline. Elle est composée, suivant Bergman :

Terre quartzeuse	0,37
Terre argileuse	0,39
Terre calcaire	0,15
Chaux de fer	0,09

Supposons cette analyse exacte, quant à la nature & à la quantité des terres. Ajoutons-y seulement un acide quelconque.

La terre quartzeuse est ici combinée avec son acide.

La chaux de fer, est également avec l'air fixe & l'air pur.

Il est vraisemblable que la terre calcaire y est aussi combinée avec l'air fixe, ainsi que la terre argileuse.

La tourmaline est donc un cristal composé d'un acide & de quatre bases : sa forme est modifiée par ces quatre substances.

Or, des sels doubles, triples, quadruples, ne conservent point la forme primitive d'un d'eux, mais prennent une figure composée, comme nous le voyons dans le sel tartareux de natron, dans le tartre stibié... dans l'argent rouge, dans l'argent gris... (§. XXII).

Il faut donc regarder toutes les pierres de cet ordre comme des sels qui n'ont qu'un seul acide & plusieurs bases.

Nous avons d'autres pierres dans lesquelles on ne peut nier qu'un seul acide n'y soit combiné avec plusieurs terres.

Le marbre vert, dit antique, est composé de terre calcaire combinée avec l'air fixe, de magnésie combinée avec le même acide, de chaux de fer combinée avec de l'air fixe : le plus souvent il contient de l'argile; un seul acide, l'air fixe, est donc combiné avec trois ou quatre bases. La terre quartzeuse s'y trouve aussi elle-même.

Il est d'autres substances qui rapprochent beaucoup du vert antique, mais contiennent une plus grande quantité de magnésie. Cette magnésie est aussi combinée avec l'air fixe.

La plupart de ces dernières pierres contiennent même de la terre quartzeuse. Ainsi, toutes les terres s'y trouvent réunies. Mais la terre calcaire y domine beaucoup.

D'autres pierres réunissent également ces mêmes terres, mais la magnésie y domine : telles sont les pierres magnésiennes, la stéatite, l'amiante, l'asbeste...

La terre quartzeuse domine au contraire dans d'autres combinaisons semblables, comme dans certains schistes.

Ces dernières pierres ne diffèrent de celles dont nous avons parlé, qu'en ce que, dans la

plupart de celles-ci, la cristallisation est confuse: elle est, au contraire, régulière dans les premières.

Il est donc prouvé que la plupart des marbres & des pierres calcaires sont des sels pierreux à deux, trois & quatre bases, c'est-à-dire, que leur acide, l'air fixe, est combiné principalement avec la terre calcaire & qu'il se trouve en même-tems combiné avec des chaux de fer, comme dans le fer spathique; avec des chaux de fer & de la magnésie, comme dans le vent antique; avec de l'argile, comme dans le marbre cypolin; & enfin souvent avec de la terre quartzeuse qui y est en petite quantité.

Les autres genres de pierres sont également des sels à plusieurs bases. Mais ce n'est pas la terre calcaire qui y domine.

Dans les pierres quartzeuses, la terre quartzeuse y est prépondérante, ainsi que dans les gemmes & les schorls.

La terre magnésienne domine dans les pierres magnésiennes.

Et la terre argileuse, dans les schistes.

Le spath boracique est un sel composé d'un seul acide combiné avec les quatre terres, la calcaire, l'argileuse, la quartzeuse, la magnésie, & la chaux de fer (§. CXXVII).

Enfin, il est des pierres dans lesquelles il

y a plusieurs acides & plusieurs bases terreuses, tel est l'appatit de l'Estramadure (§. CXXVI), qui contient quatre acides, le phosphorique, le fluorique, le marin & l'air fixe :

Et trois terres, la quartzeuse, la calcaire & la chaux de fer.

Il est vrai qu'il est possible que dans cette pierre il s'en trouve qui ne soient que mélangées, comme l'est, par exemple, la chlorite dans certains quartz. Ainsi, il est probable qu'il y a de la pierre calcaire qui n'est que mélangée, sans faire partie de l'appatit.

Les gypses de Montmartre contiennent jusqu'à un sixième de pierre calcaire. Ainsi, la terre calcaire y est combinée, 1^o. avec l'acide vitriolique; 2^o. avec l'air fixe. La magnésie s'y rencontre encore quelquefois.

Nous allons faire l'application de ces principes, en parlant des différentes pierres que la nature nous présente. Nous avertissons que les analyses ne sont pas encore assez avancées & laissent beaucoup à desirer.

D E S P I E R R E S.

§. CXIX. Toutes les terres, dont nous venons de parler, se présentent ordinairement

sous forme de pierres : & c'est en cet état qu'elles constituent la masse du globe, suivant l'analogie. Car dans les lieux les plus profonds où nous ayons pu pénétrer, nous n'avons trouvé que des pierres & des métaux, comme dans les terrains qui sont à sa surface.

Les naturalistes ont déjà reconnu un grand nombre de pierres différentes : & sans doute ils ne les connoissent pas encore toutes. Mais les chimistes multiplient tellement leurs analyses, que nous devons préfumer qu'ils nous découvriront bientôt la nature de toutes les pierres.

Le géologue divise les pierres en deux grandes classes.

Pierres des terrains primitifs.

Pierres des terrains secondaires.

Les pierres des terrains primitifs sont :

1°. Les granits.

2°. Les porphyres.

3°. Les kneis.

4°. Les pierres quartzeuses.

5°. Les gemmes.

6°. Les schorls.

7°. Les pierres magnésiennes.

8°. Quelques pierres calcaires.

Les pierres des terrains secondaires sont :

1°. Les pierres calcaires secondaires & ter-

naires contenant une plus ou moins grande quantité de débris d'êtres organisés.

2°. Les gypses.

3°. Les schistes ou pierres argileuses contenant des impressions de végétaux ou d'animaux.

Mais il y a, pour le géologue, une distinction essentielle dans ces différentes pierres.

Les unes ne sont que quelques petits cristaux épars, & que l'on diroit comme accidentels à la masse : tels sont les gemmes, les schorls, le spath boracique.... Elles sont en si petite quantité, & forment de si petites masses, que quand elles n'existeroient pas, cela paroîtroit peu influer sur la masse générale du globe.

Les autres, au contraire, sont en grandes masses, & forment la totalité du globe. Telles sont, dans les terrains primitifs, les granits, les porphyres, les kneis, les pierres magnésiennes, & quelques pierres calcaires.

Et, dans les terrains secondaires, les schistes, les pierres calcaires secondaires & tertiaires, & les gypses.

Nous allons examiner, en détail, toutes ces différentes espèces de pierres. J'en ferai trois grandes divisions.

1^o. Les pierres contenant un acide, & une seule espèce de terre.

2^o. Les pierres homogènes, qui contiennent plusieurs espèces de terres, & un ou plusieurs acides.

3^o. Les pierres composées.

*DES PIERRES CONTENANT
UN ACIDE ET UNE SEULE ESPÈCE
DE TERRE.*

§. CXX. Cette classe de pierres peut être considérée comme de vrais sels neutres pierreux composés d'un acide & d'une base. Elle renferme,

1^o. Toutes les pierres calcaires, marbre, pierre à chaux, pierre coquillière, spath calcaire.

2^o. Les gypses, dans lesquels sont compris les albâtres gypseux, les sélénites.

3^o. Les spaths fluors.

4^o. Les spaths appatiques.

5^o. Les spaths boraciques.

6^o. Les spaths tunstiques.

7^o. Les spaths pesans vitrioliques.

8^o. Les spaths pesans aérés.

9^o. Le quartz.

Nous

Nous allons parler de chacune de ces substances en particulier.

DES PIERRES CALCAIRES (1).

§. CXXI. Ces pierres contiennent un acide & une terre. Ce sont donc de vrais sels neutres pierreux, dont la cristallifation & les autres qualités sont dues aux mêmes causes que celles des autres sels neutres.

Les pierres calcaires pures sont composées ordinairement

Terre calcaire 0,66.

Air fixe 0,34.

On n'a pas déterminé l'eau de cristallifation.

Mais ces pierres sont rarement pures. Elles contiennent différentes substances étrangères, dont les principales sont,

L'argile.

Des parties quartzeuses.

Des chaux de fer.

Des chaux de manganèse.

De la magnésie.

Des coquilles.

(1) Carbonate calcaire, nouvelle nomenclature.

On distingue particulièrement les pierres calcaires, à raison des terrains où on les trouve.

I. Pierres calcaires des terrains primitifs.

Elles se trouvent dans les terrains primitifs, quelquefois pures, mais le plus souvent mélangées avec d'autres substances, comme des schistes, des kneis...

On rencontre des spaths calcaires très-purs & bien prononcés, avec les cristaux de quartz dans les *fours à cristaux*.

Plusieurs de ces pierres font une effervescence lente avec les acides, donnent une lumière phosphorique lorsqu'on les frotte les unes contre les autres...

Saussure fils a fait l'analyse d'une de ces pierres décrite par Dolomieu, & que, par cette raison, il a appelée *dolomie*. Il en a retiré :

Terre calcaire	0,44.29.
Argile	0,05.86.
Magnésie	001.4.
Chaux de fer	000.74.
Air fixe	0,46.00.

Un grand nombre de ces pierres contient des parties quartzieuses. On trouve même, au milieu des blocs de marbre de Carrare, des aiguilles de quartz cristallisé.

Le grain de la cristallisation de ces marbres

des terrains primitifs est plus gros que celui des autres marbres. C'est pourquoi on les appelle *marbres salins*.

Les pierres de ces terrains ne contiennent jamais de coquilles.

II. Pierres calcaires des terrains secondaires.

Ces pierres font des bancs immenses dans les hautes montagnes calcaires qui avoisinent & touchent les grandes chaînes primitives. Elles contiennent quelques coquilles, mais en très-petite quantité.

Elles sont en général dures & compactes. Leur grain est fin & ferré. Il en est, telles que celles qu'on amène du Bugey à Lyon par le Rhône, qui ont une cassure conçoïde.

Ces pierres contiennent ordinairement une portion d'argile & de terre quartzeuse.

III. Pierres calcaires coquillières.

Ce sont celles qui forment la majeure partie des terrains appelés *tertiaires*. Elles composent la plus grande partie de nos continens les moins élevés & les plus proches de la mer.

Les coquilles y sont extrêmement abondantes, & en font souvent la majeure partie.

Quoique ces pierres soient en général plus pures que les autres, on y rencontre néanmoins des portions très-petites roulées quart-

zeuses ou autres, qui ont été englobées lors de la cristallisation.

Plusieurs de ces pierres, telles qu'on en rencontre aux environs de Paris, contiennent de la magnésie. Cela n'est pas surprenant; elles renferment les dépouilles des animaux qui existoient dans les coquilles: & Lorgna a démontré que ces animaux contenoient beaucoup de magnésie. (*Journ. de Phys.* 1786.)

Quelques-unes contiennent aussi du natron, comme le prouvent les eaux minérales qui en sortent. Ce natron peut aussi venir des animaux marins, qui en contiennent une grande quantité, comme l'a fait voir Lorgna (*ibid.*), ou du sel marin décomposé.

IV. Les marbres.

Ce sont les pierres calcaires dont la cristallisation a été la plus parfaite. Toutes les molécules en sont spathiques, & parfaitement rapprochées: ce qui donne au marbre beaucoup de densité, beaucoup de dureté, & le rend propre à recevoir ce beau poli.

Il y a des marbres qui contiennent beaucoup d'argile, tels que les cypolins.

D'autres contiennent de la magnésie, comme le vert antique.

Il en est qui contiennent des parties quartzées.

Les couleurs des marbres viennent ordinairement des chaux de fer, comme nous le verrons.

Quelques-uns, tels que les noirs, sont colorés par des matières végétales ou animales.

La pesanteur spécifique du marbre est 28000.
Sa dureté est 700.

V. La pierre de liais.

Elle est plus belle que la pierre calcaire commune, & l'est moins que le marbre; c'est-à-dire, que sa densité & sa dureté tiennent un milieu entre celles de ces deux espèces de pierre.

VI. Pierre à chaux.

Ce sont les pierres calcaires pures. Celles qui contiennent beaucoup de terre quartzeuse, beaucoup de terre argileuse, ne sont pas bonnes à faire de la chaux.

Quelques-unes de ces pierres à chaux contiennent des chaux de fer & de magnésie.

Tous les marbres purs peuvent faire de la chaux.

