



OEUVRES
COMPLÊTES
DE BUFFON.

TOME VII.



IMPRIMERIE ET FONDERIE DE RIGNOUX ET C^e, RUE DES FRANCS-BOURGEOIS-S.-MICHEL, 8.

OEUVRES
COMPLÈTES
DE BUFFON.

ÉDITION REVUE

PAR M. A. RICHARD,

PROFESSEUR A LA FACULTÉ DE MÉDECINE DE PARIS.

HISTOIRE DES MINÉRAUX.
EXPÉRIENCES SUR LES VÉGÉTAUX.



PARIS.

POURRAT FRÈRES, ÉDITEURS,

RUE DES PETITS-AUGUSTINS, 5;

RORET, LIBRAIRE,

RUE HAUTEFEUILLE, 10 bis.

M DCCC XXXV.

55/59
B929o
v.7

DEDALUS - Acervo - MZ
Oeuvres Completes De Buffon /



12400002922

SUITE DE L'HISTOIRE
DES MINERAUX.

SUITE DE L'HISTOIRE
DES MINÉRAUX
—
DIAMANT



J'ai cru pouvoir avancer et même assurer, quelque temps avant qu'on en eût fait l'épreuve¹, que le diamant étoit une substance combustible : ma proposition étoit fondée sur ce qu'il n'y a que les matières inflammables qui donnent une réfraction plus forte que les autres relativement à leur densité respective. La réfraction de l'eau, du verre et des autres matières transparentes solides ou liquides, est toujours, et dans toutes, proportionnelle à leur densité; tandis que dans le diamant, les huiles, l'esprit-de-vin et les autres substances solides ou liquides qui sont inflammables ou combustibles, la réfraction est toujours beaucoup plus grande relativement à leur densité. Mon opinion au sujet de la nature du diamant, quoique fondée sur une analogie aussi démonstrative, a été contredite jusqu'à ce que l'on ait vu le diamant brûler et se consumer en entier au foyer du miroir ardent. La main n'a donc fait ici que confirmer ce que la vue de l'esprit avoit aperçu; et ceux qui ne croient que ce qu'ils voient seront dorénavant convaincus qu'on peut deviner les faits par l'analogie, et que le diamant, comme toutes les autres pierres transparentes solides ou liquides dont la réfraction est, relativement à leur densité, plus grande qu'elle ne doit être, sont réellement des substances inflammables ou combustibles.

En considérant ces rapports de la réfraction et de la densité, nous verrons que la réfraction de l'air, qui de toutes est la moindre, ne laisse pas que d'être trop grande relativement

¹ Tome II, page 161 : *de la Lumière, de la Chaleur et du Feu.*

à la densité de cet élément; et cet excès ne peut provenir que de la quantité de matière combustible qui s'y trouve mêlée, et à laquelle on a donné dans ces derniers temps la dénomination d'*air inflammable* : c'est en effet cette portion de substance inflammable mêlée dans l'air de l'atmosphère, qui lui donne cette réfraction plus forte relativement à sa densité. C'est aussi cet air inflammable qui produit souvent dans l'atmosphère des phénomènes de feu. On peut employer cet air inflammable pour rendre nos feux plus actifs; et quoiqu'il ne réside qu'en très petite quantité dans l'air atmosphérique, cette petite quantité suffit pour que la réfraction en soit plus grande qu'elle ne le seroit si l'atmosphère étoit privée de cette portion de matière combustible.

On a d'abord cru que le diamant exposé à l'action d'un feu violent se dissipoit et se volatilisait sans souffrir une combustion réelle; mais des expériences bien faites et très multipliées ont démontré que ce n'est pas en se dispersant ou se volatilisant, mais en brûlant comme toute autre matière inflammable, que le diamant se détruit au feu libre et animé par le contact de l'air ¹.

On n'a pas fait sur le rubis, la topaze et le saphir, autant d'épreuves que sur les diamants. Ces pierres doivent être moins combustibles, puisque leur réfraction est moins forte que celle du diamant, quoique relativement à leur densité cette réfrac-

¹ J'ai composé en 1770 le premier volume de mes suppléments. Comme je ne m'occupois pas alors de l'histoire naturelle des pierres, et que je n'avois pas fait de recherches historiques sur cet objet, j'ignorois que dès le temps de Boyle on avoit fait en Angleterre des expériences sur la combustion du diamant, et qu'ensuite on les avoit répétées avec succès en Italie et en Allemagne : mais MM. Macquer, Darcet, et quelques autres savants chimistes, qui doutoient encore du fait, s'en sont convaincus. MM. de Lavoisier, Cadet et Mitouard, ont donné sur ce sujet un très bon mémoire en 1772, dans lequel on verra que des diamants de toutes couleurs, mis dans un vaisseau parfaitement clos, ne souffrent aucune perte ni diminution de poids, ni par conséquent aucun effet de la combustion quoique le vaisseau qui les renferme fût exposé à l'action du feu le plus violent *. Ainsi le diamant ne se décompose ni ne se volatilise en vaisseaux clos, et il faut l'action de l'air libre pour opérer sa combustion.

* Mémoire de MM. Lavoisier et Cadet, *Académie des Sciences*, année 1772.

tion soit plus grande, comme dans les autres corps inflammables ou combustibles : et en effet on a brûlé le rubis au foyer du miroir ardent ; on ne peut guère douter que la topaze et le saphir, qui sont de la même essence, ne soient également combustibles. Ces pierres précieuses sont, comme les diamants, des produits de la terre limoneuse, puisqu'elles ne se trouvent, comme le diamant, que dans les climats chauds, et qu'attendu leur grande densité et leur dureté elles ne peuvent provenir des matières vitreuses, calcaires et métalliques ; que de plus elles n'ont de même qu'une simple réfraction trop forte relativement à leur densité, et qu'il faut seulement leur appliquer un feu encore plus violent qu'au diamant pour opérer leur combustion ; car leur force réfractive n'étant que de 15, tandis que celle du diamant est de 30, et leur densité étant plus grande d'environ un septième que celle du diamant, elles doivent contenir proportionnellement moins de parties combustibles, et résister plus long-temps et plus puissamment à l'action du feu, et brûler moins complètement que le diamant, qui ne laisse aucun résidu après sa combustion.

On sentira la justesse de ces raisonnements en se souvenant que la puissance réfractive des corps transparents devient d'autant plus grande qu'ils ont plus d'affinité avec la lumière ; et l'on ne doit pas douter que ces corps ne contractent cette plus forte affinité par la plus grande quantité de feu qu'ils contiennent ; car le feu fixe agit sur le feu de la lumière, et rend la réfraction des substances combustibles d'autant plus forte qu'il réside en plus grande quantité dans ces mêmes substances.

On trouve les diamants dans les contrées les plus chaudes de l'un et l'autre continent ; ils sont également combustibles. Les uns et les autres n'offrent qu'une simple et très forte réfraction : cependant la densité et la dureté du diamant d'Orient surpassent un peu celles du diamant d'Amérique ¹. Sa réfraction paroît aussi plus forte et son éclat plus vif ; il se cristallise

¹ La pesanteur spécifique du diamant blanc oriental octaèdre est de 35212 ; celle du diamant oriental couleur de rose, de 35310 ; et la pesanteur spéci-

en octaèdre, et celui du Brésil en dodécaèdre : ces différences doivent en produire dans leur éclat ; et je suis persuadé qu'un œil bien exercé pourroit les distinguer.

M. Dufay, savant physicien, de l'Académie des Sciences, et mon très digne prédécesseur au Jardin du Roi, ayant fait un grand nombre d'expériences sur des diamants de toutes couleurs, a reconnu que tous n'avoient qu'une simple réfraction à peu près égale ; il a vu que leurs couleurs, quoique produites par une matière métallique, n'étoient pas fixes, mais volatiles, parce que ces couleurs disparoissent en faisant chauffer fortement ces diamants colorés dans une pâte de porcelaine. Il s'est aussi assuré, sur un grand nombre de diamants, que les uns conservoient plus long-temps et rendoient plus vivement que les autres la lumière dont ils s'imbibent, lorsqu'on les expose aux rayons du soleil ou même à la lumière du jour. Ces faits sont certains : mais je me rappelle que, m'ayant communiqué ses observations, il m'assura positivement que les diamants naturels qu'on appelle *pointes naïves* ou *natives*, et qui n'ont pas été taillés, sont tous cristallisés en cubes. Je n'imagine pas comment il a pu se tromper sur cela, car personne n'a peut-être manié autant de diamants taillés ou bruts ; il avoit emprunté les diamants de la couronne et ceux de nos princes pour ses expériences ; et, d'après cette assertion de M. Dufay, je doute encore que les diamants de l'ancien continent soient tous octaèdres, et ceux du Brésil tous dodécaèdres. Cette différence de forme n'est probablement pas la seule, et semble nous indi-

fique du diamant dodécaèdre du Brésil n'est que de 34414. (Tables de M. Brisson.)

Cette estimation ne s'accorde pas avec celle que M. Ellicot a donnée dans les *Transactions philosophiques*, année 1745, n° 176. La pesanteur spécifique du diamant d'Orient est, selon lui, de 3516 ; et celle du diamant du Brésil, de 3513 ; différence si petite qu'on pouvoit la regarder comme nulle : mais connoissant l'exactitude de M. Brisson, et la précision avec laquelle il fait ses expériences, je crois que nous devons nous en tenir à sa détermination. Cependant on doit croire qu'il y a, tant en Orient qu'au Brésil, des diamants spécifiquement plus pesants les uns que les autres, et que probablement M. Ellicot aura comparé le poids spécifique d'un des plus pesants du Brésil avec un des moins pesants d'Orient.

quer assez qu'il peut se trouver dans les diamants d'autres formes de cristallisation, dont M. Dufay assuroit que la cubique étoit la plus commune. M. Daubenton, de l'Académie des Sciences, et garde du Cabinet du Roi, a bien voulu me communiquer les recherches ingénieuses qu'il a faites sur la structure du diamant; il a reconnu que les huit faces triangulaires du diamant octaèdre brut sont partagées par des arêtes, en sorte que ces faces triangulaires sont convexes à leur surface¹. Ce savant naturaliste a aussi observé que la précision géométrique de la figure ne se trouve pas plus dans l'octaèdre du diamant que dans les autres cristallisations, et qu'il y a plus de diamants irréguliers que de régulièrement octaèdres, et que non-seulement la figure extérieure de la plupart des dia-

¹ On aperçoit, sur chacune des huit faces du diamant brut, trois lignes qui sont renflées comme de petites veines, et qui s'étendent chacune depuis l'un des angles du triangle jusqu'au milieu des côtés opposés, ce qui forme six petits triangles dans le grand, en sorte qu'il y a quarante-huit compartiments sur la surface entière du diamant brut, que l'on peut réduire à vingt-quatre, parce que les compartiments qui sont de chaque côté des arêtes du diamant brut ne sont pas séparés l'un de l'autre par une pareille arête, mais simplement par une veine : ces veines sont les jointures de l'extrémité des lames dont le diamant est composé. Le diamant est en effet formé de lames qui se séparent et s'exfolient par l'action du feu.

Le fil du diamant est le sens dans lequel il faut le frotter pour le polir : si on le frottoit à contre-sens, les lames qui sont superposées les unes sur les autres, comme les feuillets d'un livre, se replieroient ou s'égrèneraient, parce qu'elles ne seroient pas frottées dans le sens qu'elles sont couchées les unes sur les autres.

Pour polir le diamant, il ne suffit pas de suivre le sens des lames superposées les unes sur les autres en les frottant du haut en bas ; mais il faut encore suivre la direction des fibres dont ces mêmes lames sont composées : la direction de ces fibres est parallèle à la base de chaque triangle ; en sorte que lorsqu'on veut polir à la fois deux triangles des quarante-huit dont nous avons parlé, et suivre en même temps le fil du diamant, il faut diriger le frottement en deux sens contraires, et toujours parallèlement à la base de chaque triangle.

Chaque lame est pliée en deux parties égales pour former une arête de l'octaèdre ; et par leur superposition des unes sur les autres, ces lames ne peuvent recevoir le poli que dans le sens où le frottement se fait de haut en bas du triangle, c'est-à-dire en passant successivement d'une lame plus courte à une lame plus longue. (*Note communiquée par M. Daubenton.*)

mants est sujette à varier, mais qu'il y a aussi des diamants dont la structure intérieure est irrégulière¹.

Les caractères que l'on voudroit tirer des formes de la cristallisation seront donc toujours équivoques, fautifs, et nous devons nous en tenir à ceux de la densité, de la dureté, de l'homogénéité, de la combustibilité, qui sont non-seulement les vrais caractères, mais même les propriétés essentielles de toute substance, sans négliger néanmoins les qualités accidentelles, comme celles de se cristalliser plus ordinairement sous telle ou telle forme, de s'imbiber de lumière, de perdre ou d'acquérir la couleur par l'action du feu, etc.