VII. Plusieurs pierres calcaires sont phosphorescentes; d'autres ne le sont pas. Nous ignorons encore la cause de ce phénomène.

Mais en général la phosphorescence des mi-

néraux paroît due à un dégagement de la matière de la lumière (§. XLI.).

VIII. La craie.

Quoique la craie ait une apparence purement terreuse, cependant elle a une espèce de cristallisation. Elle paroît composée principalement de détritns de coquilles.

Elle forme des bancs considérables dans les terrains tertiaires.

On trouve quelquefois des spaths magnésiens, bitter-spaths, c'est - à - dire, de la magnésie combinée avec l'air fixe. Mais jusqu'ici on ne les a pas vu former de grandes masses de pierres.

D U G Y P S E (1).

§. CXXII. Il est bien reconnu aujourd'hui que le gypse est un véritable sel calcaire vitriolique. Pott a démontré la présence de l'acide vitriolique dans cette pierre, qui est composée :

Acide vitriolique	0,46.
Terre calcaire	0,32.
Eau	0,22.

(1) Sulfate calcaire, nouvelle nomenclature.

Souvent la partie calcaire n'est pas entièrement saturée par l'acide vitriolique. Il en demeure une portion unie à l'air fixe, sous forme de pierre calcaire. Les gypses des environs de Paris contiennent environ un sixième de cette pierre calcaire aérée.

Il est cependant plusieurs gypses dont la partie calcaire est toute combinée avec l'acide vitriolique, & qui sont absolument purs; tels sont ceux de Berzé, auprès de Mâcon...

La dureté du gypse est 500.

Sa gravité spécifique est 23000.

Le gypse se trouve ordinairement dans les terrains secondaires, & même dans les terrains tertiaires coquillers, où il forme des masses assez considérables. Il est déposé par bancs, par couches. On y observe beaucoup d'ossements fossiles. On a trouvé des osseaux dans ceux de Montmartre, & même des ouvrages de fer travaillés par la main des hommes.

Cependant il n'est pas impossible que le gypse soit dans les terrains primitifs, puisqu'il y a dans ces terrains de la terre calcaire & du soufre ou de l'acide vitriolique. Aussi a-t-on trouvé au mont Saint-Gothard du gypse mêlé avec du mica, & ce mica n'est jamais dans les terrains secondaires.

La belle émeraude du cabinet Larochefoucault est avec du gypse.

Mais ces gypses des terrains primitifs ne contiennent aucuns débris d'êtres organisés.

On rencontre dans la nature beaucoup de vitriol de magnésie ; mais il ne forme pas de masses pierreuses. On le trouve , le plus souvent, dissous dans les eaux des fontaines , dont il porte le nom : tels sont le sel d'Epsom , le sel de Sedlitz , le sel de Seidzuch.

D U S P A T H F L U O R (1).

§. CXXIII. Ce spath est une des substances minérales les plus brillantes , par ses belles couleurs, & qui offre les cristaux les plus réguliers. Leur forme est le cube avec différentes variétés & l'octaèdre. On en trouve dans la plupart des filons métalliques.

Il se rencontre encore en masses dans les terrains primitifs avec les granits, & dans les kneis ; on en avoit trouvé dans les montagnes d'Auvergne, dont quelques morceaux étoient cristallisés & qu'on avoit pris pour des quartz cubiques. Ce spath est composé :

(1) Fluatè calcaire , nouvelle nomenclature.

Terre calcaire	0,57.
Acide fluorique	0,16.
Eau	0,27.

Sa dureté est 850.

Sa pesanteur spécifique est 31800.

L'acide fluorique se rencontre encore dans les terrains purement calcaires. On l'a retiré de l'appatit non-cristallisé de l'Estremadure, dont il fait le quarantième de la masse.

Le fluor ne se rencontre pas dans les terrains calcaires, secondaires, tertiaires, les gypses & les schistes.

DU SPATH PESANT
VITRIOLIQUE (1).

§. CXXIV. Ce genre de pierres n'est connu que depuis peu de tems. Nous en devons la découverte aux chimistes Suédois. Cronstedt avoit parlé du spath pesant, & lui avoit donné le nom de *marmor metallicum*, à cause de sa grande pesanteur. Mais Schéele & Bergman ont fait voir qu'il étoit composé d'une terre particulière & d'acide vitriolique. Bergman a

(1) Sulfate de baryte, nouvelle nomenclature.

soupçonné, il est vrai, que cette terre est métallique ; mais on n'a encore pu le prouver.

On n'a trouvé, jusqu'ici, cette terre que sous forme de sel pierreux. Car elle est toujours combinée ou avec l'acide vitriolique, ou avec l'acide aérien.

La terre pesante s'est néanmoins trouvée dans quelques granits, suivant Struve, & dans quelques feld-spaths.

Le spath pesant vitriolique, ou vitriol de terre pesante, se rencontre le plus souvent dans les filons métalliques, en beaux cristaux.

Néanmoins on le trouve dans les terrains primitifs en grandes masses pures cristallisées, & formant des montagnes entières.

Ce spath pesant vitriolique est composé :

Terre pesante	0,84.
Acide vitriolique	0,13!
Eau	0,03.

Sa pesanteur spécifique est 444⁰⁰.

Sa dureté est 650.

 DU SPATH PESANT

AÉRÉ (1)

§. CXXV. Ce spath pesant a été trouvé dans le Comté de Cumberland, en Angleterre, à Alston - More. Le docteur Withering l'a analysé & en a retiré :

Terre pesante	0,78.6
Acide aérien	0,20.8.

Sa pesanteur spécifique est 4,3380.

Sa dureté est 750.

On a aussi trouvé cette même pierre en Saxe.

 DU SPATH APPATITIQUE.

§. CXXVI. On a appelé appatit, ou spath appatitique, une pierre cristallisée en prisme droit hexaèdre, qui se trouve dans les mines d'Ehrenfriedrichsdorf, en Saxe, & dans celle de Schlaggenwald, en Bohême. Il est ordinairement mêlé avec des cristaux de quartz, de

(1) Carbonate barytique, nouvelle nomenclature.

spath fluor..... Klaproth a retiré de cette substance :

Terre calcaire 0,55.

Acide phosphorique 0,45.

Cet appatit est dans les terrains primitifs.

Sa dureté est 800.

Proust a trouvé une substance analogue dans les montagnes calcaires de l'Estremadure. Elle y forme des couches considérables qui s'étendent à plusieurs lieues; mais elle n'y est pas aussi pure que celle de Saxe & de Bohême, & ne cristallise pas. Pelletier & Donadeï en ont retiré :

Acide phosphorique 0,34 .

Acide fluorique 0,02 $\frac{1}{2}$.

Acide marin 0,00 $\frac{1}{2}$.

Acide aérien 0,01.

Terre calcaire 0,59.

Terre quartzeuse 0,02.

Chaux de fer 0,02.

Cette substance contient plusieurs terres & plusieurs acides, mais le phosphorique y domine.

L'acide phosphorique est assez commun dans le règne minéral. Il se combine facilement avec un grand nombre de substances. Ici il s'est combiné avec la terre calcaire & a formé les appatits.

 DU SPATH BORACIQUE.

§. CXXVII. Ce spath se rencontre dans du gypse à Kalkberg, près Lunebourg, duché de Brunswick. Ce sont des petits cubes avec des retraites sur les arêtes & sur les angles. Westrumb a retiré de cette pierre :

Acide boracique	0,68
Terre calcaire	0,11
Magnésie	0,13
Terre quartzeuse	0,02
Terre argileuse	0,01
Chaux de fer	0,01

Le spath boracique a une dureté de 1050.
Sa gravité spécifique est 24000.

Le spath boracique paroît aussi exister dans les Lagonis de Toscane, dans les eaux desquels l'acide boracique se trouve libre. Peut-être y en a-t-il pareillement dans les Lagonis du Tibet, où se trouve le borax.

On conçoit facilement la formation de ce spath. Les Lagonis de Toscane sont remplis d'exhalaisons hépatiques sulfureuses, provenant sans doute de la décomposition de pyrites, qui en tient les eaux à une température de 40 à 60 degrés. Cet acide sulfureux se

changeant en acide vitriolique forme du gypse, au milieu duquel peut cristalliser le spath boracique, qui se forme d'un autre côté. On peut donc supposer que celui de Kalkberg a été formé de la même manière.

DU SPATH TUNSTIQUE (1).

§. CXXVIII. Cette substance très-rare cristallise en octaèdre. Elle est composée :

Terre calcaire 0,57.

Acide tunstique 0,43.

Sa gravité spécifique est 75000.

Sa dureté est 1050.

L'acide tunstique, qui est un acide métallique, ayant rencontré de la terre calcaire, a formé ce sel qui a cristallisé.

On n'a pas encore rencontré la terre calcaire combinée avec l'acide arsénical, ni avec l'acide molybdique, les deux autres acides métalliques connus. Mais il est vraisemblable qu'on trouvera ces combinaisons, qu'on pourra appeler spath arsénical & spath molybdique.

(1) Tunstate calcaire de la nouvelle nomenclature.

 DU QUARTZ.

§. CXXIX. La nature ne nous offre point de pierres où la terre quartzeuse soit pure : car le cristal de quartz ou de roche le plus pur contient encore d'autres parties que la terre quartzeuse : il en est de même, comme nous l'avons vu, de toutes les autres pierres.

Bergman a analysé un cristal de roche très-pur, dont il a retiré :

Terre quartzeuse	0,93
Terre argileuse	0,06
Terre calcaire	0,01

Il ne parle pas de chaux de fer : & cependant tous les cristaux de roche paroissent en contenir.

Mais quelle est la nature de cette pierre quartzeuse ?

J'ai dit, il y a long-tems, qu'elle contenoit un acide.

J'ai fondu du quartz très-pur sur un charbon ardent, au moyen d'un jet d'air déphlogistiqué. J'ai observé un grand bouillonnement qui étoit opéré par le dégagement d'un fluide aériforme (1).

(1) Journal de Physique, Août 1785.

On fait qu'au moment où le verre, composé de quartz & d'alkali, entre en fusion, il y a une vive effervescence. La substance qui se dégage est un fluide aériforme; ce qui m'avoit fait dire depuis long-tems, que le quartz contenoit un acide ou fluide aériforme quelconque.

Bergman avoit soupçonné que ce fluide étoit de l'air fixe (1).

Dolomieu a cherché à recueillir ce fluide. Il a fait du verre dans une cornue avec l'appareil pneumato-chimique. Il a employé du quartz très-pur & de l'alkali caustique, ou pierre à cautère. Il a passé d'abord l'air des vaisseaux.

Ensuite un air composé d'air inflammable & d'air phlogistique & d'une petite portion d'air fixe.

Enfin les dernières parties d'air sont les trois quarts d'air fixe; & l'autre quart est en partie d'air phlogistique, dans lequel il se trouve un peu d'air inflammable (2).

Voilà donc trois espèces d'air obtenues : 1°. de l'air inflammable; 2°. de l'air impur, ou phlogistique; 3°. de l'air fixe.

(1) Opuscul. tom. V.

(2) Journal de Physique, Mai 1792, pag. 377.

La question qui se présente est de savoir si ces airs viennent de l'alkali ou du quartz.

Il est certain, comme nous l'avons vu par les expériences, que le quartz contient des airs, puisqu'il bouillonne lorsqu'on le fond seul. Ehrman & Lavoisier ont obtenu les mêmes résultats.

Ces fluides ne contiennent point d'air inflammable : autrement, il se feroit enflammé.

Je suppose donc que l'alkali fixe se décompose & donne cet air inflammable & cet air phlogistique. Ce sont les principes de l'alkali volatil; & les alkalis fixes passent à l'état d'alkali volatil. Nous pouvons donc supposer qu'ils contiennent les mêmes airs; & que l'air inflammable & l'air phlogistique obtenus dans l'expérience de Dolomieu, viennent de l'alkali décomposé.

Mais l'air fixe me paroît provenir du quartz. Car, on avoit employé de l'alkali très-caustique : & la grande quantité d'air fixe obtenu n'auroit pu venir de la petite portion d'alkali qui n'auroit pas été parfaitement caustique. D'ailleurs, la plus grande partie de cet air fixe a passé à la fin de l'opération.

Dolomieu ayant versé de l'acide dans son verre déliquescant, ou liqueur des cailloux, précipita la terre quartzeuse.

Mais ayant ajouté un excès d'acide, cette terre quartzeuse fut dissoute. L'acide acéteux lui-même la dissout, comme l'avoit vu Pott.

Je suppose donc que cette terre si soluble dans les acides, l'est également par l'air fixe (§. CXIV, n°. 10).

Le quartz ne sera donc que la terre quartzeuse combinée avec l'air fixe, & à laquelle se seront jointes quelques portions de terre argileuse, de terre calcaire & de chaux de fer.

Le quartz est attaqué & dissous par un excès d'air fixe. Du fer qu'on fait rouiller sur du quartz, le corrode & le dissout.

Les eaux de Vals qui sont surchargées d'air fixe, sortent d'un rocher quartzeux. Toute la partie supérieure de la grotte qui est exposée aux vapeurs de cet air fixe qui se dégage, est corrodée, dissoute, & prend l'aspect d'une terre molle & ferrugineuse. C'est un fait qui m'a été confirmé par Faujas.

Tous ces faits ne laissent point de doute que la terre quartzeuse ne soit soluble dans l'air fixe, & que le quartz ne soit que le produit de cette cristallisation, qui est confuse dans le quartz proprement dit, ou régulière dans le quartz cristallisé, nommé mal-à-propos cristal de roche.

*DE LA CRISTALLISATION DES
PIERRES QUI NE CONTIENNENT
QU'UNE TERRE ET UN ACIDE.*

§. CXXX. Toutes ces pierres, dont nous venons de parler, doivent être regardées comme de vrais fels neutres pierreux. Ce sont :

1°. Les pierres calcaires, composées d'air fixe & de terre calcaire.

2°. Les gypses, composés d'acide vitriolique & de terre calcaire.

3°. Les spaths fluors, composés d'acide fluorique & de terre calcaire.

4°. Les spaths boraciques, composés d'acide boracique & de terre calcaire.

5°. Les spaths appatitiques, composés d'acide phosphorique & de terre calcaire.

6°. Les spaths tunstiques, composés d'acide tunstique & de terre calcaire.

7°. Les spaths pesans vitrioliques, composés d'acide vitriolique & de terre pesante.

8°. Les spaths pesans aérés, composés d'acide aérien & de terre pesante.

9°. Les spaths magnésiens, composés d'acide aérien & de magnésie.

10°. Le vitriol de magnésie, composé d'acide vitriolique & de magnésie.

11°. Le quartz, composé de terre quartzeuse & d'air fixe.

Toutes ces substances, dans leurs cristallisations, suivent les lois ordinaires de la cristallisation des sels neutres.

Ou leur cristallisation est confuse, ou elle est régulière.

Si cette cristallisation se fait d'une manière rapide & précipitée, comme celle du sel marin, du sucre.... qu'on fait cristalliser rapidement, elle sera confuse. Telles sont les cristallisations

Des pierres calcaires communes.

Des marbres.

Des gypses en masse.

Du spath pesant en masse.

Du spath appatitique en masse.

Du spath fluor en masse.

Du spath tunstique en masse.

Du spath magnésien en masse.

Du quartz en masse.

Mais si la cristallisation se fait avec beaucoup de lenteur, & dans un lieu tranquille, elle sera régulière, & on aura des cristaux de ces différentes substances plus ou moins volumineux.

Il y a des cristaux de quartz qui pèsent plusieurs quintaux.

On trouve, dans le Derbyshire, des spaths calcaires à pyramides hexagones aiguës, autrement dents de cochon, très-réguliers, qui ont presque un pied de longueur.

Dans le même endroit sont des cubes de spaths fluors, qui ont jusqu'à quatre à cinq pouces sur chaque face.

Dans les masses cristallisées confusément, il se rencontre souvent des géodes ou espaces vides. La nature y produit aussi-tôt des cristaux réguliers. C'est un effet constant : la cristallisation se fait dans ces vides avec lenteur & tranquillité. Il n'est presque pas de carrières de pierres calcaires où on ne trouve des spaths calcaires cristallisés régulièrement dans des petites géodes.

Il faut observer que toutes ces pierres, qui paroissent homogènes, contiennent presque toujours quelques portions de terres étrangères, mais qui sont en trop petite quantité pour gêner la cristallisation.

Il peut arriver quelquefois que la dissolution ne soit pas complète, ou qu'il se trouve interposé des matières étrangères en une certaine quantité : pour lors la cristallisation ne peut avoir lieu.

C'est ce qu'on voit dans des schistes calcaires argileux, ou espèce de marne feuilletée, qui ne contiennent point, ou peu de chaux de fer. Ils n'ont presque point de dureté: & la terre calcaire, quoique dissoute par l'acide aérien, n'y cristallise que difficilement, & en molécules isolées.

Les filex, les agates... ne cristallisent pas, parce qu'ils contiennent une portion des terres étrangères, qui gênent la cristallisation...

*DES PIERRES HOMOGENES
QUI CONTIENNENT PLUSIEURS
ESPÈCES DE TERRES, ET UN
ACIDE OU PLUSIEURS ACIDES.*

§. CXXXI. Cette division est des plus nombreuses, & présente au géologue les plus grandes difficultés. Elle renferme:

Les pierres quartzeuses.

Les gemmes.

Les schorls.

Les pierres magnésiennes.

Les pierres argileuses.

Toutes ces pierres contiennent plusieurs espèces de terres. C'est en quoi elles diffèrent de celles dont nous venons de parler, qui ne

font composées que d'une seule espèce de terre & d'un acide. Les terres qui se trouvent dans ces pierres sont :

- 1°. La terre quartzeuse.
- 2°. La terre argileuse.
- 3°. La terre magnésienne.
- 4°. La terre calcaire.
- 5°. La chaux de fer.
- 6°. La chaux de manganèse.
- 7°. Plusieurs autres chaux métalliques.

La terre pesante s'y rencontre quelquefois.

Ces terres ne se trouvent pas ordinairement toutes dans la même espèce de pierre. Plusieurs ne contiennent que deux, trois, quatre de ces terres. Quelques autres, telles que la trémolite, l'adulaire, les renferment toutes.

§. CXXXII. C'est une grande question parmi les chimistes minéralogistes, que de savoir quelle est la force qui fait combiner ces terres les unes avec les autres, & les fait cristalliser. On a assez généralement adopté l'opinion de Schéele & de Bergman (& je l'avois suivie dans la Sciagraphie), que ces terres se servoient mutuellement de dissolvans, & qu'elles étoient dans toutes ces pierres à l'état de causticité. On avoit été conduit à cette der-

nière idée par les analyses qu'on avoit faites de ces pierres.

Mais les expériences que j'ai rapportées ci-dessus (§. C X I V), m'ont fait voir que cette doctrine n'étoit pas fondée; que chacune de ces pierres contient un ou plusieurs acides, & que les analyses, sur lesquelles Bergman s'appuyoit, sont inexactes. Il suffit d'exposer le procédé qu'il employoit, pour se convaincre qu'il doit induire en erreur.

On pulvérise la substance qu'on veut analyser, & on la mélange avec le double de son poids de natron. On fait du tout une petite masse qu'on met dans un creuset de fer. On chauffe le creuset avec précaution, & on le tient rouge pendant environ une heure.

On pulvérise ensuite cette masse dans un mortier d'agate.

On verse dessus de l'acide marin, qui dissout le fer & toutes les terres solubles. On s'assure de leur nature par les différens réactifs, & par les cristallisations. Le résidu insoluble est regardé comme terre quartzeuse, ou terre filiceuse.

Mais nous avons vu que la terre quartzeuse, fondue ou vitrifiée avec l'alkali fixe, devient soluble dans les acides. Il est donc très-vraisemblable qu'une portion de ce qui a été

dissous par l'acide marin, & les autres acides, étoit de cette terre quartzeuse fondue avec l'alkali : & la portion qui ne se dissout pas est celle qui n'aura pas été fondue, parce que le feu n'a pas été assez vif.

Ces analyses doivent donc être nécessairement inexactes, & induisent en erreur, quelque précaution que prenne l'artiste le plus habile en les faisant.

1°. On ne peut douter qu'une portion de la terre quartzeuse n'ait été dissoute par l'alkali. Elle l'aura ensuite été par les acides. Ainsi, on a tort de ne regarder pour terre quartzeuse contenue dans la substance analysée, que la portion qui est insoluble dans l'acide.

2°. On ne tient point compte de la portion de fluide aériforme dégagée de cette partie de terre quartzeuse.

3°. On dit que la terre calcaire qu'on retire étoit pure ; mais rien ne le prouve. On sent qu'en la supposant combinée avec l'air fixe, on n'a pris aucun moyen pour retirer cet air fixe.

4°. La même chose peut se dire de la magnésie qu'on retire, & qu'on suppose également pure.

5°. La même chose peut encore se dire de la terre pesante, qu'on suppose également pure.

Il est vraisemblable que ces trois terres y sont combinées avec de l'air fixe.

6°. On ne parle point des airs que contiennent les chaux de fer. Or il est certain qu'elles sont combinées avec l'air fixe & l'air pur.

Toutes les autres chaux métalliques, qui se trouvent dans ces pierres, y sont également combinées avec les mêmes fluides aériformes, dont on ne tient pas compte.

7°. La terre argileuse pourroit aussi y être combinée avec l'air fixe.

On voit donc que, dans toutes ces analyses, on ne tient point compte des fluides aériformes, qui se trouvent dans ces substances.

Or cependant on ne peut douter que :

1°. Les chaux métalliques n'en contiennent ; & il y en a dans toutes ces pierres.

2°. Que la terre quartzeuse n'en contienne.

3°. Il est vraisemblable que la terre calcaire se trouve à l'état aéré dans ces pierres, c'est-à-dire, combinée avec l'air fixe.

4°. La magnésie y est vraisemblablement à l'état aéré.

4°. La terre pesante y est également à l'état aéré.

6°. La terre argileuse l'est pareillement.

7°. Enfin une portion de la terre quart-

zeuse a été dissoute par l'alkali, & ensuite par les acides.

Ces analyses ne peuvent donc pas nous faire connoître la nature de ces pierres, & particulièrement celle de leurs fluides aériens. Cependant nous les rapporterons, quelque'imparfaites qu'elles soient.

Il faut donc en revenir à l'opinion que j'ai exposée précédemment (§. CXIV), & regarder toutes ces pierres comme des combinaisons de différentes terres & chaux métalliques avec un acide, qui est l'air fixe, & peut-être plusieurs autres. Nous venons de voir que le spath boracique, qui est composé également d'un seul acide, le boracique est combiné avec plusieurs terres (§. CXXVII); que l'appatit de l'Estamadure est composé de plusieurs acides & de plusieurs terres (§. CXXVI).

Et ce qui ne laisse aucun doute sur ce que nous disons, c'est que toutes ces pierres, les quartzeuses, la plupart des gemmes, les schorls, les pierres magnésiennes, & les pierres argileuses, réduites en verre, soit seules, soit par le moyen des alkalis caustiques, fondent en bouillonnant, & donnent des verres plus ou moins remplis de bulles, plus ou moins poreux & cellulaires, comme je le prouverai

bientôt. Or ces bulles ne peuvent être dues qu'à des fluides aériformes, qui se dégagent.

N'entre-t-il pas quelque autre principe dans ces sortes de pierres? C'est ce que nous ignorons.

Je pense que la matière de la chaleur s'y trouve.

Vraisemblablement les fluides électrique & magnétique y sont également. La présence du fer dans toutes ces pierres les y fait soupçonner.

La lumière en est peut-être un des principes, comme le pourroit faire soupçonner la phosphorescence d'un grand nombre de ces pierres (§. XLI).

Enfin, il y a l'eau de cristallisation.

Peut-être y a-t-il dans plusieurs de ces pierres, sur-tout dans les gemmes, des acides qui nous sont encore inconnus.

Chacune des pierres de cette division contient, le plus souvent, les quatre espèces de terres principales, & quelques chaux métalliques. Mais il y a toujours une de ces terres qui domine : & c'est ce qui détermine les genres.

La terre quartzeuse prédomine dans toutes les pierres quartzeuses. Car les pierres quartzeuses, proprement dites, en sont presque uniquement composées.

Les gemmes contiennent moins de terre quartzeuse que les précédentes, & plus de terre argileuse.

La terre argileuse est encore plus abondante dans les schorls.

La terre magnésienne est en assez grande quantité dans les pierres de ce nom, pour leur donner son caractère.