Le diamant, quoique moins dense que le rubis, la topaze et le saphir², est néanmoins plus dur; il agit aussi plus puissamment sur la lumière, qu'il reçoit, réfracte et réfléchit beaucoup plus fortement: exposé à la lumière du soleil ou du jour, il s'imbibe de cette lumière et la conserve pendant quelque temps; il devient aussi lumineux lorsqu'on le chauffe ou qu'on le frotte contre toute autre matière, il acquiert plus de vertu électrique par le frottement que les autres pierres transparentes: mais chacune de ces propriétés ou qualités varie du plus au moins dans les diamants comme dans toutes les autres productions de la nature, dont aucune qualité particulière n'est absolue. Il y a des diamants, des rubis, etc., plus durs les uns que les autres; il s'en trouve de plus ou moins phosphoriques, de plus ou moins électriques; et quoique le diamant soit la pierre la plus parfaite de toutes, il ne laisse pas d'être

¹ Lorsque cette irrégularité est grande, les diamantaires ne peuvent suivre aucune règle pour les polir, et c'est ce qu'ils appellent *diamants de nature*, qu'ils ne font qu'user et échauffer sans les polir, parce que les lames étant irrégulièrement superposées les unes sur les autres, elles ne présentent aucun sens continu dans lequel on puisse les frotter. — On ne peut juger les diamants que lorsque leurs surfaces sont naturellement brillantes, ou lorsqu'on les a polis par l'art. (*Suite de la note communiquée par M. Daubenton.*)

² La pesanteur spécifique du rubis d'Orient est de 42833; celle de la vermeille est de 42299; celle de la topaze d'Orient, de 40106; celle du saphir d'Orient bleu, de 39941; du saphir blanc, de 39911; et la pesanteur spécifique du diamant oriental n'est que de 35212.

sujet comme toutes les autres, à un grand nombre d'imperfections et même de défauts.

La première de ces imperfections est la couleur; car quoiqu'à cause de la rareté on fasse cas des diamants colorés, ils ont tous moins de feu, de dureté, et devroient être d'un moindre prix que les blancs, dont l'eau est pure et vive¹. Ceux néanmoins qui ont une couleur décidée de rose, d'orangé, de jaune, de vert et de bleu, réfléchissent ces couleurs avec plus de vivacité que n'en ont les rubis balais, vermeilles, topazes et saphirs, et sont toujours d'un plus grand prix que ces pierres : mais ceux dont les couleurs sont brouillées, brunes ou noirâtres, n'ont que peu de valeur. Ces diamants de couleur obscure sont, sans comparaison, plus communs que les autres; il y en a même de noirs³, et presque opaques, qui ressemblent, au premier coup d'œil, à la pyrite martiale. Tous ces diamants n'ont de valeur que par la singularité.

¹ Les diamants de couleur sont un peu moins durs que les blancs. (*Note communiquée par M. Hoppé.*)

² Les diamants s'imprègnent de toutes les couleurs qui brillent dans les autres pierres précieuses (excepté la violette ou la pourpre) : mais ces couleurs sont toujours très claires, c'est-à-dire qu'un diamant rouge est couleur de rose, etc.; il n'y a que le jaune dont les diamants se chargent assez fortement pour égaler quelquefois, et même surpasser une topaze d'Orient.

C'est la couleur bleue dont le diamant se charge le plus après le jaune. En général les diamants *colorés purement* sont extrêmement rares; la couleur qu'ils prennent le plus communément est un jaune sale, enfumé ou roussâtre, et alors ils diminuent beaucoup de leur valeur; mais lorsque les couleurs sont franches et nettes, leur prix augmente du double, du triple, et souvent même du quadruple.

Le bleu pur est la couleur la plus rare à rencontrer dans un diamant, car les diamants bleus ont presque toujours un ton d'acier: le roi en possède un de cette couleur d'un volume très considérable. Cette pierre est regardée par les amateurs comme une des productions les plus étonnantes et les plus parfaites de la nature.

Les diamants rouges, ou plutôt roses, ont rarement de la vivacité et du jeu; ils ont ordinairement un ton savonneux. Les verts sont les plus recherchés des diamants de couleur, parce qu'ils joignent à la rareté et au mérite de la couleur la vivacité et le jeu, que n'ont pas toujours les autres diamants colorés. Il y a des diamants très blancs et très purs qui n'ont cependant pas plus de jeu qu'un cristal de roche; ceux-là viennent ordinairement du Brésil. (*Note communiquée par M. Hoppé.*)

³ M. Dutens dit avoir vu un diamant noir dans la collection du prince de Lichstentein, à Vienne.

Des défauts encore très communs dans les diamants blancs et colorés sont les glaces et les points rougeâtres, bruns et noirs : les glaces proviennent d'un manque de continuité et d'un vide entre les lames dont le diamant est composé; et les points, de quelque couleur qu'ils soient, sont des particules de matière hétérogène qui sont mêlées dans sa substance. Il est difficile de juger des défauts et encore moins de la beauté des diamants bruts, même après les avoir décroûtés. Les Orientaux les examinent à la lumière d'une lampe, et prétendent qu'on en juge mieux qu'à celle du jour. La belle eau des diamants consiste dans la netteté de leur transparence, et dans la vivacité de la lumière blanche qu'ils renvoient à l'œil; et dans les diamants bruts on ne peut connoître cette eau et ce reflet que sur ceux dont les faces extérieures ont été polies par la nature; et comme ces diamants à faces polies sont fort rares, il faut en général avoir recours à l'art et les polir pour pouvoir en juger. Lorsque leur eau et leur reflet ne sont pas d'un blanc éclatant et pur, et qu'on y aperçoit une nuance de gris ou de bleuâtre, c'est une imperfection, qui seule diminue prodigieusement la valeur du diamant, quand même il n'auroit pas d'autres défauts. Les Orientaux prétendent encore que ce n'est qu'à l'ombre d'un arbre touffu qu'on peut juger de l'eau des diamants. Enfin ce n'est pas toujours par le volume ou le poids qu'on doit estimer les diamants : il est vrai que les gros sont, sans comparaison, plus rares et bien plus précieux que les petits; mais dans tous la proportion des dimensions fait plus que le volume, et ils sont d'autant plus chers qu'ils ont plus de hauteur, de fond ou d'épaisseur, relativement à leurs autres dimensions.

Pline nous apprend que le diamant étoit si rare autrefois, que son prix excessif ne permettoit qu'aux rois les plus puissants d'en avoir : il dit que les anciens se persuadoient qu'il ne s'en trouvoit qu'en Éthiopie, mais que de son temps l'on en tiroit de l'Inde, de l'Arabie, de la Macédoine et de l'île de Chypre; néanmoins je dois observer que les habitants de l'île de Chypre, de la Macédoine, de l'Arabie, et même de

l'Éthiopie, ne les trouvoient pas dans leur pays, et que ce rapport de Pline ne doit s'entendre que du commerce que ces peuples faisoient dans les Indes orientales, d'où ils tiroient les diamants que l'on portoit ensuite en Italie. On doit aussi modifier et même se refuser à croire ce que le naturaliste romain nous dit des vertus sympathiques et antipathiques des diamants, de leur dissolution dans le sang de bouc, et de la propriété qu'ils ont de détruire l'action de l'aimant sur le fer.

On employoit autrefois les diamants bruts et tels qu'ils sortoient de la terre : ce n'est que dans le quinzième siècle qu'on a trouvé en Europe l'art de le tailler ; et l'on ne connoissoit encore alors que ceux qui nous venoient des Indes orientales. « En 1678, dit un illustre voyageur, il y avoit dans le royaume de Golconde vingt mines de diamants ouvertes, et quinze dans celui de Visapour. Ils sont très abondants dans ces deux royaumes : mais les princes qui y règnent ne permettent d'ouvrir qu'un certain nombre de mines, et se réservent tous les diamants d'un certain poids ; c'est pour cela qu'ils sont rarés, et qu'on en voit très peu de gros. Il y a aussi des diamants dans beaucoup d'autres lieux de l'Inde, et particulièrement dans le royaume de Pégu ; mais le roi se contente des autres pierres précieuses et de diverses productions utiles que fournit son pays, et ne souffre pas qu'on fasse aucune recherche pour y trouver de nouveaux trésors, dans la crainte d'exciter la cupidité de quelque puissance voisine. Dans les royaumes de Golconde et de Visapour, les diamants se trouvent ordinairement épars dans la terre, à une médiocre profondeur, au pied des hautes montagnes, formées en partie par différents lits de roc vif, blanc et très dur : mais cependant, dans certaines mines qui dépendent de Golconde, on est obligé de creuser en quelques lieux à la profondeur de quarante ou cinquante brasses, au travers du rocher, et d'une sorte de pierre minérale assez semblable à certaines mines de fer, jusqu'à ce qu'on soit parvenu à une couche de terre dans laquelle se trouvent les diamants. Cette terre est rouge, comme celle de la plupart

des autres mines de diamants ; il y en a cependant quelques-unes dont la terre est jaune ou orangée, et celle de la seule mine de Worthor est noire. Ce sont là les principaux faits que l'on peut recueillir du Mémoire qui fut présenté, sur la fin du siècle dernier, à la Société royale de Londres, par le grand-maréchal d'Angleterre, touchant les mines de diamants de l'Inde, qu'il dit avoir vues et examinées.

De tous les autres voyageurs, Tavernier est presque le seul qui nous ait indiqué d'une manière un peu précise les différents lieux où se trouvent les diamants dans l'ancien continent ; il donne aussi le nom de *mines de diamants* aux endroits dont on les tire ; et tous ceux qui ont écrit après lui ont adopté cette expression, tandis que, par leurs propres descriptions, il est évident que non-seulement les diamants ne se trouvent pas en mines comme les métaux, mais que même ils ne sont jamais attachés aux rochers comme le sont les cristaux. On en trouve, à la vérité, dans les fentes plus ou moins étroites de quelques rochers, et quelquefois à d'assez grandes profondeurs, lorsque ces fentes sont remplies de terre limoneuse, dans laquelle le diamant se trouve isolé, et n'a pas d'autre matrice que cette même terre. Ceux que l'on trouve à cinq journées de Golconde, et à huit ou neuf de Visapour, sont dans des veines de cette terre entre les rochers ; et comme ces veines sont souvent obliques ou tortueuses, les ouvriers sont obligés de casser le rocher, afin de suivre la veine dont ils tirent la terre avec un instrument crochu, et c'est en délayant à l'eau cette terre qu'ils en séparent les diamants. On en trouve aussi dans la première couche de la terre de ces mêmes lieux, à très peu de profondeur, et c'est même dans cette couche de terre limoneuse qu'on rencontre les diamants les plus nets et les plus blancs ; ceux que l'on tire des fentes des rochers ont souvent des glaces qui ne sont pas des défauts de nature, mais des fêlures qui proviennent des chocs que les ouvriers, avec leurs outils de fer, donnent aux diamants en les recherchant dans ces fentes de rocher.

Tavernier cite quelques autres endroits où l'on trouve des

diamants : « L'un est situé à sept journées de Golconde, en tirant droit au levant, dans une plaine voisine des montagnes, et près d'un gros bourg, sur la rivière qui en découle. On rencontre d'autant plus de diamants qu'on approche de plus près de la montagne, et néanmoins on n'y en trouve plus aucun dès qu'on monte trop haut. Les diamants se trouvent en ce lieu presque à la surface de la terre. » Il dit aussi que le lieu où l'on a le plus anciennement trouvé des diamants est au royaume de Bengale, auprès du bourg de Soonelpour, situé sur la rivière de Gouil, et que c'est dans le limon et les sables de cette rivière que l'on recueille ces pierres précieuses; on ne fouille ce sable qu'à la profondeur de deux pieds; et néanmoins c'est de cette rivière que viennent les diamants de la plus belle eau : ils sont assez petits, et il est rare qu'on y en trouve d'un grand volume. Il a observé qu'en général les diamants colorés tirent leur teinture du sol qui les produit.

Dans un autre lieu du royaume de Golconde on a trouvé des diamants en grande quantité; mais comme ils étoient tous roux, bruns ou noirs, la recherche en a été négligée et même défendue. On trouve encore de beaux diamants dans le limon d'une rivière de l'île de Bornéo; ils ont le même éclat que ceux de la rivière de Gouil, ou des autres qu'on tire de la terre au Bengale et à Golconde.

On comptoit en 1678 vingt-trois mines, c'est-à-dire vingt-trois lieux différents, d'où l'on tire des diamants au seul royaume de Golconde; et, dans tous, la terre où ils se trouvent est jaunâtre ou rougeâtre comme notre terre limoneuse : les diamants y sont isolés, et très rarement groupés deux ou trois ensemble; ils n'ont point de gangue ou matrice particulière, et sont seulement environnés de cette terre. Il en est de même dans tous les autres lieux où l'on tire des diamants, au Malabar, à Visapour, au Bengale, etc. : c'est toujours dans les sables des rivières ou dans la première couche du terrain, ainsi que dans les fentes des rochers remplies de terre limoneuse, que gisent les diamants, tous isolés, et jamais attachés,

comme les cristaux, à la surface du rocher ; quelquefois ces veines de terre limoneuse qui remplissent les fentes des rochers descendent à une profondeur de plusieurs toises, comme nous le voyons dans nos rochers calcaires ou même dans ceux de grès, et dans les glaises dont la surface extérieure est couverte de terre végétale. On suit donc ces veines perpendiculaires de terre limoneuse qui produisent des diamants jusqu'à cette profondeur ; et l'on a observé que dès qu'on trouve l'eau, il n'y a plus de diamants, parce que la veine de terre limoneuse se termine à cette profondeur.

On ne connoissoit, jusqu'au commencement de ce siècle, que les diamants qui nous venoient des presqu'îles ou des îles de l'Inde orientale ; Golconde, Visapour, Bengale, Pégu, Siam, Malabar, Ceylan et Bornéo, étoient les seules contrées qui les fournissoient : mais, en 1728, on en a trouvé dans le sable de deux rivières au Brésil ; ils y sont en si grande quantité, que le gouvernement de Portugal fait garder soigneusement les avenues de ces lieux, pour qu'on ne puisse y recueillir des diamants qu'autant que le commerce peut en faire débiter sans diminution de prix.