Enfin, l'argile domine assez dans les pierres argileuses, pour qu'elles en prennent le caractère. Elles durcissent au feu.

Nous allons examiner chacune de ces pierres en particulier, en rapportant les analyses qu'on en a données, quelque imparfaites qu'elles soient.

DES PIERRES QUARTZEUSES.

§. CXXII. J'appelle pierres quartzeuses celles où domine la terre quartzeuse. Ces pierres formeront deux sous-divisions, dont la première contiendra :

1°. Le quartz.

2°. Le grès.

3°. Le filex.

4°. L'agate.

5°. La calcédoine.

6°. Le cacholong.

7°. L'hydrophane.

8°. L'opale.

9°. Le pechstein.

10°. La chrysoptase.

11°. Le prase.

12°. Le jaspe.

13°. Le zinople.

La seconde division renfermera :

14°. Le pétrosilex.

15°. Le lazulite.

16°. La zéolite.

17°. Le feld-spath } opaque.
 transparent ou adulaire.
 adulaire acolé, ou schorl
 blanc.

La nature de ces pierres est encore fort peu connue. Les analyses qu'on en a faites laissent beaucoup à desirer. Cependant je vais les rapporter telles que les ont donné les plus habiles chimistes. La terre quartzeuse domine dans tout ce genre de pierre.

§. CXXXIV. Le quartz le plus pur cristallisé, ou cristal de quartz, communément appelé cristal de roche, donne à l'analyse :

Terre quartzeuse 0,93.

Terre argileuse 0,06.

Terre calcaire 001.

Chaux de fer $00\frac{1}{3}$.

Cette analyse est imparfaite, puisque le quartz contient un acide, qui se dégage en grande abondance lorsqu'on fond le quartz.

Sa pesanteur spécifique est 26530.

Sa dureté est 1300.

Les quartz laiteux, gras, colorés, contiennent moins de parties quartzieuses, & plus des autres terres, peut-être de la magnésie.

Le hornstein des Allemands doit être rangé parmi ces derniers quartz. C'est une pierre quartzieuse opaque.

Les grès ne sont ordinairement qu'une réunion de parties quartzieuses liées par un ciment quelconque, filiceux, argileux, calcaire ou ferrugineux. Leur analyse variera par conséquent, suivant la nature de ce ciment.

§. CXXXV. Le filix ou caillou diffère peu du quartz, quant à ses principes. Il contient seulement une plus grande quantité de terre argileuse combinée. Wiegleb a retiré d'un filix :

Terre quartzieuse 0,80.

Terre argileuse 0,18.

Terre calcaire 0,02.

Il ne parle pas de la partie ferrugineuse qui y existe toujours, ni de son acide.

On doit encore observer que la nature des filex n'est pas toujours la même, & que par conséquent les analyses qu'on en donne doivent varier un peu, quand même elles auroient d'ailleurs toute la perfection dont elles sont susceptibles. Cependant on peut regarder comme certain que cette pierre ne diffère du quartz que par une moindre quantité de terre quartzeuse, & une plus grande quantité de terre argileuse qui empêche le filex de cristalliser.

Sa pesanteur spécifique est 25940.

Sa dureté est 1250.

Ce filex, réduit en verre, donne beaucoup de fluides aériformes.

L'agate, la calcédoine, le cacholong, l'hydrophane, l'opale, ne sont que des espèces de filex. Leurs principes constituans sont à-peu près les mêmes que ceux du filex.

Bergman a retiré de la calcédoine de Ferroë :

Terre quartzeuse 0,84.

Terre argileuse 0,16.

Il ne parle point de la terre calcaire ni du fer, qui paroissent devoir y exister. Aussi Wiegleb a-t-il retiré d'une autre calcédoine :

Terre quartzeuse 0,89.

Terre argileuse 0,02.

Terre calcaire 0,03.

Chaux de fer 0,05.

Bindheim

Bindheim a retiré d'une autre calcédoine :

Terre quartzeuse	0,84.
Terre argileuse	0,02.
Terre calcaire	0,12.
Chaux de fer	0,02.

La pesanteur spécifique de la calcédoine est 26150.

Sa dureté est 1250.

L'analyse de l'agate est à-peu-près la même que celle de la calcédoine. Mais elle varie davantage, à raison de la densité des agates, qui sont ou plus pures, comme les orientales, ou plus chargées de parties étrangères, comme les mokos, les herborisées, les mouffeuses, les agates-jaspes...

L'hydrophane ne diffère des pierres précédentes que parce que son tissu, plus lâche, peut admettre de l'eau, qui la rend transparente, ou de la cire fondue, ou tout autre corps fluide. Ses principes seront donc les mêmes que ceux de ces pierres.

Wiegleb a retiré d'une hydrophane :

Terre quartzeuse	0,83.
Terre argileuse	0,05.
Chaux de fer	0,01.
Eau	005.

Cette analyse paroît incomplète, puisqu'on

Tome I.

A a

n'y parle point de la terre calcaire, ni des fluides aériformes.

Sa pesanteur spécifique est 17500.

Sa dureté est 1100.

L'opale a encore beaucoup de rapports avec les agates & les calcédoines. Nous n'en avons point d'analyses bien faites. On peut y supposer les mêmes principes que dans les pierres précédentes; par conséquent elle doit être composée de terre quartzeuse, de terre argileuse, de terre calcaire, & de chaux de fer.

Sa pesanteur spécifique est 19500.

Sa dureté est 1100.

Le girasol n'est qu'une espèce d'opale.

Toutes ces espèces de pierres fondues donnent beaucoup de fluides aériformes.

Le pechstein, ou pierre de poix, doit encore être rangé dans cette classe. Wiegleb en a retiré :

Terre quartzeuse 0,90.

Terre argileuse 0,07.

Chaux de fer 003.

Cette pierre doit contenir une portion de terre calcaire, moins de terre quartzeuse, & des fluides élastiques.

Sa pesanteur spécifique varie depuis 26000 jusqu'à 20500.

Sa dureté est 1050.

Il y a des pechsteins qui contiennent de la magnésie, & qui peut-être devroient être rangées dans les pierres magnésiennes.

La chrysoptase a toutes les qualités des pierres précédentes, dont elle ne diffère que par sa couleur verte, & sa cassure semblable à celle de la cire.

Klaproth en a retiré :

Terre quartzeuse 0,96.

Terre argileuse 000 $\frac{1}{2}$.

Terre calcaire 0,01.

Chaux de fer 000 $\frac{1}{2}$.

Chaux de nikel 0,01.

Je présume qu'il devoit y avoir moins de terre quartzeuse.

Sa pesanteur spécifique est 26000.

Sa dureté est 1000.

La chrysoptase, avec l'alkali, fond avec dégagement de fluides aériformes.

Le prase est, suivant les uns, une variété de la chrysoptase; suivant les autres, un quartz coloré en vert, vraisemblablement par le nikel.

Sa pesanteur est 26800.

Sa dureté est 1100.

Le jaspe n'est peut-être qu'une agate opaque, comme on en peut juger par les jaspes-agates. Il contient seulement plus d'argile & plus de fer.

On a retiré d'un jaspe :

A a 2

Terre quartzeuse	0,54.
Terre argileuse	0,30.
Chaux de fer	0,16.

L'analyse paroît incomplète, puisqu'elle ne donne point de terre calcaire, ni de fluides aériformes. Au reste, il y a tant de variété dans les jaspes, que leurs principes constituans ne doivent pas être constamment les mêmes.

Sa gravité spécifique est 27000.

Sa dureté est 1100.

Le zinople n'est qu'une variété de jaspe.

Le jaspe, mêlé avec l'alkali, fond avec dégagement de fluides aériformes.

§. CXXXVI. La zéolite avoit été regardée, pendant long-tems, comme une matière volcanique. Mais il est bien reconnu aujourd'hui que cette idée est erronée, puisque la zéolite se trouve dans des endroits où il n'y a jamais eu de volcan. J'ai de la zéolite avec de l'argent rouge cristallisé, trouvée au Hartz. Cette substance est une de celles de la seconde sous-division des pierres quartzeuses : car la terre quartzeuse y est en moindre quantité que dans la plupart des autres pierres de cette classe. Bergman a retiré de la zéolite rouge d'Edfors :

Terre quartzeuse	0,60.
Terre argileuse	0,18.

Terre calcaire 0,18.

Eau 0,04.

Il doit y avoir une portion de fer qui la colore.

Sa gravité spécifique est 27000.

Sa dureté est 1000.

La zéolite bouillonne en fondant, & donne un verre poreux; ce qui ne permet pas de douter qu'elle ne contienne un fluide aériforme.

La prehnite doit être regardée comme une zéolite. Elle fond également en bouillonnant, mais pas tout-à-fait autant que la zéolite de Ferroë.

Au reste, il paroît certain que les différentes substances, appelées *zéolites*, ont quelques différences entr'elles. Ainsi je distinguerai :

1°. La zéolite commune qui cristallise en prisme tétraèdre rectangulaire, terminé par une pyramide tétraèdre à faces triangulaires, qui naissent sur les faces du prisme.

2°. Une seconde variété qui cristallise en prisme tétraèdre aplati rectangulaire, terminé par une pyramide à faces trapézoïdales, qui naissent sur les angles du prisme.

3°. Troisième variété qui est cubique.

4°. Variété dont la forme dérive d'un cube coupé en biseau sur quatre faces, en sorte

qu'elle a la forme de deux coins réunis par leurs bafes.

5°. Zéolite, que Dolomieu appelle dure. Il l'a trouvée à l'Etna. C'est un cube dont chacun des huit angles est tronqué par trois faces triangulaires; ce qui forme un cristal à trente facettes.

6°. Prehnite du Cap, elle est cristallisée irrégulièrement en faisceaux. Elle fond avec un peu moins de facilité que la zéolite ordinaire, & bouillonne moins.

La prehnite du Dauphiné est cristallisée comme celle du Cap. Mais on y distingue les lames rhomboïdales dont elle est formée. Ces lames sont des prismes droits rhomboïdaux, dont les angles sont 92° & 88° .

Il paroîtroit que la prehnite & la zéolite dure diffèrent des autres espèces.

CHABASIE. Cette substance est encore peu connue. Elle a été apportée d'Allemagne.

Sa couleur est blanche; sa surface est souvent tachée par de l'ocre rouge.

Elle est opaque.

Sa dureté est 1000.

Elle fond en bouillonnant, mais moins que la zéolite.

Elle cristallise comme le spath calcaire lenticulaire, c'est-à-dire, qu'elle est composée

de deux pyramides trièdres à faces qu'on peut supposer rhomboïdales, lesquelles pyramides sont jointes base à base en alternant.

Mais chaque arête de la pyramide est divisée par une section pentagone, ce qui donne six faces à chaque pyramide. L'angle que fait cette section avec une des faces de la pyramide, est de $97^{\circ} 30'$.

Chacune des six arêtes des bases des pyramides est divisée en trois, par une section trapézoïdale qui coupe l'extrémité inférieure de la face pentagonale dont nous venons de parler. Ce qui fait un cristal à trente facettes. Chacune des grandes faces de la pyramide, que nous avons supposée rhomboïdale, se trouve avoir sept côtés.

On a rangé cette substance parmi les zéolites.

§. CXXXVII. Le feld-spath est un des élémens les plus abondans des granits & des porphyres. Scopoli a retiré des feld-spaths de Baveno :

Terre quartzeuse	0,63.
Terre argileuse	0,17.
Magnésie	0,06.
Terre calcaire	0,02.
Chaux de fer	0,07.
Eau & perte	0,05.

A a 4

Tous les feld-spaths ne donnent pas de la magnésie.

Le feld-spath, fondu seul, donne un verre rempli de petites bulles, & par conséquent contient un fluide aériforme.

L'adulaire, qui est un feld-spath transparent, a donné à Morel :

Terre quartzeuse	0,62.
Terre argileuse	0,19.
Magnésie	0,05.
Sélénite	0,10.
Eau	0,02.

La pesanteur spécifique du feld-spath est 25500.

Sa dureté est 1100.

Toutes les substances, appelées *feld-spaths*, n'ont pas la même fusibilité. Ainsi, il paroît qu'il en faudra faire des sous-divisions.

1°. Le feld-spath commun des granits.

2°. Un feld-spath gras, décrit par Dolomieu. Il a l'aspect aussi gras que la pierre de lard. Il est vraisemblable qu'il contient une grande quantité de magnésie.