Il est plus que probable que si l'on faisoit des recherches dans les climats les plus chauds de l'Afrique, on y trouveroit des diamants comme il s'en trouve dans les climats les plus chauds de l'Asie et de l'Amérique : quelques relateurs assurent qu'il s'en trouve en Arabie, et même à la Chine ; mais ces faits me semblent très douteux, et n'ont été confirmés par aucun de nos voyageurs récents.

Les diamants bruts, quoique bien lavés, n'ont que très peu d'éclat, et ils n'en prennent que par le poli, qu'on ne peut leur donner qu'en employant une matière aussi dure, c'est-à-dire de la poudre de diamant ; toute autre substance ne fait sur ces pierres aucune impression sensible, et l'art de les tailler est aussi moderne qu'il étoit difficile : il y a même des diamants qui, quoique de la même essence que les autres, ne peuvent être polis et taillés que très difficilement ; on leur donne le nom

de *diamants de nature* ; leur texture par lames courbes fait qu'ils ne présentent aucun sens dans lequel on puisse les entamer régulièrement.

RUBIS ET VERMEILLE.

Quoique la densité du rubis soit de près d'un sixième plus grande que celle du diamant, et qu'il résiste plus fortement et plus long-temps à l'action du feu, sa dureté et son homogénéité ne sont pas, à beaucoup près, égales à celles de cette pierre unique dans son genre et la plus parfaite de toutes. Le rubis contient moins de feu fixe que le diamant ; il est moins combustible ; et sa substance, quoique simple, puisqu'il ne donne qu'une seule réfraction, est néanmoins tissée de parties plus terreuses et moins ignées que celles du diamant. Nous avons dit que les couleurs étoient une sorte d'imperfection dans l'essence des pierres transparentes, et même dans celle des diamants : le rubis, dont le rouge est très intense, a donc cette imperfection au plus haut degré ; et l'on pourroit croire que les parties métalliques qui se sont uniformément distribuées dans sa substance lui ont donné non-seulement cette forte couleur, mais encore ce grand excès de densité sur celle du diamant, et que ces parties métalliques n'étant point inflammables ni parfaitement homogènes avec la matière transparente qui fait le fonds de la substance du rubis, elles l'ont rendu plus pesant, et en même temps moins combustible et moins dur que le diamant. Mais l'analyse chimique a démontré que le rubis ne contient point de parties métalliques fixes en quantité sensible ; elles ne pourroient en effet manquer de se présenter en particules massives si elles produisoient cet excès de densité : il me semble donc que ce n'est point au mélange des parties métalliques qu'on doit attribuer cette forte densité du rubis, et qu'elle peut provenir, comme celle des spaths

pesants, de la seule réunion plus intime des molécules de la terre boltaire ou limoneuse.

L'ordre de dureté, dans les pierres précieuses, ne suit pas celui de densité; le diamant, quoique moins dense, est beaucoup plus dur que le rubis, la topaze et le saphir, dont la dureté paroît être à très peu près la même. La forme de cristallisation de ces trois pierres est aussi la même; mais la densité du rubis surpasse encore celle de la topaze et du saphir¹.

Je ne parle ici que du vrai rubis; car il y a deux autres pierres transparentes, l'une d'un rouge foncé, et l'autre d'un rouge clair, auxquelles on a donné les noms de *rubis spinelle* et de *rubis balais*, mais dont la densité, la dureté et la forme de cristallisation, sont différentes de celles du vrai rubis. Voici ce que m'écrivit à ce sujet M. Brisson, de l'Académie des Sciences, auquel nous sommes redevables de la connoissance des pesanteurs spécifiques de tous les minéraux: « Le rubis balais paroît n'être autre chose qu'une variété du rubis spinelle. Les pesanteurs de ces deux pierres sont à peu près semblables; celle du rubis balais est un peu moindre que celle du spinelle, sans doute parce que sa couleur est moins foncée: de plus, ces deux pierres cristallisent précisément de la même manière; leurs cristaux sont des octaèdres réguliers, composés de deux pyramides à quatre faces triangulaires équilatérales, opposées l'une à l'autre par leur base. Le rubis d'Orient diffère beaucoup de ces pierres, non-seulement par sa pesanteur, mais encore par sa forme; ses cristaux sont formés de deux pyramides hexaèdres fort allongées, opposées l'une à l'autre par leur base, et dont les six faces de chacune sont des triangles isocèles. Voici les pesanteurs spécifiques de ces trois pierres: rubis d'Orient, 42833; rubis spinelle, 37600; rubis balais, 36458. » C'est aussi le sentiment d'un de nos plus grands connoisseurs en pierres précieuses². L'essence du rubis spinelle et

¹ La pesanteur spécifique du rubis d'Orient est de 42833; celle de la topaze d'Orient, de 40106; celle du saphir d'Orient, de 39941. (Tables de M. Brisson.)

² Voici ce que M. Hoppé m'a fait l'honneur de m'écrire à ce sujet.

« Je prendrai, monsieur le comte, la liberté de vous observer que le rubis

du rubis balais paroît donc être la même, à la couleur près; leur texture est semblable; et quoique je les aie compris dans ma table méthodique comme des variétés du rubis d'Orient, on doit les regarder comme des pierres dont la texture est différente.

Le rouge du rubis d'Orient est très intense et d'un feu très vif; l'incarnat, le ponceau et le pourpre y sont souvent mêlés, et le rouge foncé s'y trouve quelquefois teint par nuances de ces deux ou trois couleurs; et lorsque le rouge est mêlé d'orangé, on lui donne le nom de *vermeille*. Dans les observations que M. Hoppé a eu la bonté de me communiquer, il regarde la vermeille et le rubis balais comme des variétés du rubis spinelle. Cependant la vermeille dont je parle étant à très peu près de la même pesanteur spécifique que le rubis d'Orient, on ne peut guère douter qu'elle ne soit de la même essence.

spinelle est d'une nature entièrement différente du rubis d'Orient; ils sont, comme vous le savez, cristallisés différemment, et le premier est infiniment moins dur que le second. Dans le rubis d'Orient, comme dans le saphir et la topaze de la même contrée, la couleur est étrangère et *infiltrée*, au lieu qu'elle est partie constituante de la matière dans le rubis spinelle. Le rubis spinelle, loin d'être d'un *rouge pourpre*, c'est-à-dire mêlé de bleu, est au contraire d'un rouge très chargé de jaune ou *écarlate*, couleur que n'a jamais le rubis d'Orient, dont le rouge n'approche que très rarement du *ponceau*, mais qui, d'un autre côté, prend assez fortement le bleu pour devenir entièrement violet, ce qui forme alors l'*améthyste d'Orient*.

¹ Ayant communiqué cette réflexion à M. Hoppé, voici ce qu'il a eu la bonté de me répondre à ce sujet par sa lettre du 6 décembre de cette année 1785.

« Je suis enchanté de voir que mes sentiments sur la nature de la *Pierre d'Orient* et du *rubis spinelle* aient obtenu votre approbation; et si votre avis diffère du mien au sujet de la *vermeille*, c'est faute de m'être expliqué assez exactement dans ma lettre du 2 mai 1785, et d'avoir su que c'est au rubis d'Orient ponceau que vous donnez le nom de *vermeille*. Je n'entends sous cette dénomination que le *grenat ponceau de Bohême* (qui est, selon les amateurs, la vermeille par excellence), et le *rubis spinelle écarlate* taillé en *cabochon*, que l'on qualifie alors, faussement à la vérité, de *vermeille d'Orient*. De cette manière, monsieur le comte, j'ai la satisfaction de vous trouver pour le fond entièrement d'accord avec moi, et cela doit nécessairement flatter mon amour-propre.

« J'aurai l'honneur de vous observer encore que la plupart des joailliers s'obstinent aussi à appeler *vermeille* le *grenat rouge jaune de Ceylan*, et le *hiacinto-guarnacino* des Italiens, lorsqu'ils sont pareillement taillés en

Le diamant, le rubis, la vermeille, la topaze, le saphir et le girasol sont les seules pierres précieuses du premier rang ; on peut y ajouter les rubis spinelle et balais, qui en diffèrent par la texture et par la densité. Toutes ces pierres, et ces pierres seules avec les spaths pesants, n'ont qu'une seule réfraction ; toutes les autres substances transparentes, de quelque nature qu'elles soient, sont certainement moins homogènes, puisque toutes donnent de doubles réfractions.

Mais on pourroit réduire dans le réel ces huit espèces nominales à trois, savoir : le diamant, la pierre d'Orient et le rubis spinelle ; car nous verrons que l'essence du rubis d'Orient, de la vermeille, de la topaze, du saphir et du girasol, est la même, et que ces pierres ne diffèrent que par des qualités extérieures.

Ces pierres précieuses ne se trouvent que dans les régions les plus chaudes des deux continents ; en Asie, dans les îles et presque dans les Indes orientales ; en Afrique, à Madagascar ; et en Amérique, dans les terres du Brésil.

Les voyageurs conviennent unanimement que les rubis d'un volume considérable, et particulièrement les rubis balais, se trouvent dans les terres et les rivières du royaume de Pégu, de Camboye, de Visapour, de Golconde, de Siam, de Laos, ainsi que dans quelques autres contrées des Indes méridionales ; et quoiqu'ils ne citent en Afrique que les pierres précieuses de Madagascar, il est plus que probable qu'il en existe, ainsi que des diamants, dans le continent de cette partie du monde, puisqu'on a trouvé des diamants en Amérique, au Brésil, où la terre est moins chaude que dans les parties équatoriales de l'Afrique.

Au reste, les pierres connues sous le nom de *rubis* au Brésil ne sont, comme nous l'avons dit, que des cristaux vitreux *cabochon*, mais ces deux pierres ne peuvent point entrer en comparaison pour la beauté avec la vermeille d'Orient.

Je n'ajouterai qu'un mot à cette note instructive de M. Hoppé ; c'est qu'il sera toujours aisé de distinguer la véritable vermeille d'Orient de toutes ces autres pierres, auxquelles on donne son nom, par sa plus grande pesanteur spécifique, qui est presque égale à celle du rubis d'Orient.

produits par le schorl; il en est de même des topazes, émeraudes et saphirs de cette contrée : nous devons encore observer que les Asiatiques donnent le même nom aux rubis, aux topazes et aux saphirs d'Orient, qu'ils appellent *rubis rouges*, *rubis jaunes* et *rubis bleus*, sans les distinguer par aucune autre dénomination particulière; ce qui vient à l'appui de ce que nous avons dit au sujet de l'essence de ces trois pierres, qui est en effet la même.

Ces pierres, ainsi que ces diamants, sont produites par la terre limoneuse dans les seuls climats chauds, et je regarde comme plus que suspect le fait rapporté par Tavernier, sur des rubis trouvés en Bohême dans l'intérieur des cailloux creux : ces rubis n'étoient sans doute que des grenats ou des cristaux de schorl, teints d'un rouge assez vif pour ressembler par leur couleur aux rubis; il en est probablement de ces prétendus rubis trouvés en Bohême comme de ceux de Perse, qui ne sont aussi que des cristaux tendres et très différents des vrais rubis.

Au reste, ce n'est pas sans raisons suffisantes que nous avons mis la vermeille au nombre des vrais rubis, puisqu'elle n'en diffère que par la teinte orangée de son rouge, que sa dureté et sa densité sont les mêmes que celles du rubis d'Orient, et qu'elle n'a aussi qu'une seule réfraction : cependant plusieurs naturalistes ont mis ensemble la vermeille avec l'hyacinthe et le grenat; mais nous croyons être fondés à la séparer de ces deux pierres vitreuses, non-seulement par sa densité et par sa dureté plus grandes, mais encore parce qu'elle résiste au feu comme le rubis, au lieu que l'hyacinthe et le grenat s'y fondent.

Le rubis spinelle et le rubis balais doivent aussi être mis au nombre des pierres précieuses, quoique leur densité soit moindre que celle du vrai rubis; on les trouve les uns et les autres dans les mêmes lieux, toujours isolés, et jamais attachés aux rochers : ainsi l'on ne peut regarder ces pierres

La pesanteur spécifique de la vermeille est de 42299; celle du rubis d'Orient, de 42838. (Tables de M. Brisson.)

comme des cristaux vitreux , d'autant qu'elles n'ont , comme le diamant et le vrai rubis , qu'une simple réfraction ; elles ont seulement moins de densité et ressemblent à cet égard au diamant , dont la pesanteur spécifique est moindre que celle de ces cinq pierres précieuses du premier rang , et même au-dessous de celle du rubis spinelle et du rubis balais. Le diamant et les pierres précieuses que nous venons d'indiquer sont composés de lames très minces , appliquées les unes sur les autres plus ou moins régulièrement , et c'est encore un caractère qui distingue ces pierres des cristaux , dont la texture n'est jamais lamelleuse.

Nous avons déjà observé que des trois couleurs rouge , jaune et bleue , dont sont teintes les pierres précieuses , le rouge est la plus fixe : aussi le rubis spinelle , qui est d'un rouge profond , ne perd pas plus sa couleur au feu que le vrai rubis , tandis qu'un moindre degré de chaleur fait disparaître le jaune des topazes , et surtout le bleu des saphirs.