3°. L'adulaire qui est plus dure & fond plus difficilement que le feld-spath commun.

4°. L'adulaire maclée, plutôt accolée, formée de deux cristaux réunis. Elle est moins dure & plus fusible que l'adulaire.

L'adulaire contient un fluide élastique, & fond en bouillonnant.

§. CXXXVIII. Le pétro-filex appartient bien évidemment à cette classe. D'habiles minéralogistes le regardent comme du feld-spath en masses. Mais le feld-spath cristallise avec tant de facilité, qu'il seroit bien singulier que si le pétro-filex étoit du feld-spath, on ne le trouvât jamais cristallisé. Kirwan en a retiré :

Terre quartzeuse	0,72.
Terre argileuse	0,22.
Terre calcaire	0,06.

Il ne parle pas de la chaux de fer qui doit y être, ni de la magnésie que j'y soupçonne également, ni des élastiques fluides.

Cependant le pétro-filex fondu donne un verre rempli de bulles ; ce qui annonce qu'il contient de ces fluides.

Sa pesanteur spécifique est 26500.

Sa dureté est 1100.

Le lazulite, *lapis lazuli*, me paroît être un pétro-filex coloré en bleu par le fer. Nous n'en avons point d'analyses bien faites.

Sa pesanteur spécifique est 27600.

Sa dureté est 1050.

Le lazulite donne un verre rempli de bulles, & par conséquent contient des fluides élastiques.

Telles sont les analyses de ces différentes pierres faites par les plus habiles chimistes. Elles font voir que ces pierres contiennent une très-grande quantité de terre quartzeuse, une portion de terre argileuse, de terre calcaire & de chaux de fer. Toutes ces terres y sont combinées avec un fluide aëriiforme, qui paroît être l'air fixe.

Les chaux de fer & les autres chaux métalliques y sont également combinées avec l'air fixe, & une portion d'air pur.

§. C X X X I X. Les filex ou cailloux, les agates, les calcédoines, les hydrophanes, les opales, les pechsteins.... offrent, dans leur formation, des phénomènes dignes d'intéresser le géologue. Ces pierres ne se rencontrent point dans les terrains primitifs : elles sont ordinairement dans les terrains secondaires ou dans les terrains volcaniques.

Le filex se trouve particulièrement dans les craies, en petites masses fort irrégulières, quoique formant des couches non continues. Il n'y a que la pierre meulière, qu'on ne peut s'empêcher de regarder comme une espèce de filex, qui soit en masse un peu considérable.

Les agates sont bien de la nature des filex. Elles n'en diffèrent que parce que leur grain

est plus fin. Leurs couleurs sont vives & variées. Il s'en trouve dans les terrains calcaires, mais les plus belles sont dans des terrains volcaniques, comme en Écosse, à Obenstein, à Ferroë, en Hongrie....

La manière dont sont produits les filex a fort occupé les naturalistes, & la question n'est pas facile à résoudre.

Plusieurs naturalistes ont cru que la craie étoit réellement changée en filex; car, disent-ils, si ce n'étoit pas la craie qui fût convertie en filex, comment se trouveroient-ils en si grande quantité dans les couches de craie? il auroit fallu que la cause qui a produit le filex eût déplacé la portion de craie qu'il occupe maintenant; & comme cette craie n'a pu être déplacée, on en doit conclure que c'est la craie elle-même qui a été convertie en filex.

Et ce qui le prouve encore, ajoutent-ils, est qu'on trouve dans plusieurs de ces craies des coquilles entières converties en filex. Les craies d'Issy, auprès de Paris, sont remplies de vis agatifiées. Le Mont-Saint-Pierre, auprès de Maëstricht, contient des oursins, & beaucoup d'autres coquilles changées en filex... ce même phénomène se rencontre par-tout.

D'autres naturalistes expliquent différemment la formation du filex. Ils croient qu'il y a une

matière quartzeuse ou siliceuse, qui coule à travers la craie, & va former le caillou, en déplaçant une portion de craie.

§. CXL. Mon opinion se rapproche de celle-ci. Je ne crois point que les cailloux soient formés de la craie convertie en matière siliceuse. Car, 1°. nous n'avons aucun fait qui prouve cette conversion des terres les unes dans les autres.

2°. Les agates, qui ont de si grands rapports avec les filix, se trouvent à Oberstein, en Écosse & en plusieurs autres endroits, dans des matières qui ne sont point de la craie.

3°. La formation du jaspe prouve la même chose. Car, comme l'on fait, les jaspes ont les plus grands rapports avec les agates, puisqu'il y a des agates jaspées & des jaspes agatifiés. Or, les jaspes se trouvent dans plusieurs espèces de terrains.

4°. L'hydrophane, l'opale, le pechstein, ont les plus grands rapports avec les agates & les filix, comme le prouvent leurs analyses & leurs autres qualités. Or, ces pierres ne se rencontrent point dans la craie, ou au moins se trouvent dans plusieurs autres terres. Il faut donc chercher une explication de leur formation qui convienne à toutes également. Voici celle qui me paroît satisfaire le mieux à tous les phénomènes.

La craie, les terres calcaires & les autres qui renferment ces pierres, contiennent toutes une plus ou moins grande quantité de terre quartzeuse pure, laquelle se dissout facilement dans les acides les plus foibles, par conséquent, dans l'air fixe. Des eaux filtrant à travers ces terres, & chargées d'une portion d'air fixe, dissolvent cette terre quartzeuse, & viennent la déposer sous forme de filex, d'agate, de jaspe, d'hydrophane, d'opale, de pechstein..... au milieu de ces terres, qui cèdent peu-à-peu à l'instant du dépôt. Nous savons que des gypses, des pyrites, & d'autres cristaux se déposent également au milieu d'argiles, de marnes, de craies... qui cèdent peu-à-peu pour faire place à ces dépôts cristallisés. Nous avons à Mesnil-Montant, auprès de Paris, beaucoup de gypse cristallisé ainsi dans des argiles marneuses.

Lorsque cette terre quartzeuse ainsi charriée à travers ces terres, sera presque pure, elle formera des quartz cristallisés sous forme de cristaux de roche, ou non cristallisés.

Sera-t-elle chargée d'une plus grande portion de terre argileuse & de terre calcaire? elle formera les filex.

Contiendra-t-elle une portion de fer plus

ou moins considérable avec ces terres? On aura des agates colorées.

Si la portion de fer est plus considérable, ainsi que l'argile, le composé sera opaque, & on aura des agates jaspées & des jaspes.

L'hydrophane ne fera qu'une espèce d'agate très-poreuse.

Le pechstein diffère peu de l'hydrophane. Peut-être contient-il toujours une partie de magnésie, qui lui donne cette espèce d'opacité.

Enfin, l'opale n'est qu'une agate poreuse ou hydrophane fendillée, & qui, à raison de ces petites fentes, a ce beau jeu de couleurs.

Toutes ces pierres ont des caractères bien prononcés; elles sont dures, donnent des étincelles vives lorsqu'elles sont frappées avec l'acier, & enfin sont infusibles à un grand degré de feu. Elles ne fondent que lorsque le feu a la plus grande force.

§. CXXI. Les autres pierres de cette classe ont des caractères particuliers qui les rapprochent plus des classes suivantes. Leur dureté est moindre, & elles sont très-fusibles.

Le feld-spath a peu de dureté & fond à une légère chaleur, qui varie suivant les espèces.

La zéolite a plus de rapports avec le feldspath. Son *facies* nacré indique qu'elle contient de la magnésie, comme le feldspath. Elle est très-fusible.

Le pétro-filex est regardé par des savans naturalistes comme une espèce de feldspath; mais il n'en a aucun des caractères. Ce dernier, quoique cristallisé en masse, & confusément, se présente toujours sous forme lamelleuse. Le pétro-filex, au contraire, n'est jamais en lames. Il a une cassure qui rapproche beaucoup plus de celle de la pierre de corne ou de la base du porphyre. Son grain est si fin qu'on le compare à de la cire.

Je pense donc que le pétro-filex a plus de rapport avec la base du porphyre qu'avec aucune autre pierre. Or, la base du porphyre, suivant moi, n'est point du feldspath, c'est un mélange des élémens du granit, excepté le feldspath qui s'y trouve cristallisé.

L'analyse du pétro-filex est assez rapprochée de celle de la base du porphyre.

Cependant je crois que le pétro-filex est différent de cette pâte, comme je le prouverai (§. CLIX, CLX).

Le lazulite me paroît un pétro-filex coloré en bleu.

Toutes ces dernières espèces de pierres, le feld-spath, la zéolite, le pétro-silex, le lazulite.... différent des quartz, agates, filix, jaspes... & doivent faire une seconde division parmi les pierres quartzeuses.

D E S G E M M E S.

§. CXLII. De toutes les productions minérales, les gemmes ont été les plus estimées par les hommes, comme objet de luxe. Elles n'ont néanmoins aucune utilité réelle. Leur volume est toujours trop peu considérable pour en faire des instrumens d'utilité. Leur éclat, suite de leur dureté, est la seule chose qui les fasse rechercher.

J'ai placé au nombre des gemmes :

- 1°. Le diamant.
- 2°. Le saphir.
- 3°. Le rubis.
- 4°. L'émeraude.
- 5°. L'aigue-marine.
- 6°. L'euclase.
- 7°. La chrysolite.
- 8°. La cymophane.
- 9°. La topaze du Brésil.
- 10°. Le chrysoberil ou topaze de Saxe.

11°.

- 11°. Le béril ou topaze de Sibérie.
- 12°. Le péridot.
- 13°. L'hyacinthe.
- 14°. L'andreasbergolite.
- 15°. L'olivin.
- 16°. Le grenat.
- 17°. Le leucite.
- 18°. La grenatite.
- 19°. La staurolite ou pierre de croix.
- 20°. Le jargon.
- 21°. Le corindon ou spath adamantin.

Ces deux dernières paroissent des pierres particulières.

Dans ces dix-neuf variétés de gemmes, la terre quartzeuse y est en moindre quantité que dans les pierres quartzeuses proprement dites.

L'analyse de ces pierres a été faite par les plus habiles chimistes; néanmoins elle laisse encore beaucoup à desirer, puisqu'il n'y est point question des fluides aériformes, ni des acides.

§. CXLIII. Le diamant, par sa combustibilité paroît faire une substance particulière, que Bergman a même rangée parmi les corps combustibles. Mais Hœpfner a fort bien remarqué que la disparition du diamant pourroit n'être qu'une volatilisation.

Bergman lui-même a reconnu dans cette substance, la terre quartzeuse. « L'action, » quoique très-lente de l'alkali sur le diamant, » indique assez qu'il contient une terre vitriifiable, mais singulièrement masquée & déguisée. Les précipités ont donné une terre dissoluble dans les acides ».

Le diamant ne s'est encore trouvé qu'à Golconde & à Visapour, aux grandes Indes, & au Brésil.

Il est toujours enveloppé d'une espèce de terre ferrugineuse.

Le diamant contiendrait-il du fer ou tout autre corps combustible, uni à une terre quartzeuse ?

On pourroit présumer que c'est un acide analogue aux acides métalliques & qui est combiné avec la terre quartzeuse. Cet acide pourroit être combustible en se révivifiant au grand feu ou être volatil.

La terre quartzeuse, dégagée de cet acide, seroit soluble dans les autres acides, comme l'est celle qui est dans le quartz, lorsque l'acide quartzeux est dégagé.

Peut-être le diamant contient-il une terre particulière, comme le corindon & le jargon.

Sa dureté est 2500.

Sa pesanteur spécifique est 35200.

Le diamant ne fond pas, parce qu'il est combustible ou volatil au degré de chaleur qui pourroit le fondre. Mais sa combustion est accompagnée de bouillonnement. « J'ai vu alors » par intervalles, un bouillonnement très-vif » à sa surface ». Saussure, *Journal de physique* 1785, pag. 411.

§. CXLIV. Le saphir est la seconde des pierres gemmes par sa dureté. Il y en a de toutes sortes de couleurs.

Bergman a retiré d'un saphir, par l'analyse :

Terre quartzeuse	0,35.
Terre argileuse	0,58.
Terre calcaire	0,05.
Chaux de fer	0,02.

Sa dureté est 2100.

Sa pesanteur spécifique 42000.