Les rubis balais se trouvent quelquefois en assez gros volume ; j'en ai vu trois en 1742 dans le Garde-Meuble du Roi , qui étoient d'une forme triangulaire , et qui avoient près d'un pouce en carré sur sept à huit lignes d'épaisseur. Robert de Berquen en cite un qui étoit encore plus gros. Ces rubis , quoique très transparents , n'ont point de figure déterminée : cependant leur cristallisation est assez régulière ; ils sont , comme le diamant , cristallisés en octaèdre : mais , soit qu'ils se présentent en gros ou en petit volume , il est aisé de reconnaître qu'ils ont été frottés fortement et long-temps dans les sables des torrents et des rivières où on les trouve , car ils sont presque toujours en masses assez régulières , avec les angles émoussés et les arêtes arrondies.

TOPAZE, SAPHIR ET GIRASOL.

• Je mets ensemble ces trois pierres, que j'aurois même pu réunir au rubis et à la vermeille; leur essence, comme je l'ai dit, étant la même, et parce qu'elles ne diffèrent entre elles que par les couleurs : celles-ci, comme le diamant, le rubis et la vermeille, n'offrent qu'une simple réfraction; leur substance est donc également homogène, leur dureté et leur densité sont presque égales¹; d'ailleurs il s'en trouve qui sont moitié topaze et moitié saphir, et d'autres qui sont tout-à-fait blanches, en sorte que la couleur jaune ou bleue n'est qu'une teinture accidentelle qui ne produit aucun changement dans leur essence². Ces parties colorantes, jaunes et bleues, sont si ténues, si volatiles, qu'on peut les faire disparaître en chauffant les topazes et les saphirs, dont ces couleurs n'augmentent pas sensiblement la densité : car le saphir blanc pèse spécifiquement à très peu près autant que le saphir bleu; le rubis est, à la vérité, d'environ un vingtième plus dense que la topaze³, le saphir et le girasol. La force de réfraction du rubis est aussi un peu plus grande que celle de ces trois pierres⁴, et l'on croit assez généralement qu'il est aussi plus dur : cependant un amateur très attentif et très instruit, que nous avons déjà eu occasion de citer, et qui a bien voulu me communiquer ses

¹ La pesanteur spécifique de la topaze orientale est de 40106; celle du saphir oriental, de 39941; et celle du girasol, de 40000. (Tables de M. Brisson.)

² On prétend même qu'en choisissant dans les saphirs ceux qui n'ont qu'une teinte assez légère de bleu, et en les faisant chauffer assez pour faire évanouir cette couleur, ils prennent un éclat plus vif en devenant parfaitement blancs, et que dans cet état ce sont les pierres qui approchent le plus du diamant : cependant il est toujours aisé de les distinguer par leur force de réfraction, qui n'approche pas de celle du diamant.

³ La pesanteur spécifique du saphir blanc oriental est de 39911; celle du rubis, de 42283. (Tables de M. Brisson.)

⁴ M. l'abbé Rochon a reconnu que la réfraction du rubis d'Orient est 208; celle de la topaze d'Orient, 199; celle du saphir, 198; et celle du girasol, 197.

observations, croit être fondé à penser que, dans ces pierres, la différence de dureté ne vient que de l'intensité plus ou moins grande de leur couleur¹; moins elles sont colorées, plus elles sont dures, en sorte que celles qui sont tout-à-fait blanches sont les plus dures de toutes : je dis tout-à-fait blanches; car indépendamment du diamant, dont il n'est point ici question, il se trouve en effet des rubis, topazes et saphirs entièrement blancs, et d'autres en partie blancs, tandis que le reste est coloré de rouge, de jaune ou de bleu.

Comme ces pierres, ainsi que le diamant, ne sont formées que des parties les plus dures et les plus fines de la terre limoneuse, il est à présumer que leurs couleurs ne proviennent que du fer que cette terre contient en dissolution, et sous autant de formes qu'elles offrent de couleurs différentes, dont la rouge est la plus fixe au feu; car la topaze et le saphir s'y décolorent, tandis que le rubis conserve sa couleur rouge, ou ne la perd qu'à un feu assez violent pour le brûler.

Ces pierres précieuses rouges, jaunes, bleues et même blanches, ou mêlées de ces couleurs, sont donc de la même essence, et ne diffèrent que par cette apparence extérieure : on en a vu

Les rubis, le saphir, la topaze, etc., ne sont que la même matière différemment colorée. L'on croit assez généralement que le rubis est plus dur que le saphir, et que ce dernier l'est plus que la topaze; mais c'est une erreur : ces trois pierres ont à peu près la même dureté, qui n'est modifiée que par le plus ou moins d'intensité de la couleur, et ce sont toujours les pierres les moins imprégnées de matière colorante qui sont les plus dures, de manière qu'une topaze claire a plus de dureté qu'un rubis foncé; cela a été constamment observé par les bons lapidaires, et ils ont trouvé très rarement des exceptions à cette règle.

Il arrive quelquefois que la pierre est absolument privée de couleur, étant entièrement blanche, et c'est alors qu'elle a le plus grand degré de dureté; ce qui s'accorde parfaitement avec ce que je viens de dire. Cette pierre incolore s'appelle *saphir blanc* : mais cette dénomination n'est pas exacte, car elle n'est pas plus saphir blanc que rubis blanc ou topaze blanche. Je crois que cette fausse dénomination ne vient que de la propriété qu'a le saphir légèrement teint de perdre entièrement sa couleur au feu, et que l'on confond les pierres naturellement blanches avec celles qui ne le deviennent qu'artificiellement.

C'est de la couleur bleue que la matière de ces pierres se charge le plus fortement; il y a des saphirs si foncés, qu'ils en paroissent presque noirs. (*Note communiquée par M. Hoppé*)

qui, dans un assez petit morceau, présentent distinctement le rouge du rubis, le jaune de la topaze et le bleu du saphir. Mais au reste ces pierres n'offrent leur couleur dans toute sa beauté que par petits espaces ou dans une partie de leur étendue, et cette couleur est souvent très inégale ou brouillée dans le reste de leur masse : c'est ce qui fait la rareté et le très haut prix des rubis, topazes et saphirs d'une certaine grosseur, lorsqu'ils sont parfaits, c'est-à-dire d'une belle couleur veloutée, uniforme, d'une transparence nette, d'un éclat également vif partout, et sans aucun défaut, aucune imperfection dans leur texture ; car ces pierres, ainsi que toutes les autres substances transparentes et cristallisées, sont sujettes aux glaces, aux points, aux vergettes ou filets, et à tous les défauts qui peuvent résulter du manque d'uniformité dans leur structure, et de la dissolution imparfaite ou du mélange mal assorti des parties métalliques qui les colorent ¹

La topaze d'Orient est d'un jaune vif couleur d'or, ou d'un jaune plus pâle et citrin : dans quelques-unes, et ce sont les plus belles, cette couleur vive et nette est en même temps moelleuse et comme satinée, ce qui donne encore plus de lustre à la pierre. Celles qui manquent de couleur et qui sont entièrement blanches ne laissent pas de briller d'un éclat assez vif : cependant on ne peut guère les confondre avec les diamants, car elles n'en ont ni la dureté, ni la force de réfraction, ni le beau feu. Il en est de même des saphirs blancs, et lorsqu'à cet égard on veut imiter la nature, on fait aisément,

¹ Les pierres d'Orient sont singulièrement sujettes à être *calcédoineuses, glaceuses et inégales de couleur*. Ce sont particulièrement ces trois grands défauts qui rendent les pierres orientales d'une rareté si désespérante pour les amateurs.

Le rouge, le bleu et le jaune sont les trois couleurs les plus dominantes et les plus universellement connues dans ces pierres : ce sont justement les trois couleurs mères, c'est-à-dire celles dont les différentes combinaisons entre elles produisent toutes les autres. Excepté le bleu et le jaune, toutes les autres couleurs et nuances n'offrent la pierre d'Orient que sous un très petit volume. En général, toute pierre d'Orient quelconque, rigoureusement parfaite, du poids de 36 à 40 grains, est une chose très extraordinaire. (*Note communiquée par M. Hoppé.*)

au moyen du feu, évanouir le jaune des topazes, et encore plus aisément le bleu des saphirs, parce que des trois couleurs rouge, jaune et bleue, cette dernière est la plus volatile : aussi la plupart des saphirs blancs répandus dans le commerce ne sont originairement que des saphirs d'un bleu très pâle, que l'on a fait chauffer pour leur enlever cette foible couleur.

Les contrées de l'Inde où les topazes et les saphirs se trouvent en plus grande quantité sont l'île de Ceylan et les royaumes de Pégu, de Siam et de Golconde; les voyageurs en ont aussi rencontré à Madagascar; et je ne doute pas, comme je l'ai dit, qu'on en trouvât de même dans les terres du continent de l'Afrique, qui sont celles de l'univers où la chaleur est la plus grande et la plus constante. On en a aussi rencontré dans les sables de quelques rivières de l'Amérique méridionale.

Les topazes d'Orient ne sont jamais d'un jaune foncé; mais il y a des saphirs de toutes les teintes de bleu, depuis l'indigo jusqu'au bleu pâle : les saphirs d'un bleu céleste sont plus estimés que ceux dont le bleu est plus foncé ou plus clair; et lorsque ce bleu se trouve mêlé de violet ou de pourpre, ce qui est assez rare, les lapidaires donnent à ce saphir le nom d'*améthyste orientale*. Toutes ces pierres bleues ont une couleur suave, et sont plus ou moins resplendissantes au grand jour; mais elles perdent cette splendeur et paroissent assez obscures aux lumières.

J'ai déjà dit et je crois devoir répéter que les rubis, topazes et saphirs ne sont pas, comme les cristaux, attachés aux parois des fentes des rochers vitreux : c'est dans les sables des rivières et dans les terrains adjacents qu'on les rencontre sous la forme de petits cailloux; et ce n'est que dans les régions les plus chaudes de l'Asie, de l'Afrique et de l'Amérique qu'ils peuvent se former et se forment en effet. Il n'y a que les saphirs trouvés dans le Velay qui fassent exception à ce fait général, en supposant qu'ils n'aient, comme les vrais saphirs, qu'une simple réfraction : ce qu'il faudroit vérifier; car du reste il paroît, par leur densité et leur dureté, qu'ils sont de la même nature que le saphir d'Orient.

Un défaut très commun dans les saphirs est le nuage ou l'apparence laiteuse qui ternit leur couleur et diminue leur transparence ; ce sont ces saphirs laiteux auxquels on a donné le nom de *girasols*, lorsque le bleu est teint d'un peu de rouge : mais quoique les couleurs ne soient pas franches dans le girasol , et que sa transparence ne soit pas nette , il a néanmoins de très beaux reflets, surtout à la lumière du soleil , et il n'a , comme le saphir , qu'une simple réfraction. Le girasol n'est pas une pierre vitreuse, mais une pierre supérieure à tous les extraits du quartz et du schorl : il est en effet spécifiquement aussi pesant que le saphir et la topaze. Ainsi l'on se tromperoit si l'on prenoit le girasol pour une sorte de calcédoine , à cause de la ressemblance de ces deux pierres par leur transparence laiteuse et leur couleur bleuâtre ; ce sont certainement deux substances très différentes : la calcédoine n'est qu'une sorte d'agate , et le girasol est un saphir , ou plutôt une pierre qui fait la nuance entre le saphir et le rubis ; son origine et son essence sont absolument différentes de celles de la calcédoine. Je crois devoir insister sur ce point, parce que la plupart des naturalistes ont réuni le girasol et la calcédoine sur la seule ressemblance de leur couleur bleuâtre et de leur transparence nuageuse. Au reste, les Italiens ont donné à cette pierre le nom de *girasol*¹ , parce qu'à mesure qu'on la tourne, surtout à l'aspect du soleil, elle en réfléchit fortement la lumière ; et comme elle présente à l'œil des reflets rougeâtres et bleus, nous sommes fondés à croire que sa substance participe de celle du saphir et du rubis , d'autant qu'elle est de la même dureté et à peu près de la même densité que ces deux pierres précieuses.

Si le bleu qui colore le saphir se trouvoit mêlé en juste proportion avec le jaune de la topaze , il pourroit en résulter un vert d'émeraude : mais il faut que cette combinaison soit très rare dans la nature , car on ne connoît point d'émeraudes qui soient de la même dureté et de la même essence que les rubis , topazes , saphirs et girasols d'Orient ; et , s'il en existe , on ne peut pas les confondre avec aucune des émeraudes dont nous

¹ *Girazole* , tournesol , ou soleil qui tourne.

avons parlé, qui toutes sont beaucoup moins denses et moins dures que ces pierres d'Orient, et qui de plus donnent toutes une double réfraction.

On n'avoit jusqu'ici regardé les diamants, rubis, topazes et saphirs que comme des cristaux plus parfaits que le cristal de roche; on leur donnoit la même origine: mais leur combustibilité, leur grande dureté, leur forte densité et leur réfraction simple démontrent que leur essence est absolument différente de celle de tous les cristaux vitreux ou calcaires; et toutes les analogies nous indiquent que ces pierres précieuses, ainsi que les pyrites et les spaths pesants, ont été produites par la terre limoneuse: c'est par la grande quantité du feu contenu dans les détriments des corps organisés dont cette terre est composée que se forment toutes ces pierres, qu'on doit regarder comme des corps ignés qui n'ont pu tirer leur feu ou les principes de leur combustibilité que du magasin général des substances combustibles, c'est-à-dire de la terre produite par les détriments de tous les animaux et de tous les végétaux, dont le feu qui les animoit réside encore en partie dans leurs débris.

CONCRÉTIONS MÉTALLIQUES.

Les métaux, tels que nous les connoissons et que nous en usons, sont autant l'ouvrage de notre art que le produit de la nature; tout ce que nous voyons sous la forme de plomb, d'étain, de fer et même de cuivre, ne ressemble point du tout aux mines dont nous avons tiré ces métaux: leurs minerais sont des espèces de pyrites; ils sont tous composés de parties métalliques minéralisées, c'est-à-dire altérées par le mélange intime de la substance du feu fixée par les acides. La pyrite jaune n'est qu'un minerai de cuivre; la pyrite martiale, un minerai de fer; la galène du plomb et les cristaux de l'étain ne sont aussi que des minerais pyriteux. Si l'on recherche

quelles peuvent être les puissances actives capables d'altérer la substance des métaux et de changer leur forme au point de les rendre méconnoissables en les minéralisant, on se persuadera qu'il n'y a que des sels qui puissent opérer cet effet, parce qu'il n'y a que les sels qui soient solubles dans l'eau, et qui puissent pénétrer avec elle les substances métalliques ; car on ne doit pas confondre ici le métal calciné par le feu avec le métal minéralisé, c'est-à-dire la chaux des métaux produite par le feu primitif avec le minerai formé postérieurement par l'intermède de l'eau : mais, à l'exception de ces chaux métalliques produites par le feu primitif, toutes les autres formes sous lesquelles se présentent les métaux minéralisés proviennent de l'action des sels et du concours des éléments humides. Or nous avons vu qu'il n'y a que trois sels simples dans la nature, le premier formé par l'acide, le second par l'alcali, et le troisième par l'arsenic : toutes les autres substances salines sont plus ou moins imprégnées ou mêlées de ces trois sels simples ; nous pouvons donc, sans craindre de nous tromper, rapporter à ces trois sels, ou à leurs combinaisons, toutes les différentes minéralisations des matières métalliques. L'arsenic est autant un sel qu'un métal ; le soufre n'est que la substance du feu saisie par l'acide vitriolique : ainsi, quand nous disons qu'une matière métallique est minéralisée par le soufre ou par l'arsenic, cela signifie seulement qu'elle a été altérée par l'un ou l'autre de ces sels simples ; et si l'on dit qu'elle a été minéralisée par tous deux, c'est parce que l'arsenic et le soufre ont tous deux agi sur le métal. Un seul des deux suffit souvent pour la minéralisation des métaux imparfaits, et même pour celle de l'argent : il n'y a que l'or qui exige la réunion de l'alcali et du soufre, ou de l'acide nitreux et de l'acide marin, pour se dissoudre ; et cette dissolution de l'or n'est pas encore une minéralisation, mais une simple division de ses parties en atomes si petits, qu'ils se tiennent suspendus dans ces dissolvants, et sans que leur essence en soit altérée, puisque l'or reparoit sous la forme de métal pur, dès qu'on le fait précipiter.

Il me paroît donc que toutes les matières métalliques qui se présentent sous une forme minéralisée sont de seconde formation, puisqu'elles ont été altérées par l'action des sels et des éléments humides; le feu, qui a le premier agi sur leur substance, n'a pu que les sublimer, les fondre ou les calciner; et même il faut, pour leur calcination ou réduction en chaux, le concours de l'air: l'or, qu'aucun sel ne peut minéraliser, et que le feu ne peut calciner, se présente toujours dans son état métallique, parce que ne pouvant être réduit en chaux, ni la fusion ni la sublimation n'altèrent sa substance; elle demeure pure ou simplement alliée des substances métalliques qui se sont fondues ou sublimées avec ce métal: or des six métaux il y en a trois, l'or, l'argent et le cuivre, qui se présentent assez souvent dans leur état métallique; et les trois autres, le plomb, l'étain et le fer, ne se trouvent nulle part dans cet état; ils sont toujours calcinés ou minéralisés.

On doit soigneusement distinguer la minéralisation du mélange simple: le mélange n'est qu'une interposition des parties hétérogènes et passives, et dont le seul effet est d'augmenter le volume ou la masse, au lieu que la minéralisation est non-seulement une interposition de parties hétérogènes, mais de substances actives capables d'opérer une altération de la matière métallique. Par exemple, l'or se trouve mêlé avec tous les autres métaux sans être minéralisé, et les métaux en général peuvent se trouver mêlés avec des matières vitreuses ou calcaires sans être altérés. Le mélange n'est qu'une mixtion, au lieu que la minéralisation est une altération, en un mot, un changement de forme dans la substance même du métal; et ce changement ne peut s'opérer que par des substances actives; c'est-à-dire par les sels et le soufre, qu'on ne doit pas séparer des sels, puisque l'acide vitriolique fait le fond de sa substance.

Comme nous nous sommes suffisamment expliqué, dans les articles où il est question des métaux, sur l'origine et la formation des pyrites et des minerais métalliques, il ne nous reste à examiner que les concrétions qui proviennent du mélange

ou de la décomposition de ces minerais : les unes de ces concrétions, et c'est le plus grand nombre, sont produites par l'intermède de l'eau, et quelques autres par l'action du feu des volcans. Nous les présenterons successivement, en commençant par les concrétions ferrugineuses, afin de suivre l'ordre dans lequel nous avons présenté les métaux.

CONCRÉTIONS DU FER.

ROUILLE DE FER ET OCRE.

La rouille de fer et l'ocre sont les plus simples et les premières décompositions du fer par l'impression des éléments humides ; les eaux, chargées de parties ferrugineuses réduites en rouille, laissent déposer cette matière en sédiment dans les cavités de la terre, où elle prend plus ou moins de consistance, sans jamais acquérir un grand degré de dureté : elle y conserve aussi sa couleur plus ou moins jaune, qui ne s'altère ni ne change que par une seconde décomposition, soit par l'impression des éléments humides ou par celle du feu. Les ocres brunes auxquelles on donne le nom de *terre d'ombre*, et l'ocre légère et noire dont on se sert à la Chine pour écrire et dessiner, sont des décompositions ultérieures de la rouille du fer très atténuées et dénuées de presque toutes ses qualités métalliques. On peut néanmoins leur rendre la vertu magnétique en leur faisant subir l'action du feu.

Toutes les ocres, brunes, noires, jaunes ou rouges, fines ou grossières, légères ou pesantes, et plus ou moins concrètes, sont aisées à diviser et à réduire en poudre. On en connoît plusieurs espèces, tant pour la couleur que pour la consistance ; M. Romé de l'Isle les a toutes observées et très bien indiquées. Au reste, nous ne séparerons pas des ocres les mines de fer

limoneuses ou terreuses qui ne sont pas en grains; car ces mines ne sont en effet que des ocre ou rouilles de fer plus ou moins mêlées de terre limoneuse, et je dois me dispenser de parler ici des mines de fer en grains, dont j'ai expliqué la formation à l'article de la terre végétale et du fer.

TERRE D'OMBRE:

On peut regarder la terre d'ombre comme une terre bitumineuse à laquelle le fer a donné une forte teinture de brun: elle est plus légère que l'ocre, et devient blanche au feu, au lieu que l'ocre y prend ordinairement une couleur rougeâtre; et c'est probablement parce que cette terre d'ombre ne contient pas, à beaucoup près, une aussi grande quantité de fer: il paroît même que ce métal ne lui a donné que la couleur, qui quelquefois est d'un brun clair, et d'autres fois d'un brun presque noir. Cette dernière porte dans le commerce le nom de *terre de Cologne*, parce qu'elle se trouve en assez grande quantité aux environs de cette ville; mais il y en a aussi dans d'autres provinces de l'Allemagne, et M. Monnet ¹ en a découvert en France qui paroît être de la même nature, et pourroit servir aux peintres comme la terre de Cologne, dont ils font grand usage.

ÉMERIL.

Il y a deux sortes d'émerils, l'un attirable et l'autre insensible à l'aimant. Le premier est un quartz ou jaspé mêlé de particules ferrugineuses et magnétiques: l'émeril rouge de Corse et l'émeril gris, qui sont attirables à l'aimant, peuvent être mis au nombre des mines primordiales formées par le feu

¹ *Mémoires de l'Académie des Sciences*, année 1768, pages 547 et 548.

primitif. La seconde sorte d'émeril, et c'est la plus commune, n'est point attirable à l'aimant, quoiqu'elle contienne peut-être plus de fer que la première : le fonds de sa substance est une matière quartzeuse de seconde formation; il a tous les caractères d'un grès dur, mêlé d'une quantité de fer qui en augmente encore la dureté : mais ce métal étoit en dissolution et avoit perdu sa vertu magnétique lorsqu'il s'est incorporé avec le grès, puisque cet émail n'est point attirable à l'aimant; la matière quartzeuse, au contraire, n'étoit pas dissoute, et se présente dans cette pierre d'émeril, comme dans les autres grès, en grains plus ou moins fins, mais toujours anguleux, tranchants et très rudes au toucher. Le fer est ici le ciment de nature qui les réunit, les pénètre et donne à cette pierre plus de dureté qu'aux autres grès; et cette quantité de fer n'est pas considérable, car, de toutes les mines ou matières ferrugineuses, l'émeril est celle qui rend le moins de métal. Comme sa substance est quartzeuse, il est très réfractaire au feu, et ne peut se fondre qu'en y ajoutant une grande quantité de matière calcaire, et lui faisant subir l'action d'un feu très violent et long-temps soutenu. Le produit en métal est si petit, qu'on a rejeté l'émeril du nombre des mines dont on peut faire usage dans les forges : mais son excessive dureté le rend plus cher et plus précieux que toutes les autres matières ferrugineuses; on s'en sert pour entamer et polir le verre, le fer et les autres métaux.

L'émeril est communément d'un brun plus ou moins foncé; mais, comme nous venons de le dire, il y en a du gris et du plus ou moins rougeâtre. Celui de l'île de Corse est le plus rouge, et quelques minéralogistes l'ont mis au nombre des jaspes.

On ne trouve l'émeril qu'en certains lieux de l'ancien et du nouveau continent : on n'en connoît point en France, quoiqu'il y en ait en grande quantité dans les îles de Jersey et de Guernesey; il se présente en masses solides d'un gris obscur. On en trouve aussi en Angleterre, en Suède, en Pologne, en Espagne, en Perse, aux Indes orientales et en Amérique, particulièrement au Pérou. Bowles et quelques autres naturalistes

assurent que, dans les émerils d'Espagne et du Pérou, il y en a qui contiennent une quantité assez considérable d'or, d'argent et de cuivre; mais je ne suis pas informé si l'on a jamais travaillé cette matière pour en tirer avec profit ces métaux.

VOLFRAN.

La plus pesante des concrétions du fer produites par l'intermède de l'eau est le volfran, sa pesanteur provient de l'arsenic qui s'y trouve mêlé, et surpasse de beaucoup celle de toutes les ocres, et même celle des pyrites ferrugineuses et des marcasites arsenicales. La pyrite arsenicale qui en approche le plus par la densité est le mispickel, qui contient aussi plus d'arsenic que de fer. Au reste, le volfran est aussi dur que dense; c'est un schorl mêlé d'arsenic et d'une assez grande quantité de fer; et ce qui prouve que ce fer a été décomposé par l'eau, et que le volfran a été formé par l'intermède de ce même élément, c'est qu'il n'est point attirable à l'aimant. Il se trouve en masses solides d'un noir luisant; sa texture est lamelleuse, et sa substance très compacte. Cependant il y a des volfrans plus ou moins denses et plus ou moins durs les uns que les autres; et je pense, avec M. Romé de l'Isle, qu'on doit regarder comme un volfran le minéral auquel les Suédois ont donné le nom de *tungstein*, quoiqu'il soit blanc, jaune ou rougeâtre, et qu'il diffère du volfran noir par sa densité, c'est-à-dire par la quantité de fer ou d'arsenic qu'il contient ¹.

¹ La pesanteur spécifique du volfran noir est de 71195; celle du mispickel ou pyrite arsenicale, de 65223; celle du *tungstein* blanc d'Altenberg, de 58025; celle du *tungstein* de Suède, de 49088; et celle du volfran doux, de 41180. (Tables de M. Brisson.)

PYRITES ET MARCASSITES.

Nous avons déjà parlé de la formation des pyrites martiales¹, mais nous n'avons pas indiqué les différentes et nombreuses concrétions qui proviennent de leur décomposition. Ces pyrites contiennent une plus ou moins grande quantité de fer, qui fait souvent un quart, un tiers, et quelquefois près d'une moitié de leur masse : le surplus de leur substance est, comme nous l'avons dit², la matière du feu fixé par l'acide vitriolique; et plus elles contiennent de fer, plus elles sont dures et plus elles résistent à l'action des éléments qui peuvent les décomposer. Nos observateurs en minéralogie prétendent s'être assurés que quand la décomposition de ces pyrites s'opère par la voie humide, c'est-à-dire par l'action de l'air et de l'eau, cette altération commence par le centre de la masse pyriteuse, au lieu que si c'est par le feu qu'elles se décomposent, les parties extérieures de la pyrite sont les premières altérées, et celles du centre les dernières. Quoi qu'il en soit, les pyrites exposées à l'air perdent bientôt leur dureté et même leur consistance : elles ne sont point attirables à l'aimant dans leur état primitif, non plus que dans celui de décomposition; preuve évidente que, dès leur première formation, le fer qui leur sert de base étoit lui-même décomposé, et dans un état de rouille ou de chaux produite par l'impression des éléments humides. Les pyrites martiales doivent donc être regardées comme les premières et les plus anciennes concrétions solides du fer, formées par l'intermède de l'eau.

Les pyrites qui se présentent sous une forme cubique et à faces planes contiennent plus de fer, et résistent plus à l'action des éléments humides que les pyrites globuleuses, parce que ces dernières sont composées de moins de fer et des principes

¹ Voyez l'article *pyrite martiale*.