Le saphir fond par le moyen de l'air pur. Lavoisier ayant exposé à cet air un saphir blanc, il se divisa en trois morceaux qui ont bouillonné à leur surface, se sont ramollis, & se sont agglutinés au point de ne plus former qu'un globule rond. *Essai de l'art de fusion par l'air vital*, pag. 326.

Le rubis est une des gemmes les plus estimées. Il se trouve en beaucoup d'endroits, aux Indes & en Europe.

Bergman en a retiré :

Terre quartzeuse	0,39.
Terre argileuse	0,40.
Terre calcaire	0,09.
Chaux de fer	0,10.

La pesanteur spécifique du rubis, est de 37600.

Sa dureté est de 1600.

Le rubis fond difficilement : cependant plusieurs rubis chauffés par le moyen de l'air pur, s'agglutinent.

L'émeraude est une gemme ordinairement d'un beau vert. J'en ai cependant vu de blanches. Les plus belles viennent du Pérou. On en trouve néanmoins ailleurs, comme en Bourgogne, en Forès, en Corse.

Bergman en a retiré par l'analyse :

Terre quartzeuse	0,24.
Terre argileuse	0,60.
Terre calcaire	0,08.
Chaux de fer	0,06.

Sa pesanteur spécifique est 27700.

Sa dureté est 1500.

L'émeraude a une chaleur violente, donne un verre poreux, ce qui annonce qu'elle contient des fluides élastiques (1).

(1) Essai d'un art de fusion, pag. 210.

L'aigue-marine a ordinairement la couleur d'un vert clair. Il y en a cependant de parfaitement blanches. Elle est très-commune en Sibérie.

Bindheim en a retiré :

Terre quartzeuse 0,64.

Terre argileuse 0,24.

Terre calcaire 0,08.

Chaux de fer 0,01.

Sa pesanteur spécifique est 27700.

Sa dureté est 1400.

L'aigue-marine, à une chaleur violente, donne un verre poreux.

L'eucrase est une pierre encore peu connue. Sa couleur est ordinairement d'un vert gai. La position de ses lames est parallèle à l'axe.

L'analyse n'en a pas été faite.

Sa pesanteur spécifique est 30990.

Sa dureté est 1400.

La chrysolite est d'un vert d'or ou jaunâtre.

Achard en a retiré :

Terre quartzeuse 0,15.

Terre argileuse 0,64.

Terre calcaire 0,17.

Chaux de fer 0,01.

Il est vraisemblable qu'il y a ici quelque'er-

reur, & que la terre quartzeuse est plus abondante dans cette pierre.

Sa gravité spécifique est 30990.

Sa dureté est 1200.

La chrysolite fond en bouillonnant (1) & par conséquent contient des fluides élastiques.

La cymophane avoit été regardée comme une chrysolite laiteuse, ou plutôt qui a un jeu de couleur comme la pierre de lune. L'analyse n'en a pas été faite. On ne peut donc savoir si ses principes sont différens de ceux de la chrysolite. Mais elle est plus dure, & sa cristallisation est différente. Sa forme est un prisme tétraèdre rectangulaire avec une pyramide tétraèdre dont les faces trapézoïdales naissent sur les angles du prisme.

La forme de la chrysolite est un prisme hexaèdre avec une pyramide hexaèdre.

La dureté de la cymophane est 1400.

La topaze du Brésil est ordinairement d'un jaune orangé, quelquefois rougeâtre. Celle qui est jaune, rougit au feu; ce qui annonce la présence du fer.

L'analyse n'en a pas été faite.

Sa pesanteur spécifique est 35300.

Sa dureté est 1500.

(1) Art de fusion, pag. 211.

La topaze du Brésil fond en bouillonnant (1), ce qui y indique des fluides aériformes.

Le chrysobéril ou topaze de Saxe, est ordinairement d'un jaune léger. Bergman en a retiré :

Terre quartzeuse	0,39.
Terre argileuse	0,46.
Terre calcaire	0,08.
Chaux de fer	0,06.

Sa dureté est 1500.

Sa pesanteur spécifique est 35600.

Cette topaze fond avec bouillonnement (2), par conséquent elle contient des fluides aériformes.

Le béril ou topaze de Sibérie, est ordinairement blanc sans couleur.

L'analyse n'en a pas encore été faite.

Sa pesanteur spécifique est 26900.

Sa dureté est 1450.

Cette topaze fond en bouillonnant, ainsi elle renferme des fluides aériformes.

Le péridot est d'un vert d'herbe : son prisme est strié, aplati, quelquefois rectangulaire, le plus souvent octogone, & terminé par une py-

(1) Saussure, *Journ. de Physique*, 1785. Art de fusion, pag. 209.

(2) *Ibidem.*

ramide tétraèdre laquelle souvent acquiert cinq, neuf, onze ou quinze faces, comme je l'ai fait voir, *Journal de physique* 1794, cinquième cahier.

Romé-de-Lisse avoit pris pour péridot, une tourmaline verte. C'est une erreur que j'avois commise avec lui dans la *Sciagraphie*.

L'analyse de cette pierre n'a pas été faite.

Sa pesanteur spécifique est 33500.

Sa dureté est 1200.

Le péridot contient des fluides aériformes, car il fond en bouillonnant.

L'hyacinthe est communément d'un rouge orangé. Elle est cependant quelquefois blanche. Bergman en a retiré :

Terre quartzeuse 0,25.

Terre argileuse 0,40.

Terre calcaire 0,20.

Chaux de fer 0,13.

Sa pesanteur spécifique est 36800.

Sa dureté est 1700.

L'hyacinthe donne un verre poreux (1).

Romé-de-Lisse dans sa *crystallographie* avoit placé parmi les hyacinthes plusieurs substances, qui, je crois, en sont différentes, & dont par

(1) Gerhard.

conséquent je fais des substances particulières.

Premièrement, l'hyacinthe blanche de la Somma dont je parlerai (§. CLXXI) à l'article des pierres volcaniques.

Secondement, plusieurs substances qui se trouvent également dans les volcans, et que j'ai nommées hyacinthines. J'en parlerai au (§. CLXXI).

L'andreasbergolite ou hyacinthe cruciforme ne s'est encore rencontré qu'à Andreasberg au Hartz. Heyer en a retiré :

Terre quartzeuse 0,44.

Terre argileuse 0,20.

Terre pesante 0,24.

Sage en a retiré beaucoup de terre calcaire.

Sa pesanteur spécifique n'est pas déterminée.

Sa dureté est 1400.

Elle fond en bouillonnant.

L'olivine ou chrysolite des volcans, est d'un vert jaunâtre. Gmélin en a retiré :

Terre quartzeuse $0,54\frac{1}{2}$.

Terre argileuse 0,40.

Chaux de fer $0,03\frac{1}{2}$.

Sa dureté est 1200.

Cette pierre fond facilement & donne un verre poreux.

Le grenat est de toutes les gemmes la plus

commune. Elle est très-abondante dans certains granits.

Achard a retiré d'un grenat brun :

Terre quartzeuse	0,48.
Terre argileuse	0,30.
Terre calcaire	0,11.
Chaux de fer	0,10.

La pesanteur spécifique du grenat coloré est 44000.

Sa dureté est 1500.

Il fond en bouillonnant & donne un verre poreux.

Le LEUCITE de Werner, ou grenat blanc doit peut-être faire un genre différent de celui qui est coloré. Bergman a retiré du grenat blanc :

Terre quartzeuse	0,55.
Terre argileuse	0,39.
Terre calcaire	0,09.

La pesanteur spécifique du grenat blanc est 24600.

Sa dureté est 1500.

La staurolite ou pierre de croix, est opaque. Sa couleur est d'un brun plus ou moins foncé, tirant sur le rougeâtre.

Son analyse n'a pas été faite.

Sa pesanteur spécifique est 32800.

Sa dureté est 1100.

Elle fond en verre poreux.

La granatite est demi-transparente, d'un brun plus ou moins foncé. Sa couleur est quelquefois verdâtre.

Wiégleb a retiré de cette dernière :

Terre quartzeuse 0,36.

Terre calcaire 0,30.

Chaux de fer 0,28.

Elle doit contenir vraisemblablement de la terre argileuse.

Sa pesanteur spécifique est 32000.

Sa dureté est 1100.

Elle fond en verre poreux.

Toutes les gemmes ou pierres précieuses, ne paroissent donc différer des pierres quartzeuses, qu'en ce qu'elles contiennent plus de terre argileuse & moins de terre quartzeuse.

La terre calcaire y est assez abondante.

La chaux de fer se trouve dans quelques-unes en grande quantité.

Toutes ces terres y sont comme dans les pierres quartzeuses, combinées avec un acide, l'air fixe. Et presque toutes en fondant, donnent un verre poreux, telles que le grenat, les topazes, l'émeraude . . . ce qui ne permet pas de douter qu'elles ne contiennent toutes des acides.

Il y a dans toutes du fer en quantité. Or,

ces chaux de fer contiennent de l'air pur & de l'air fixe.

La terre quartzeuse y est sans doute également combinée avec l'air fixe, ainsi que les autres terres.

§. CXLV. Dans ma méthode minéralogique, j'ai fait deux genres particuliers du jargon, & du corindon ou spath adamantin, parce que Klaproth en a retiré deux terres, qu'il croit d'une nature particulière.

Le jargon lui a donné :

Terre circonienne 0,68.

Terre quartzeuse 0,31.

Chaux de fer $0,00\frac{1}{2}$.

Chaux de nickel $0,00\frac{1}{2}$.

Sa pesanteur spécifique est 44100.

Sa dureté est 1400.

Le jargon nous vient de Ceylan.

Le corindon ou spath adamantin, se trouve dans le granit aux Indes, à la Chine, & on croit l'avoir rencontré en Europe.

Klaproth en a retiré :

Terre corindonienne 0,68.

Terre quartzeuse $0,31\frac{1}{2}$.

Fer & nickel $0,00\frac{1}{2}$.

Sa pesanteur spécifique est 37100.

Sa dureté est 1400.

Les gemmes sont en si petite quantité dans

la nature , qu'on peut les regarder comme des substances isolées , qui sont presque accidentelles à la masse générale du globe. Il n'y a que les grenats qui sont un peu plus communs.

DES SCHORLS.

§. CLXVI. Nul genre n'est aussi confus parmi les minéralogistes que celui-ci. J'ai cherché à y répandre quelques lumières , & n'y ai laissé que les substances suivantes.

- 1°. Les tourmalines.
- 2°. Le ceylanite.
- 3°. Le cyanite , ou schorl bleu.
- 4°. L'yanolite , ou schorl violet.
- 5°. Le thallite , ou schorl vert.
- 6°. Le leucolite , ou schorl blanchâtre.
- 7°. L'oïfanite.
- 8°. Le crispite.
- 9°. 10°. 11°. 12°. Quatre schors volcaniques (§. CLXXI).

J'ai renvoyé à la classe des pierres magnésiennes les autres substances qu'on avoit rangées parmi les schorls , telles que la trémolite , l'asbestoïde , ou schorl fibreux , l'hornblende , ou schorl lamelleux.

Les schorls forment mon troisième genre de

cette espèce de pierres, parce qu'ils contiennent moins de terre quartzeuse que les pierres quartzeuses, & les gemmes.

La tourmaline est une pierre *pyro-électrique*, c'est-à-dire, qui devient électrique en la chauffant.

Sa couleur varie.

La tourmaline du Brésil est d'un vert foncé & transparente. Il en est de bleues.

Celles de Ceylan sont d'un brun noir. Quelques-unes ont de la transparence; d'autres sont opaques. Mais un phénomène assez singulier, est que les premières n'ont plus cette transparence, lorsqu'on les regarde dans la direction de l'axe.

Les tourmalines d'Espagne & du Tirol sont presque toutes transparentes, & leur couleur est d'un brun plus ou moins foncé.

Parmi les *schorls* des granits, les uns sont de vraies tourmalines pyro-électriques & opaques, les autres lamelleux, sont des hornblendes.

L'analyse de la tourmaline du Brésil a donné à Bergman :

Terre quartzeuse	0,34.
Terre argileuse	0,54.
Terre calcaire	0,11.
Chaux de fer	0,05.

Il a retiré de la tourmaline de Ceylan :

Terre quartzeuse 0,37.

Terre argileuse 0,39.

Terre calcaire 0,15.

Chaux de fer 0,09.

Le même chimiste a retiré de la tourmaline du Tirol :

Terre quartzeuse 0,40.

Terre argileuse 0,42.

Terre calcaire 0,12.

Chaux de fer 0,06.

Les tourmalines fondent en bouillonnant ; ce qui annonce dégagement des fluides élastiques.

Quelques-unes de ces tourmalines, chauffées au chalumeau, donnent un verre blanc, & d'autres un verre noir. J'ignore d'où vient cette différence.

La pesanteur spécifique des tourmalines est 30500.

Leur dureté est 1200.

La ceylanite. J'ai donné ce nom à une pierre noire qui se trouve avec les tourmalines de Ceylan, & qui paroît en différer (1).

Elle n'est pas pyro-électrique.

Elle est noire-opaque.

On n'en a pas fait l'analyse.

(1) Journal de Physique 1792.

Sa forme cristalline a quarante-quatre facettes, & diffère de celle de la tourmaline.

Le cyanite, ou schorl bleu, est ordinairement d'un bleu pâle. L'analyse en avoit été faite par différens chimistes, qui en avoient retiré beaucoup de magnésie. Mais Saussure fils, qui lui-même y avoit trouvé de la magnésie, a reconnu postérieurement que cette magnésie étoit interposée entre les lames de cette pierre, & lui étoit étrangère. Voici sa nouvelle analyse :

Terre quartzeuse	0,29.
Terre argileuse.	0,55.
Terre calcaire	0,02.
Magnésie	0,02.
Chaux de fer	0,06.
Eau & perte	0,04.

Sa dureté est 1050.

Le cyanite fond difficilement.

L'yanolite, ou schorl violet, se trouve dans les montagnes primitives secondaires. Klaproth en a retiré :

Terre quartzeuse	0,55.
Terre argileuse	0,15.
Terre calcaire	0,09.
Chaux de fer	0,09.
Chaux de manganèse	0,01.

Sa

Sa pesanteur spécifique est 33000.

Sa dureté est 1100.

Il fond en bouillonnant.

Le thallite, ou schorl vert, est d'un vert tendre, demi-transparent, & se trouve dans les terrains primitifs secondaires.

Son analyse n'a pas été faite.

Sa dureté est 1100.

Sa pesanteur spécifique est 34500.

Il fond en bouillonnant.

Le leucolite, ou schorl blanchâtre, est d'un blanc de lait, quelquefois opaque; d'autres fois demi-transparent. Il se trouve dans les mêmes terrains que les précédens.

L'analyse n'en a pas encore été faite.

Sa dureté est 1300.

Il fond en bouillonnant.

OISANITE. Cette substance, connue sous le nom de *schorl octaèdre du Dauphiné*, se trouve dans l'Oisans; c'est pourquoi je lui donne le nom d'*oisanite*, parce que le nom de *schorl* ne doit plus exprimer qu'un genre.

La couleur de cette substance est ordinairement d'un jaune noirâtre. Quelquefois le jaune domine; d'autres fois c'est le noir: enfin, il y en a de bleu.

La pierre a un certain éclat & du jeu.

Sa dureté est 1100.

Elle n'entre en fusion qu'à un assez grand coup de feu.

Sa forme est un octaèdre alongé. Il est difficile de mesurer les angles, parce que les cristaux sont très-petits. Néanmoins l'angle que forment deux côtés opposés au sommet de la pyramide, m'a paru être de 55° .

La CRISPITE. J'appelle ainsi la substance connue sous le nom de *schorl rouge*. Elle se trouve au Mont-Crispalt, chaîne du Saint-Gothard, & autres endroits des Alpes. Souvent elle est au milieu de gros morceaux d'un quartz transparent.

Sa couleur est d'un rouge assez vif.

Il est demi-transparent.

Sa dureté est 1100.

La forme de ses cristaux est un prisme hexaèdre, auquel je n'ai point apperçu de pyramide.

Celui qui se trouve au milieu des morceaux de quartz, a la figure de l'argent tricoté.

Il fond difficilement.

De tous ces schorls, le ceylanite, l'yano-lite, le thallite, le leucolite, & l'oïfanite, sont des productions particulières, & peu répandues.

Il n'y a que la tourmaline des granits, ou schorl des granits, qui se trouve en grande quantité, comme faisant partie des granits.

Les schorls ne diffèrent des pierres quartzeuses & des gemmes, que parce qu'ils contiennent encore moins de terre quartzeuse que ces dernières, & plus de terre argileuse.

Ces différentes terres y sont combinées avec un acide, qui se dégage avec effervescence lorsqu'on les réduit en verre. Ce fluide paroît être de l'air fixe.

Cette classe des schorls est bien éloignée d'être portée à sa perfection. Les naturalistes y avoient renvoyé toutes les substances qu'ils ne connoissoient qu'imparfaitement. Mais aujourd'hui que la minéralogie fait de si grands progrès, il faudra distinguer soigneusement toutes ces pierres, en décrire les formes exactement, & en faire les analyses avec exactitude.

J'ai rangé, par exemple, parmi les schorls, le crispite, ou schorl rouge tricoté qu'on trouve dans différentes parties des Alpes, mais sur-tout au Saint-Gothard & dans ses rameaux. Il est cependant possible que cette substance appartienne plutôt à la classe des pierres quartzeuses; car elle ne fond au feu du chalumeau qu'à un degré considérable de chaleur.

Les naturalistes se servent sans cesse du mot *schorl en masse* pour exprimer différentes espèces de pierres qui sont ordinairement diverses espèces de cornéennes ou pierres de corne, ou

souvent des trapps. Il faut bannir cette expression qui ne peut que causer des erreurs.

Ils parlent aussi souvent de schorls lamelleux. Ces substances ne sont ordinairement que des hornblendes.

Enfin ce qu'on a toujours appelé schorl fibreux doit être rangé parmi les substances que j'appelle asbestoïdes.

Il est encore une autre substance qu'on appelle schorl, & qui se trouve dans les stéatites du Zillerthal. C'est une pierre magnésienne à laquelle je donne le nom de *zillerthite*.

Quant aux substances qu'on a appelés schorls volcaniques, il en est de plusieurs espèces, dont je parlerai à l'article des pierres volcaniques.

DES PIERRES MAGNÉSIENNES.

§. CXLVII. On appelle *pierres magnésiennes* celles qui contiennent une certaine quantité de magnésie, quoiqu'elle n'y domine pas. Mais néanmoins elle leur donne cet air particulier, qui lui est propre, le gras, l'opaciteux, & le brillant presque nacré.

J'ai placé dans ce genre,

1^o. La trémolite.

- 2°. Le mica.
- 3°. L'hornblende, ou schorl lamelleux.
- 4°. La cornéene ou pierre de corne.
- 5°. Le trapp.
- 6°. Le jade.
- 7°. La serpentine.
- 8°. L'ollaire.
- 9°. L'asbestoïde, ou schorl fibreux.
- 10°. L'asbeste.
- 11°. La stéatite.
- 12°. Le zillerthite.
- 13°. Le talc.

La trémolite, substance que le P. Pini a trouvée sur le mont Trémola, est fibreuse comme l'asbestoïde. Quelquefois ses fibres sont un peu applaties. Klaproth en a retiré par l'analyse :

Terre quartzeuse	0,55.
Terre argileuse	0,08.
Terre calcaire	0,10.
Magnésie	0,13.
Air fixe	0,09.
Eau & perte	0,05.

Sa dureté est 1010.

La trémolite fond en bouillonnant.

Le mica est un des élémens les plus abondans du granit. On le trouve quelquefois isolé en grandes masses. Il y a du mica noir, du jaune, & de l'argenté.

Le mica noir est composé :

Terre quartzeuse	0,38.
Terre argileuse	0,28.
Magnésie	0,20.
Chaux de fer	0,14.

Sa pesanteur spécifique est 29000.

Sa dureté est 550.

Le mica fondu donne un verre rempli de petites bulles.

Le mica en grandes lames, connu sous le nom de *verre de Moscovie*, est composé :

Terre quartzeuse	0,50.
Terre argileuse	0,05.
Magnésie	0,45.

Il doit contenir du fer & des fluides élastiques.

L'hornblende, ou schorl lamelleux, est, le plus souvent, d'une couleur sombre, cendrée. Cependant il y en a de vert, & d'autres couleurs. Il ne cristallise point régulièrement, mais est composé de lames. Il donne l'odeur terreuse lorsqu'on souffle dessus. Kirwan en a retiré :

Terre quartzeuse	0,37.
Terre argileuse	0,22.
Terre calcaire	0,02.
Magnésie	0,16.
Chaux de fer	0,23.

Sa dureté est 1000.

Sa pesanteur spécifique est 29000.

L'hornblende fondu donne un verre rempli de bulles.

La cornéene, ou pierre de corne, paroît peu différer de l'hornblende. Elle donne également l'odeur terreuse lorsqu'on l'humecte par la respiration. Saussure a retiré d'une pierre de corne :

Terre quartzeuse	0,51.
Terre argileuse	0,16.
Terre calcaire	0,08.
Magnésie	0,03.
Chaux de fer.	0,12.

Cette pierre contient ordinairement plus de magnésie.

Sa dureté est 950.

Sa pesanteur spécifique 32000.

La cornéene donne un verre spongieux, & rempli de bulles.

Le trapp a beaucoup de rapports avec la cornéene ; mais il est plus dur, & ne donne pas l'odeur terreuse. Sa fracture est en fragmens rhomboïdaux, qui représentent souvent les marches d'un escalier, d'où lui vient le nom de *trapp*, qui, en suédois, signifie escalier. Bergman en a retiré :

Terre quartzeuse	0,52.
Terre argileuse.	0,15.
Terre calcaire	0,08.
Chaux de fer	0,16.

Mais le trapp contient ordinairement de la magnésie, que j'estime en faire au moins les 0,06.

Sa gravité spécifique est 29800.

Sa dureté est 1000.

Le trapp donne un verre rempli de bulles.

Le jade est une pierre qu'on apporte toute travaillée de l'Orient. Sa nature est peu connue. Elle ne cristallise point.

Il y en a de verdâtre, d'autre qui est blancheâtre.

Son aspect gras me l'a fait placer parmi les pierres magnésiennes. Son analyse a donné :

Terre quartzeuse	0,47.
Terre argileuse	0,04.
Magnésie	0,38.
Terre calcaire	0,02.
Chaux de fer	0,09.

Sa gravité spécifique est 29600.

Sa dureté est 1090.

Avec l'alkali, il fond en bouillonnant.

On a trouvé en Suisse, en Corse, un vrai jade, mais pas aussi pur que l'oriental.

La serpentine tire son nom de la nature de ses couleurs, qui sont mélangées comme celles du serpent. Elle ne cristallise point. Bayer en a retiré :

Terre quartzeuse	0,41.
Magnésie	0,33.
Terre argileuse	0,10.
Terre calcaire	0,01.
Chaux de fer	0,05.

Sa pesanteur spécifique est 26000.

Sa dureté est 750.

La serpentine, en fondant, donne un verre rempli de bulles; ce qui annonce dégagement des fluides élastiques.

La pierre ollaire est une espèce de serpentine dont on fait des marmites. Celle qu'on emploie ordinairement dans le Tirol, est d'un gris blanc, avec des taches d'un gris plus foncé.

Toutes ces espèces de pierres sont tendres. Mais elles acquièrent beaucoup de dureté en les faisant chauffer.

L'asbestoïde, ou schorl fibreux, est composé de petits prismes alongés & comprimés, comme la zéolite fibreuse. Mais on ne sauroit distinguer la forme de ces prismes. Quelquefois ils sont parallèles; d'autres fois ils sont divergens. Il y en a d'ondulés. Les Allemands les

appellent *stralstein*, & Saussure, *rayonnans*.
Bendheim a retiré d'un de ces schorls :

Terre quartzeuse	0,61.
Terre argileuse	0,06.
Magnésie	0,05.
Terre calcaire	0,21.
Chaux de fer	0,01.

Ils doivent contenir une plus grande quantité de chaux de fer.

Sa pesanteur spécifique est 30500.

Sa dureté est 1000.

Le verre que l'asbestoïde donne est noir, & rempli de bulles.

L'asbeste se rapproche tellement de l'asbestoïde, que souvent on les confond.

L'asbeste devient de plus en plus fine. Ses fibres deviennent plus déliées, & acquièrent de la souplesse. Elle prend pour lors différens noms.

Cuir fossile, lorsque ses fibres sont entrelacées.

Liège de montagne, lorsqu'elle est assez légère pour surnager sur l'eau.

Papier fossile, lorsque son tissu est très-mince & papiracé.