² *Ibidem*.

du soufre en plus grande quantité que les premières. Toutes ces pyrites, en se décomposant, donnent naissance à plusieurs mines de fer de dernière formation, et produisent les enduits brillants et pyriteux des coquilles des poissons et des bois enfouis dans la terre.

Lorsque les pyrites martiales sont mêlées d'arsenic en quantité sensible, on leur donne le nom de *marcassites*. En général, les marcassites, comme les pyrites, ne contiennent le fer que dans son état de rouille ou de décomposition par l'humidité qui a détruit sa propriété magnétique : souvent ces pyrites arsenicales sont mêlées de différents métaux ; et parmi ces marcassites mélangées de différents métaux, on remarque celles qui sont couleur d'or, que l'on trouve en Italie et au Cap-Vert.

- Dans les marcassites qui contiennent autant et plus de cuivre que de fer, on peut distinguer la marcassite vitrée de Cramer, qui, quoique assez abondante en cuivre, est néanmoins très difficile à fondre ; et à l'égard des marcassites plus arsenicales que ferrugineuses, nous renvoyons à ce que nous en avons dit à l'article de l'arsenic ¹.

MINE DE FER PYRITIFORME.

Cette concrétion ferrugineuse est indiquée par nos nomenclateurs sous la dénomination de *mine brune hépatique*, parce qu'ordinairement elle est d'un brun rougeâtre ou *couleur de foie* ; mais ce caractère étant purement accidentel, équivoque et commun à d'autres mines de fer, il m'a paru qu'on devoit désigner celle-ci par une dénomination qui la distingue de toutes les autres : je l'appelle *mine de fer pyritiforme*, parce qu'elle se présente toujours sous la forme de pyrite, et que sa substance n'est en effet qu'une pyrite qui s'est

¹ Voyez tome VI, page 140.

décomposée sans changer de figure. Ces mines se présentent toutes en petites masses plus ou moins concrètes, et qui conservent encore la forme des pyrites qui néanmoins ont perdu leur solidité, leur dureté, leur pesanteur, et qui se sont pour ainsi dire désorganisées et réduites en terre ferrugineuse.

Dans ces mines pyritiformes, comme dans les mines spathiques, la concrétion ferrugineuse se présente sous les formes primitives des pyrites et du spath calcaire; cependant la formation de ces deux mines est très différente : la dernière s'opère par une infiltration du fer dissous, qui peu à peu prend la place du spath, au lieu que la mine pyritiforme ne reçoit aucune nouvelle matière, et conserve seulement la même quantité de fer qu'elle contenoit dans son état de pyrite; aussi ces mines pyritiformes sont-elles en général bien moins riches en métal que les mines spathiques.

La forme la plus ordinaire de ces concrétions pyritiformes est en cubes isolés ou groupés, c'est-à-dire la même que celle des pyrites qui ont subi ce changement par la déperdition de l'acide et du feu fixe qu'elles contenoient. Les pyrites arrondies ou aplaties, étant aussi sujettes à cette déperdition par l'impression des éléments humides, peuvent former de même des concrétions ferrugineuses qu'on doit mettre au nombre de ces mines pyritiformes : ni les unes ni les autres ne sont attirables à l'aimant, et aucune n'est assez dure pour faire feu contre l'acier.

MINE DE FER SPATHIQUE.

Cette matière ferrugineuse qui se trouve souvent en grandes masses, et qui est très riche en métal, n'est encore qu'une combinaison du fer décomposé par l'eau; car cette mine spathique n'est point attirable à l'aimant. Le fond primitif de sa substance étoit un spath calcaire que le fer dissous a pénétré

sans en changer la forme ni même la texture apparente. Cette matière, appelée *mine de fer spathique* parce qu'elle conserve la forme du spath calcaire, se présente, comme ce spath, en cristaux de forme rhomboïdale; elle est ordinairement blanche ou grisâtre, un peu luisante, assez douce au toucher, et ses cristaux paroissent composés de petites lames toutes semblables à celles du spath calcaire : elle n'a guère plus de dureté que ce même spath; on peut également les rayer ou les entamer au couteau, et ils n'étincellent ni l'un ni l'autre sous le choc de l'acier. Le fer, dissous par l'eau en une rouille très fine, s'est d'abord insinué dans la matière calcaire, et peu à peu a pris sa place en s'y substituant sans changer la figure des espaces, de la même manière que l'on voit les parties dissoutes du fer, du cuivre, des pyrites, etc., s'insinuer dans le bois et le convertir en substance métallique sans déranger la forme de son organisation.

Ces mines de fer spathiques exposées au feu deviennent noires, et elles décrépitent lorsqu'elles sont réduites en poudre : exposées à l'air, elles conservent leur couleur blanche si elles sont pures et sans autre mélange que la matière calcaire; car celles qui sont mêlées de pyrites perdent peu à peu leur blancheur, et deviennent jaunes ou brunes par l'impression des éléments humides; et comme le fond de leur essence est une rouille de fer, elles reprennent peu à peu cette forme primitive, et se changent en ocre avec le temps.

La plupart de ces mines spathiques sont en masses informes, et ne présentent la cristallisation spathique qu'à la surface ou à leur cassure : les unes sont aussi compactes que la pierre calcaire, d'autres sont cellulaires; et toutes ont conservé dans leur intérieur la forme rhomboïdale des spaths calcaires : mais, comme quelques-uns de ces spaths affectent une figure lenticulaire, on a aussi trouvé des mines spathiques sous cette forme; et M. Romé de l'Isle observe avec raison que la mine de fer en crête de coq qui se rencontre dans les minières de Baigory a pour base le spath lenticulaire appelé *spath perlé*, dont elle a pris la forme orbiculaire en cristaux groupés par

la base, et séparés les uns des autres en écailles plus ou moins inclinées.

HEMATITE.

On a donné ce nom à certaines concrétions ferrugineuses dont la couleur est d'un rouge de sang plus ou moins foncé ; elles proviennent de la décomposition des mines spathiques et pyritiformes, et aussi de toutes les autres mines de fer décomposées par l'impression des éléments humides : les particules ferrugineuses de ces mines, dissoutes et entraînées par la stillation des eaux, se déposent en forme de stalactites dans les fentes et cavités des terres au-dessus desquelles gisent les mines de fer en rouille ou en grains. Ces hématites sont de vraies stalactites ferrugineuses, qui, comme les autres stalactites, se présentent sous toutes sortes de formes ; elles n'ont que peu de dureté, et ne sont point attirables à l'aimant.

Après les concrétions ferrugineuses produites par l'intermède de l'eau, et qui ne sont point attirables à l'aimant, nous exposerons celles qui ont conservé cette propriété magnétique, qu'elles possédoient originairement, ou qu'elles ont acquise de nouveau par le feu après l'avoir perdue par l'impression des éléments humides.

MINE DE FER SPÉCULAIRE.

Cette matière contient du sablon magnétique ; car quoiqu'elle soit formée par l'intermède de l'eau, et qu'elle n'ait pas été produite par le feu primitif, elle ne laisse pas d'être attirable à l'aimant. Sa couleur est grise, et les lames dont elle est composée sont quelquefois aussi luisantes que l'acier poli : elle est en même temps très fragile, et se rapproche, par cette

propriété, des mines de fer mêlées de mica, qui sont aussi très friables, et dont les lames sont seulement plus minces et plus petites que celles de cette mine spéculaire.

MINES DE FER CRISTALLISÉES PAR LE FEU.

Tous les métaux tenus long-temps en fusion et en repos forment à leur surface des cristaux opaques : la fonte de fer retenue dans le creuset, sous la flamme du fourneau, en produit de plus ou moins apparents, dont la grandeur et la forme ont été très bien indiquées par M. Grignon ¹ ; il est même le premier qui ait fait cette remarque importante : les chimistes ont ensuite recherché si les autres métaux pouvoient, comme le fer, se cristalliser par la longue action du feu ; leurs tentatives ont eu tout le succès qu'on pouvoit en attendre ; ils ont reconnu que non-seulement tous les métaux, mais même les demi-métaux et les autres substances métalliques qui donnent des régules ² forment également des cristaux, lorsqu'on leur applique convenablement le degré du feu constant et continu qui est nécessaire à cette opération.

Les cristaux de la fonte de fer produits par le feu agissent

¹ *Mémoires de Physique*, pages 71 et 89.

² Le bismuth est des demi-métaux celui qui se cristallise le plus aisément au feu. « En répétant les expériences de M. l'abbé Mongez, m'écrivit M. de Morveau, j'ai vu quelque chose qu'il n'a pas dit, et qui me paroît fait pour donner les idées les plus lumineuses sur la formation des cristaux métalliques ; c'est en traitant le bismuth, qui donne de grandes facilités par sa grande fusibilité. Que l'on verse tout uniment du bismuth en fusion sur une assiette de terre, on voit insensiblement paroître des carrés à la surface ; quand il y en a un certain nombre, qu'on incline le vaisseau pour faire couler ce qui reste fluide, on a de beaux cubes isolés. C'est ainsi que j'ai obtenu ceux que je joins ici. J'ai pensé que vous ne seriez pas fâché d'en voir un échantillon : il n'y a pas de description qui puisse en dire autant qu'un coup d'œil sur l'objet même. » (*Note communiquée par M. de Morveau, en octobre 1782.*)

très puissamment sur l'aiguille aimantée, comme toute autre matière ferrugineuse qui a subi l'action du feu ; les mines primordiales de fer qui ont été formées dès le temps de l'incandescence du globe par le feu primitif sont non-seulement attirables à l'aimant, mais souvent parsemées de ces cristaux que la nature a produits avant notre art, et auxquels on n'avoit pas fait assez d'attention pour reconnoître que c'étoit une production du feu : mais on a vu depuis ces cristaux dans la plupart des mines de première formation, et même dans quelques autres de formation plus récente, et dans la composition desquelles sont entrés les fragments, et par conséquent les cristaux, des mines primitives.

SABLON MAGNÉTIQUE.

Nous avons déjà parlé de ce sablon ferrugineux et magnétique, qui accompagne la platine et qui se trouve en abondance, non-seulement dans les terrains volcanisés, mais même dans plusieurs autres lieux où d'anciens incendies ont produit du mâchefer, dont ces sablons ne sont que des particules désunies ; c'est du fer brûlé autant qu'il peut l'être, et qui de toutes ses propriétés métalliques n'a conservé qu'un magnétisme presque égal à celui de l'aimant. Ce fer entièrement décomposé par le feu ne souffre plus d'autre décomposition ; il peut séjourner pendant des siècles dans le sein de la terre, ou demeurer exposé aux injures de l'air, sans s'altérer ni s'amollir, ni se réduire en rouille : il ne peut donc produire aucune stalactite, aucune concrétion ; mais il entre assez souvent dans la composition des mines secondaires et des géodes, qui, quoique formées par l'intermède de l'eau, ne laissent pas d'être attirables à l'aimant ; et ce n'est qu'en raison de la quantité de ce sablon magnétique qu'elles jouissent de cette propriété, qui ne leur appartient point en propre ; mais une petite dose de ce sablon magnétique, mêlée ou interposée dans quelques-

unes des concrétions dont nous venons de parler, et qui ne sont point du tout attirables à l'aimant, suffit pour leur donner l'apparence du magnétisme, de la même manière qu'une très petite quantité de fer mêlée par la fusion à une masse d'or ou de tout autre métal suffit pour que cet alliage soit sensible à l'action de l'aimant.

Ce sablon magnétique n'est ordinairement qu'une poudre composée de paillettes aussi minces que celles du mica : cependant il se présente quelquefois en masses assez compactes, sous la forme d'une mine de fer noirâtre, qu'on peut regarder comme un aimant de seconde formation; car le sablon ferrugineux dont elle est composée jouit non-seulement de la propriété passive d'être attirable à l'aimant, mais encore de la faculté active d'attirer le fer; et ce même sablon, lorsqu'il se trouve mêlé avec la terre dont les géodes sont composées, les rend attirables à l'aimant, tandis que d'autres géodes sont absolument insensibles à son action. Il en est de même de certains granites et autres matières vitreuses de seconde formation, telles que les serpentines, pierres ollaires, etc., dans lesquelles ce sablon magnétique est entré comme partie constituante, et les a rendues plus ou moins sensibles à l'action de l'aimant.

CONCRÉTIONS DE L'OR.

L'or n'est pas susceptible d'altération dans le sein de la terre et ne peut être minéralisé que quand, par le concours de circonstances très rares, il a été dissous et ensuite précipité : on ne doit donc pas être surpris que l'or se présente toujours sous sa forme métallique, soit dans ses mines primordiales, soit dans celles qui sont de formation secondaire; seulement nous devons observer que, dans les premières, il se montre assez souvent en cristaux, comme ayant subi pendant long-temps et dans un parfait repos l'action du feu primitif qui le tenoit en

fusion, au lieu que, dans ses mines de seconde formation, il n'a nulle forme régulière; ce sont des paillettes, des filets contournés et souvent capillaires, des grains plus ou moins arrondis, des pépites plus ou moins pures, dans lesquelles le caractère de la cristallisation primitive est entièrement effacé, parce que toutes ne sont composées que des détriments de l'or primordial sublimé, fondu, et quelquefois cristallisé par le feu primitif, et que ces masses primordiales et ces cristaux ayant été frottés, roulés et entraînés par les eaux, n'ont pu conserver leur première figure : ce ne sont en effet que des particules d'or détachées des mines primitives, et qui se sont réunies par leur affinité sous la forme que leur présentoient les petites cavités où l'eau les déposoit. Aussi ne trouve-t-on l'or cristallisé et l'or de première formation que dans les fentes du quartz et des autres roches vitreuses, tandis que l'or en pépites, en grains, en paillettes et en filets, se présente dans les montagnes à couches schisteuses, argileuses, ou calcaires, et même dans les terres limoneuses. On peut donc dire qu'il n'y a point d'autres concrétions de l'or que ces mines de seconde formation, dans lesquelles il n'est ni minéralisé ni même altéré, et je doute que nos minéralogistes soient bien fondés à regarder comme minéralisé l'or qui se trouve dans les pyrites, car il n'y est qu'interposé ou disséminé en poudre impalpable, sans être altéré. Le foie de soufre, à la vérité, peut minéraliser les précipités d'or : il faudroit donc supposer, 1^o du foie de soufre dans ces pyrites; 2^o de l'or d'abord dissous dans le sein de la terre; 3^o ce même or précipité de sa dissolution; trois circonstances dont la réunion est si rare, qu'on ne doit pas la compter dans le nombre des effets ordinaires de la nature; et la preuve que l'or n'est qu'interposé, et non minéralisé, dans ces substances auxquelles on a donné le nom de *pyrites aurifères*, c'est que sa substance n'est point altérée, puisqu'en broyant ces pyrites aurifères on retire, par le lavage ou par la fonte, cet or dans son état métallique.

Tous les métaux qui peuvent se réduire en chaux par l'action du feu ont été calcinés par le feu primitif : l'or et l'argent

sont les seuls qui ont résisté à cette action ; et, dans les mines primordiales de ces deux métaux, on n'a jamais rencontré de chaux d'or ni d'argent. C'est par cette raison que les concrétions secondaires et les minéralisations de ces deux métaux sont aussi rares que celles des autres sont fréquentes : et l'or dans ses mines primordiales étant toujours plus ou moins allié d'argent, sa cristallisation est aussi plus ou moins parfaite, selon son gré de pureté, de sorte que l'or le moins allié d'argent par la nature doit s'être cristallisé le plus régulièrement ; et cette cristallisation de l'or primitif est en forme octaèdre régulière, et absolument pareille à celle que prend l'or épuré par notre art en se cristallisant, lorsqu'on le tient assez longtemps en fusion pour le laisser se solidifier lentement et se cristalliser à sa surface.

CONCRÉTIONS DE L'ARGENT

L'argent étant moins inaltérable que l'or, et pouvant être attaqué par certains sels dans le sein de la terre, se présente assez souvent sous des formes minéralisées : l'argent de première formation a été fondu ou sublimé, et même cristallisé comme l'or, par le feu primitif. Ces cristaux de l'or et de l'argent primordial sont également opaques, purement métalliques, et presque toujours groupés les uns sur les autres ; ceux de l'argent s'étendent en ramifications sous la forme de feuilles, ou se surmontent comme des végétations et prennent la figure d'arbrisseaux : on les trouve incorporés dans le quartz, ou interposés dans les fentes et cavités de la roche quartzreuse, et c'est des débris et des détriments de ces premières mines que sont formées toutes celles où ce métal se montre pur ou minéralisé. Il se trouve pur dans les mines de seconde formation lorsque, ayant été divisé et détaché par le frottement des eaux, les particules métalliques entraînées par leur mouvement se déposent et se réunissent en paillettes, en filets ou en

petites masses informes, toutes produites par l'agrégation de ces particules réunies par la force de leur affinité : on rencontre même de l'argent cristallisé dans quelques-unes de ces dernières mines ; ce qui doit arriver toutes les fois que l'eau n'aura pas divisé les cristaux primitifs, et les aura seulement déplacés et transportés des roches primordiales formées par le feu, et les aura déposés dans les couches de terre produites par le sédiment des eaux. Ainsi l'argent vierge ou pur, formé par le feu dans les mines primitives, se retrouve encore pur dans celles de dernière formation, toutes les fois que, dans son transport, ce métal n'a pas été saisi par les sels de la terre qui peuvent l'altérer ; et même il arrive souvent que ces dernières mines, dont la plupart ne sont formées que du métal réduit en poudre très fine, sont d'un argent plus pur qu'il ne l'étoit dans ses premières mines, parce que l'eau, en le divisant et le réduisant en très petites particules, en a séparé les parties de plomb, de cuivre, ou d'autres matières hétérogènes dont il pouvoit être mêlé. Les pépites et concrétions de l'argent dans cet état ne sont donc que du métal pur, ou presque pur, et qui n'a subi d'autre altération que celle de la division et du transport par les eaux.

Mais lorsque ces particules d'argent pur rencontrent dans le sein de la terre les principes des sels et les vapeurs du soufre, elles s'altèrent et subissent des changements divers et très apparents. Le premier de ces changements d'état, et qui tient de plus près à l'argent en état métallique, se présente dans la mine vitrée qui est de couleur grise, dans laquelle le métal a perdu sa rigidité, sa dureté, et qui peut se plier et se couper comme le plomb : dans cette mine, la substance métallique s'est altérée et amollie sans perdre sa forme extérieure ; car elle offre les mêmes cristaux, aussi régulièrement figurés que ceux des mines primordiales ; et même l'on voit souvent, dans cette mine grise et tendre, des cristaux de l'argent primitif qui sont en partie durs et intacts, et en partie tendres et minéralisés, et cela démontre l'origine immédiate de cette sorte de mine, qui, de toutes celles de seconde formation, est la plus

voisine des mines primitives. L'on ne peut donc guère douter que cette mine vitrée ne provienne le plus souvent d'un argent primitif qui aura été pénétré par des vapeurs sulfureuses : mais elle peut aussi être produite par l'argent pur de dernière formation lorsqu'il reçoit l'impression de ces mêmes vapeurs qui s'exhalent des feux souterrains ; et généralement tout argent vierge de pierre ou de dernière formation doit subir les mêmes altérations, parce que, dans le premier comme dans le dernier état, le métal est à peu près du même degré de pureté.

Une seconde forme de minéralisation, aussi connue que la première, est la mine d'argent cornée, qui ressemble par sa demi-transparence, sa mollesse et sa fusibilité, à la *lune cornée* que nos chimistes obtiennent de l'argent dissous par l'acide marin ; ce qui leur a fait présumer, peut-être avec fondement, que cette mine cornée venoit d'un argent natif pénétré des vapeurs de cet acide : mais comme cette mine cornée accompagne assez souvent l'argent primordial dans la roche quartzuse et dans son état primitif, lequel a précédé l'action et même la formation de l'acide marin, il me semble que l'acide aérien, qui seul existoit alors, a dû produire cette altération dans les premières mines, et que ce ne peut être que sur celles de dernière formation que l'acide marin a pu opérer le même effet. Quoi qu'il en soit, cette mine d'argent cornée se rapproche de la mine vitrée par plusieurs rapports, et toutes deux tirent immédiatement leur origine de l'argent pur et natif de première et dernière formation.

C'est à cette mine cornée que l'on a rapporté la matière molle, légère, blanche ou grise, que M. Schreïberg a trouvée aux mines de Sainte-Marie, dont parle M. Monnét, et qui étoit fort riche en argent : mais cette matière ne contient point de soufre comme la mine d'argent cornée ; et cette différence suffit pour qu'on doive les distinguer l'une de l'autre.

¹ Voyez ce que j'ai dit de ces deux mines d'argent vitrée et cornée dans le cinquième volume de cette Histoire, page 230.

La troisième et la plus belle minéralisation de l'argent est la mine en cristaux transparents et d'un rouge de rubis. Ces beaux cristaux ont quelquefois plusieurs lignes de longueur, et tous ne sont pas également transparents ; il y en a même qui sont presque opaques et d'un rouge obscur ; ils sont ordinairement groupés les uns sur les autres, et souvent ils sont mêlés de cristaux gris qui sont entièrement opaques.

De la décomposition de cette mine et des deux précédentes se forment d'autres mines, dont l'une des plus remarquables est la mine d'argent noire. M. Lehmann a observé que cette mine d'argent noire paroissoit devoir sa formation à la décomposition de mines d'argent plus riches, telles que la mine d'argent rouge ou la mine d'argent vitrée. Il ajoute « que cette mine noire est assez commune au Hartz, en Hongrie, en Saxe, etc., et qu'à Freyberg on la trouvoit jointe à la mine d'argent vitrée. » Et nous pouvons ajouter qu'elle est très commune au Pérou et au Mexique, où les Espagnols lui donnent le nom de *negrillo*. Cette mine noire est de dernière formation, puisqu'elle provient de la décomposition des autres : aussi se trouve-t-elle encore souvent accompagnée d'argent en filets, qui n'est formé lui-même que de l'agrégation des petites particules détachées des mines primitives de ce métal par le mouvement de la stillation des eaux.

Au reste, les concrétions les plus communes de l'argent sont celles où ce métal, réduit en poudre, se trouve interposé et comme incorporé dans différentes terres et pierres calcaires ou vitreuses. Ces concrétions se présentent souvent en masses très considérables et plus ou moins pesantes dans le rapport de la quantité de l'argent en poudre qu'elles contiennent ; et quelquefois cette quantité fait plus de moitié de leur masse ; elles sont formées par l'intermède de l'eau qui a charrié et déposé ces particules d'argent avec des terres calcaires ou vitreuses qui, s'étant ensuite resserrées, consolidées et durcies par le dessèchement, ont formé ces concrétions aussi riches que faciles à réduire en métal.

Et au sujet de la réduction de l'argent minéralisé en métal

pur , nous croyons devoir ajouter à ce que nous en avons dit ¹ l'extrait d'une lettre de M. Polony, médecin du roi au Cap-François, qui, pendant un assez long séjour au Mexique, a suivi les opérations de ce travail. Ce savant observateur y rend compte des procédés actuellement en usage au Mexique. « On réduit, dit-il, en poudre impalpable le minerai d'argent, dont on forme une pâte liquide en l'humectant successivement jusqu'à ce que toute la masse soit de la même consistance : on y ajoute alors une certaine composition appelée *magistral*, et on repasse toute la pâte au moulin, afin d'y incorporer uniformément ce *magistral* qui doit opérer la *déminéralisation*. On fait ensuite avec cette pâte différentes pyramides d'environ dix-huit à vingt quintaux chacune ; on les laisse fermenter trois jours sans y toucher : au bout de ce temps, un homme enfonce la main dans la pâte, et juge par le degré de chaleur si la *déminéralisation* s'est opérée ; s'il juge le contraire, on étend la pâte, on l'humecte de nouveau, on y ajoute du *magistral*, et on la réduit encore en pyramides, qu'on laisse de nouveau fermenter pendant trois jours : après cela on étend la pâte sur des glacis à rebords ; on y jette une pluie de mercure qu'on y incorpore intimement en pétrissant la pâte, on le remet en tas, et trois ou quatre jours après, à l'aide de différentes lotions, on ramasse le mercure qui se trouve chargé de tout l'argent qui s'est *déminéralisé* pendant l'opération. »

M. Polony se propose de publier la composition de ce *magistral*, qui n'est pas encore bien connue. Cependant je soupçonne que ce composé n'est que du sel marin auquel on ajoute quelquefois de la chaux ou de la terre calcaire, comme nous l'avons dit à l'article de l'*Argent* ; et dans ce cas le procédé décrit par M. Polony, et qui est actuellement en usage au Mexique, ne diffère de celui qu'on emploie depuis long-temps au Pérou que pour le temps où l'on fait tomber le mercure sur le minerai d'argent.

¹ Voyez, tome V, l'article *Argent*, page 277

CONCRÉTIONS DU CUIVRE.

Le cuivre de première formation, fondu par le feu primitif, et le cuivre de dernière formation, cimenté sur le fer par l'intermède de l'eau, se présentent également dans leur état métallique : mais la plupart des mines de cuivre sont d'une formation intermédiaire entre la première et la dernière. Ce cuivre de seconde formation est un minerai pyriteux ou plutôt une vraie pyrite, dans laquelle ce métal est intimement uni aux principes du soufre et à une plus ou moins grande quantité de fer. Cette mine de cuivre en pyrite jaune est, comme nous l'avons dit ¹, très difficile à réduire en métal ; et néanmoins c'est sous cette forme que le cuivre se présente le plus communément. Ces pyrites ou minerais cuivreux sont d'autant moins durs qu'ils contiennent plus de cuivre et moins de fer ; et lorsque ce dernier métal s'y trouve en grande quantité, ce minerai ne peut alors se traiter avec profit, et doit être rejeté dans les travaux en grand.

Ces minerais cuivreux n'affectent aucune figure régulière, et se trouvent en masses informes dans des filons souvent très étendus et fort profonds ; et l'on observe que, dans les parties de ces filons qui sont à l'abri de toute humidité, ces minerais pyriteux conservent leur couleur, qui est ordinairement d'un jaune verdâtre : mais on remarque aussi que, pour peu qu'ils subissent l'impression de l'air humide, leur surface s'irise de couleurs variées, rouges, bleues, vertes, etc. Ces légères efflorescences indiquent le premier degré de la décomposition de ces mines de cuivre.

Quelques-uns de ces minerais pyriteux contiennent non-seulement du cuivre et du fer, mais encore de l'arsenic et une petite quantité d'argent. L'arsenic change alors leur couleur jaune et gris, et on leur donne le nom de *mines d'argent*

¹ Voyez, tome V, l'article *Cuivre*, page 298.

grises : mais ce ne sont au vrai que des pyrites cuivreuses teintes et imprégnées d'arsenic, et mêlées d'une si petite quantité d'argent qu'elles ne méritent pas de porter ce nom.