L'amiante a les fibres encore plus déliées, soyeuses, souples, & propres à faire des tissus.

L'asbestoïde & l'amiante sont les deux extrêmes de ce genre.

Bergman a retiré de l'asbeste :

Terre quartzeuse	0,67.
Terre argileuse	0,06.
Magnésie	0,16.
Terre calcaire	0,06.
Chaux de fer.	0,04.

L'amiante, ou liège de montagne, lui a donné :

Terre quartzeuse	0,62.
Terre argileuse	0,03.
Magnésie	0,22.
Terre calcaire	0,10.
Chaux de fer	0,03.

L'asbeste & l'amiante, en fondant, donnent un verre rempli de bulles.

ZILLERTHITE. J'appelle ainsi une stéatite d'un beau vert transparent, cristallisée en prismes allongés, qui paroissent hexaèdres. On n'y a pas encore observé de pyramides. On le trouve à Zillerthal, au Tirol. Son analyse donne :

Terre quartzeuse	0,64.
Terre argileuse	0,03.
Magnésie aérée	0,20.
Terre calcaire aérée	0,06.
Chaux de fer	0,04.

Quelques stéatites paroissent rapprocher du

mica, & cristallisent, comme lui, en lames hexagones, ou prismes hexagones.

Il y a des stéatites cristallisées en octaèdres, comme les cristaux de fer octaèdres de Suède. Mais il paroît que c'est le fer qui détermine cette cristallisation.

Il est des stéatites qui cristallisent en rhombes, comme le spath calcaire muriatique. Il paroît que c'est ce spath qui a déterminé la cristallisation de la stéatite.

On trouve encore des stéatites qui cristallisent comme le grenat. C'est le grenat qui détermine cette cristallisation.

Il y a des stéatites pulvérulentes qu'on rencontre souvent avec les cristaux de quartz. Les uns sont d'un gris argentin, les autres sont verts. On appelle celles-ci *chlorites*. Hoepfner a retiré de la chlorite :

Terre quartzeuse 0,42.

Terre argileuse 0,06.

Magnésie 0,40.

Terre calcaire 0,01 $\frac{1}{2}$.

Chaux de fer 0,10.

Toutes les stéatites contiennent à-peu-près les mêmes principes.

Elles donnent toutes un verre rempli de bulles.

Le talc est la substance qui paroît contenir

la plus grande quantité de magnésie. Il est ordinairement par lames, & ne cristallise pas. Un des plus beaux talcs, qui vient de l'Asie mineure, contient :

Terre quartzeuse 0,50.

Magnésie 0,50.

Ces analyses, de la plus grande quantité des pierres magnésiennes, font voir qu'elles diffèrent des pierres quartzeuses, des gemmes & des schorls, en ce qu'elles contiennent moins de terre quartzeuse & de terre argileuse.

Mais la magnésie y est assez abondante ; c'est cette terre qui leur donne un caractère particulier de famille, le doux, le gras, & le nacré, qui les distinguent.

Toutes ces terres se trouvent ici, comme dans les pierres quartzeuses, combinées avec l'air fixe : car lorsqu'on fond au chalumeau la plupart des pierres magnésiennes avec le natron ou sans natron, il y a une assez vive effervescence, & le verre qu'on obtient est rempli de bulles.

Ces pierres, exposées au feu, acquièrent beaucoup de dureté, au point que celles qui étoient les plus tendres sont feu avec le briquet.

Seroit-ce à raison de leur portion argileuse ? Mais il y en a, tel que le beau talc, qui con-

tiennent peu ou même point de terre argileuse, & qui durcissent également.

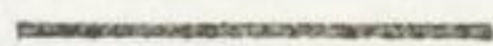
Il paroît donc que cette dureté, que le feu leur donne, est due à la magnésie.

La cristallisation de toutes ces pierres est ordinairement confuse, & se présente ou en lames ou en filets alongés. Il n'y a que le mica, le zillerthite, & quelques stéatites qui aient des formes régulières.

Parmi les pierres magnésiennes, le mica, comme faisant partie des granits, est une des portions principales de la masse du globe.

Les cornéènes & trapps sont encore assez abondans. Il y en a plusieurs variétés, nous en parlerons ailleurs.

On trouve aussi beaucoup de serpentines. Mais les autres pierres de cette classe sont en moins grande quantité. Plusieurs même peuvent être regardées comme des productions particulières, ainsi que nous avons vu, que le sont plusieurs pierres quartzeuses, les gemmes, & la plupart des schorls.



DES PIERRES ARGILEUSES.

§. CXLVIII. Je n'ai laissé que les schistes au nombre des pierres argileuses. Il m'a paru que les autres pierres qu'on y avoit classées feroient mieux placées ailleurs. Bergman avoit mis dans cette classe les gemmes & les schorls ; mais nous avons vu qu'il falloit les ranger avec les pierres quartzeuses.

La nature des schistes est d'être lamelleux. Ils ont peu de dureté. Leur couleur varie prodigieusement. Ils durcissent au feu, comme l'argile . . .

On ne peut donner l'analyse de ces pierres ; elles diffèrent trop les unes des autres.

L'argile fait la base des schistes, quoiqu'il soit possible qu'elle y soit moins abondante que les autres terres ; mais elle leur donne son caractère.

Dans la plus grande partie des schistes, la terre calcaire est fort abondante, & quelquefois plus que l'argile.

D'autres schistes contiennent plus ou moins de magnésie.

Plusieurs schistes contiennent une grande quantité de terre quartzeuse. Elle est sur-tout

fort abondante dans les schistes quartzeux, *horn-sifers* des Allemands.

Mais il n'en est presque aucun en qui le fer ne soit très-abondant. Les ardoises particulièrement en contiennent beaucoup.

La manganèse se trouve aussi dans quelques schistes.

C'est d'après ces principes que j'ai divisé les schistes en cinq grandes classes.

Schistes quartzeux, *horn-sifers*, qui sont bien différens des knéis.

Schistes magnésiens micacés.

Schistes argileux.

Schistes calcaires.

Schistes martiaux.

L'argile fait la base des schistes. Aussi ces pierres ont-elles peu de dureté.

Cette terre y est-elle telle qu'elle vient d'être précipitée de l'alun?

Ou y est-elle telle qu'elle se trouve lorsqu'elle a demeuré long-tems exposée à l'air?

Je pense qu'elle y est sous les deux états.

La terre calcaire s'y trouve combinée avec l'air fixe : ce qui donne un peu plus de dureté aux schistes calcaires. Cependant elle peut aussi s'y rencontrer pure, ou à l'état de causticité.

La

La magnésie s'y trouve également combinée quelquefois avec l'air fixe, & d'autres fois pure.

La terre quartzeuse y est dans le même état que dans les quartzs, combinée avec l'air fixe. Aussi les schistes quartzeux sont-ils très-durs, & font feu avec le briquet.

Les chaux de fer y sont combinées avec l'air pur & avec l'air fixe. Elles adhèrent fortement aux différentes terres, comme on le voit dans les cimens faits avec la pouzzolane. C'est pourquoi les schistes, qui contiennent beaucoup de fer, ont une certaine dureté. Telles sont les ardoises.

On voit que les gemmes, les schorls, & les autres pierres, que Bergman avoit placés parmi les pierres argileuses, n'en ont aucune qualité. Celles-ci sont altérées par l'action du feu : au lieu que les vraies pierres argileuses y durcissent au point de donner des étincelles avec le briquet; ce qui est le caractère de l'argile.

Toutes ces pierres cristallisent d'une manière confuse, & n'affectent jamais de formes régulières.

Les schistes fondent tous avec facilité : & cela n'est pas surprenant, puisqu'ils sont composés de différentes terres & de la chaux de

fer, qui se servent mutuellement de fondans. Le verre qu'ils donnent est cellulaire, & rempli de bulles; ce qui y annonce une grande quantité de fluides élastiques.

*DE LA CRISTALLISATION
DES PIERRES HOMOGÈNES QUI
CONTIENNENT PLUSIEURS ESPÈCES
DE TERRES; ET UN ACIDE OU
PLUSIEURS ACIDES.*

§. CXLIX. Les différentes terres qui composent ces pierres sont toutes combinées avec un acide quelconque, lequel je crois être l'air fixe. Elles peuvent s'unir ensemble sous toutes les formes possibles, & formeront autant de pierres différentes qu'il y a de combinaisons possibles entr'elles. Il seroit facile de trouver, par le calcul, le nombre de ces combinaisons.

On supposeroit d'abord des combinaisons, qui ne contiendroient que deux de ces cinq terres en égale quantité, ce qui donneroit dix combinaisons.

D'autres combinaisons ne contiendroient que trois de ces terres en égale quantité; ce qui donneroit neuf combinaisons.

De troisièmes combinaisons contiendroient quatre de ces terres en égale quantité ; ce qui donneroit quatre combinaisons.

Une quatrième combinaison contiendrait ces cinq terres.

Nous aurions en tout vingt-quatre combinaisons.

Mais ces terres peuvent se trouver en différentes quantités ; ce qui multiplie prodigieusement les combinaisons.

Nous allons donner quelques exemples de ces combinaisons.

Des schistes paroissent ne contenir que de la terre argileuse & des chaux de fer.

D'autres schistes contiennent trois terres, terre argileuse, terre quartzeuse, & chaux de fer.

De troisièmes schistes contiennent quatre terres, terre argileuse, terre calcaire, terre quartzeuse, chaux de fer.

De quatrièmes schistes contiennent les cinq terres, terre argileuse, terre quartzeuse, terre calcaire, terre magnésienne, chaux de fer.

Ces chaux de fer peuvent contenir plus ou moins d'air pur, plus ou moins d'air fixe.

Mais ces terres peuvent ne pas être en égale quantité dans la même substance. C'est ce que nous a fait voir l'analyse des différentes pierres,

des gemmes, des schorls, des pierres magnéfiennes, des pierres quartzeuses . . .

En supposant, comme je le pense, que ces pierres contiennent d'autres principes que ces terres & ces airs; savoir, du fluide lumineux, de la matière de la chaleur, des fluides électrique, magnétique . . . ces principes augmenteront le nombre des combinaisons possibles.

Dolomieu a supposé que des terres composées pouvoient quelquefois se comporter comme des terres simples; ainsi, il suppose que

La terre siliceuse est composée de terre quartzeuse & de terre argileuse.

La terre talqueuse est composée de terre quartzeuse & de magnésie . . .

Que ces deux terres se comportent comme des terres primitives.

Si cette hypothèse est fondée, ce seront de nouvelles combinaisons.

C'est dans le mécanisme de ces combinaisons nombreuses, que consiste la formation des pierres de cette division, que nous ne connoissons pas encore toutes, & qu'il sera toujours très-difficile de distinguer, parce que ce sont des composés qui varient sans cesse.

L'imperfection même de nos analyses a pu

nous tromper sur un grand nombre de ces substances ; car il en est dont il est difficile de découvrir la nature par l'analyse. Ce sont celles qui contiennent une terre qu'on peut regarder comme leur étant étrangère. Des cristaux de quartz, par exemple, sont colorés par la chlorite, laquelle n'est qu'interposée entre les molécules du cristal, & lui est absolument étrangère. L'analyse qu'on feroit de ce cristal feroit donc absolument incomplète, puisqu'elle donneroit pour principes du quartz ceux de la stéatite.

Dans ce quartz on apperçoit facilement que la chlorite lui est étrangère. Mais, dans des substances opaques, comme les pierres argileuses, magnésiennes . . . cette interposition d'une terre hétérogène ne pourroit être découverte. Saussure fils a fait voir que de la stéatite interposée entre les lames d'un cyanite, avoit induit en erreur les chimistes qui l'avoient analysé.

Ces difficultés doivent rendre circonspect le chimiste dans l'analyse de ces pierres, & lui faire rechercher les moyens pour se préserver de l'erreur.

Toutes ces différentes combinaisons se sont opérées dans la masse générale des eaux, qui en tenoient tous les principes en dissolution.

Quelques-unes se sont faites en grande eau; d'autres dans des lieux retirés, & qui jouissoient d'un grand repos.

Elles ont cristallisé ensuite, suivant les loix des affinités.

Là, les pierres quartzeuses.

Ici, les gemmes.

Ailleurs, les schorls.

Dans d'autres endroits, les pierres magné-
fiennes.

Plus loin, les pierres argileuses.

Fin du Tome premier.

Fig.