C'est de la décomposition du cuivre en état métallique ou dans cet état pyriteux que proviennent toutes les autres minéralisations et concrétions de ce métal dont nous avons déjà donné quelques indices¹. Les mines de cuivre vitreuses proviennent de la décomposition des pyrites cuivreuses ou du cuivre, qui de l'état métallique a passé à l'état de chaux. Ces mines sont ordinairement grises, et quelquefois blanches, et même rouges, lorsqu'elles sont produites par la mine grise qui contient de l'arsenic; et la décomposition de ce minerai cuivreux et arsenical produit encore la mine à laquelle on a donné le nom de *mine de cuivre hépatique*, parce qu'elle est souvent d'un rouge brun couleur de foie; elle est quelquefois mêlée de bleu et chatoyante à sa superficie; elle se présente ordinairement en masses informes dont la surface est lisse et luisante, ou hérissée de cristaux bleus qui ressemblent aux cristaux d'azur qu'obtiennent nos chimistes; ils sont seulement plus petits et groupés plus confusément.

Mais la plus belle de toutes les minéralisations ou concrétions de cuivre est celle que tous les naturalistes connoissoient sous le nom de *malachite*²; nous en avons exposé l'origine et la formation³, et nous avons peu de chose à ajouter à ce que nous en avons dit. On pourra voir au Cabinet du Roi les superbes morceaux de malachites soyeuses, cristallisées et mamelonnées, dont l'auguste impératrice des Russies a eu la bonté de me faire don : on peut reconnoître dans ces malachites toutes les variétés de cette concrétion métallique : on pourroit en faire des bijoux et de très belles boîtes, si le cuivre, quoique dénaturé par le fer, n'y conservoit pas encore quelques-unes de ses qualités malfaisantes.

¹ Voyez, tome V, l'article *Cuivre*, page 298.

² La malachite est une pierre opaque, d'un vert foncé, semblable à celui de la mauve, d'où elle a tiré son nom. Cette pierre est très propre à faire des cachets. (Plin. liv. XXXVII, chap. VIII.)

³ Voyez, tome V, l'article *Cuivre*, page 298.

PIERRE ARMÉNIENNE.

Je mets la pierre arménienne au nombre des concrétions du cuivre, et je la sépare du *lapis-lazuli*, auquel elle ne ressemble que par la couleur : on l'a nommée *pierre arménienne* parce qu'elle nous venoit autrefois d'Arménie; mais on en a trouvé en Allemagne et dans plusieurs autres contrées de l'Europe. Elle n'est pas aussi dure que le lapis, et sa couleur bleue est mêlée de verdâtre, et quelquefois tachée de rouge. La pierre arménienne se trouve dans les mines de cuivre¹, et a reçu sa teinture par ce métal, tandis que le lapis-lazuli a été teint par le fer.

La pierre arménienne diffère encore du lapis-lazuli en ce qu'elle est d'une couleur bleue moins intense, moins décidée et moins fixe; car cette couleur s'évanouit au feu, tandis que celle du lapis n'en souffre aucune altération : aussi c'est avec le lapis qu'on fait le beau bleu d'outremer qui entre dans les émaux; et c'est de la pierre arménienne qu'on fait l'azur ordinaire des peintres, qui perd peu à peu sa couleur et devient vert en assez peu de temps.

Dans la pierre arménienne le grain n'est pas à beaucoup près aussi fin que dans le lapis, et elle ne peut recevoir un aussi beau poli; elle entre en fusion sans intermède, et résiste beaucoup moins que le lapis à l'action du feu; elle y perd sa couleur, même avant de se fondre; enfin on peut en tirer une certaine quantité de cuivre. Ainsi cette pierre arménienne doit être mise au nombre des mines de ce métal, et même on trouve quelquefois de la malachite et de la pierre arménienne dans le même morceau. Cette pierre n'est donc pas de la nature du jaspé, comme l'a dit un de nos savants chimistes, puisqu'elle

¹ M. Hill se trompe sur la nature du vrai lapis, qu'il regarde, ainsi que la pierre arménienne, comme des mines de cuivre, et il paroît même les confondre dans la description qu'il en donne.

est beaucoup moins dure qu'aucun jaspe, et même moins que le lapis-lazuli; et comme elle entre en fusion d'elle-même, je crois qu'on doit la mettre au nombre des concrétions de cuivre mêlées de parties vitreuses et de parties calcaires, et formées par l'intermède de l'eau.

Au reste les concrétions les plus riches du cuivre se présentent quelquefois, comme celles de l'argent, en ramifications, en végétations et en filets déliés et de métal pur; mais, comme le cuivre est plus susceptible d'altération que l'argent, ces mines en filets et en cheveux sont bien plus rares que celles de l'argent : elles ont la même forme.

CONCRÉTIONS DE L'ÉTAIN.

Les mines primordiales de l'étain se trouvent dans une roche quartzreuse très dure, où ce métal s'est incorporé après avoir été réduit en chaux par le feu primitif; les cristaux d'étain sont des mines secondaires produites par la décomposition des premières : l'eau en agissant sur ces mines formées par le feu, en a détaché, divisé les parties métalliques, qui se sont ensuite réunies en assez grand volume, et ont pris, par leur affinité, des formes régulières comme les autres cristaux produits par l'intermède de l'eau. Ces cristaux, uniquement formés de la chaux d'étain primitive plus ou moins pure, ne recèlent aucun autre métal, et sont seulement imprégnés d'arsenic, qui s'y trouve presque toujours intimement mêlé, sans néanmoins en avoir altéré la substance. Ainsi cette chaux d'étain, cristallisée ou non, n'est point minéralisée, et l'on ne connoît aucune minéralisation ou concrétion secondaire de l'étain, que quelques stalactites qui se forment de la décomposition des cristaux, et qui se déposent en masses informes dans les petites cavités de ces mines : ces stalactites d'étain sont souvent mêlées de fer, et ressemblent assez aux hématites; et il me semble

qu'on ne doit regarder que comme une décomposition plus parfaitement achevée l'étain natif dont parle M. Romé de l'Isle ; car on ne peut attribuer sa formation qu'à l'action de l'eau , qui aura pu donner un peu de ductilité à cette chaux d'étain plus épurée qu'elle ne l'étoit dans les cristaux dont elle provient.

CONCRÉTIONS DU PLOMB.

Le plomb n'existe pas plus que l'étain en état métallique dans le sein de la terre ; tous deux , parce qu'il ne faut qu'une médiocre chaleur pour les fondre , ont été réduits en chaux par la violence du feu primitif , en sorte que les mines primordiales du plomb sont des pyrites que l'on nomme *galènes*, et dont la substance n'est que la chaux de ce métal unie aux principes du soufre : ces galènes affectent de préférence la forme cubique ; on les trouve quelquefois isolées , et plus souvent groupées dans la roche quartzeuse ; leur surface est ordinairement lisse , et leur texture est composée de lames ou de petits grains très serrés.

Le premier degré de décomposition dans ces galènes ou pyrites de plomb s'annonce , comme dans les pyrites cuivreuses , par les couleurs d'iris qu'elles prennent à leur superficie ; et lorsque leur décomposition est plus avancée , elles perdent ces belles couleurs avec leur dureté , et prennent les différentes formes sous lesquelles se présentent les mines de plomb de seconde formation , telles que la mine de plomb blanche , qui est sujette à de grandes variétés de forme et de couleur ; car les vapeurs souterraines , et surtout celle du foie de soufre , changent le blanc de cette mine en brun et en noir.

La mine de plomb verte est aussi de seconde formation ; elle seroit même toute semblable à la mine blanche , si elle n'étoit pas teinte par un cuivre dissous qui donne sa couleur verte.

Enfin la mine de plomb rouge est encore de formation secondaire. Cette belle mine n'étoit pas connue avant M. Lehmann, qui m'en adressa, en 1766, la description imprimée : elle a été trouvée en Sibérie, à quelque distance de Catherinebourg ; elle se présente en cristallisations bien distinctes, et paroît être colorée par le fer.

Au reste, les galènes ou mines primordiales du plomb sont souvent mêlées d'une certaine quantité d'argent ; et lorsque cette quantité est assez considérable pour qu'on puisse l'extraire avec profit, on donne à ces mines de plomb le beau nom de *mines d'argent*. Les galènes se trouvent aussi très souvent en masses informes et mêlées d'autres matières minérales et terreuses, qui servent aux minéralisations secondaires de ces mines en aidant à leur décomposition.

CONCRÉTIONS DU MERCURE.

Le cinabre est la mine primordiale du mercure, et l'on peut regarder le vif-argent coulant comme le premier produit de la décomposition du cinabre : il se réduit en poudre lorsqu'il se trouve mêlé de parties pyriteuses ; mais cette poudre, composée de cinabre et du fer des pyrites, ne prend point de solidité, et l'on ne connoît point d'autres concrétions du mercure que celles dont M. Romé de l'Isle fait mention sous le titre de *mercure en mine secondaire, mine de mercure cornée volatile* ou *mercure doux natif*. « Cette mine secondaire de mercure, dit cet habile minéralogiste, a été découverte depuis peu parmi les mines de mercure en cinabre du duché de Deux-Ponts ; c'est du mercure solidifié et minéralisé par l'acide marin, avec lequel il paroît s'être sublimé dans les cavités et sur les parois de certaines mines de fer brunes ou hépatiques, de même que le mercure coulant dont cette mine est souvent accompagnée. »

J'ai dit, d'après le témoignage des voyageurs, qu'on ne connoissoit en Amérique qu'une seule mine de mercure à Guancavelica ; mais M. Dombey, qui a examiné avec soin les terrains à mine du Pérou et du Chili, a trouvé des terres imprégnées de cinabre aux environs de Coquimbo, et il m'a remis pour le Cabinet du Roi quelques échantillons de ces terres, qui sont de vraies mines de mercure. Les Espagnols les ont autrefois exploitées ; mais celles de Guancavelica s'étant trouvées plus riches, celles de Coquimbo ont été abandonnées jusqu'à ce jour, où les éboulements produits par des tremblements de terre dans ces mines de Guancavelica ont obligé le gouvernement espagnol de revenir aux anciennes mines de Coquimbo avec plus d'avantage qu'auparavant, par la découverte qu'a faite M. Dombey, de l'étendue de ces mines dans plusieurs terrains voisins qui n'avoient pas été fouillés. D'ailleurs ce savant naturaliste m'assure qu'indépendamment de ces mines de cinabre à Coquimbo, il s'en trouve d'autres aux environs de Lima, dans les provinces de Cacambo et Guanuco, que le gouvernement espagnol n'a pas fait exploiter, et dont cependant il pourroit tirer avantage : il y a même toute apparence qu'il s'en trouve au Mexique ; car M. Polony, médecin du roi au Cap à Saint-Domingue, fait mention d'une mine de mercure dont il m'envoie des échantillons avec plusieurs autres mines d'or et d'argent de cette contrée du Mexique .

Lettre de M. Polony à M. le comte de Buffon, datée du Cap à Saint-Domingue, 20 octobre 1785.

CONCRÉTIONS DE L'ANTIMOINE.

On ne connoît point de régule d'antimoine natif, et ce demi-métal est toujours minéralisé dans le sein de la terre. Il se présente en minerai blanc lorsqu'il est imprégné d'arsenic, qui lui est si intimement uni, qu'on ne peut les séparer parfaitement. L'antimoine se trouve aussi en mine grise, qui forme assez souvent des stalactites ou concrétions dont quelques-unes ressemblent à la galène de plomb. Cette mine grise d'antimoine est quelquefois mêlée d'une quantité considérable d'argent, et par sa décomposition elle produit une autre mine à laquelle on donne le nom de *mine d'argent en plumes*, quoiqu'elle contienne huit ou dix fois plus d'antimoine que d'argent. Celles qui ne contiennent que très peu ou point d'argent s'appellent *mines d'antimoine en plumes*, et proviennent également de la décomposition des premières. Je n'ajouterai rien de plus à ce que j'ai dit au sujet de la formation des mines primitives et secondaires de ce demi-métal *

CONCRÉTIONS DU BISMUTH.

Les concrétions de ce demi-métal sont encore plus rares que celles de l'antimoine, parce que le bismuth se présente plus souvent dans son état métallique que sous une forme minéralisée; cependant il est quelquefois, comme l'antimoine, altéré par l'arsenic et mêlé de cobalt, sans néanmoins être entièrement minéralisé. Sa surface paroît alors irisée et chatoyante, ou chargée d'une efflorescence semblable aux fleurs de cobalt; et c'est sans doute de la décomposition de cette mine que se

* Voyez tome VI, page 71, l'article *Antimoine*.

forme celle dont M. Romé de l'Isle donne la description , et qui n'étoit pas connue des naturalistes avant lui.

CONCRÉTIONS DU ZINC.

Le zinc ne se trouve pour ainsi dire qu'en concrétions, puisqu'on ne le tire que de la pierre calaminaire ou des blendes, et que nulle part il ne se trouve, dans son état de régule, sous la forme de demi-métal. Le zinc n'est donc qu'un produit de notre art; et comme sa substance est non-seulement très volatile, mais même fort inflammable, il paroît qu'il n'a été formé par la nature qu'après toutes les autres substances métalliques : le feu primitif l'auroit brûlé au lieu de le fondre ou de le réduire en chaux, et il est plus que probable qu'il n'existoit pas alors, et qu'il n'a été formé, comme le soufre, que par les détriments des substances combustibles : il a en même temps été saisi par les matières ferrugineuses; car il se trouve en assez grande quantité dans plusieurs mines de fer, aussi bien que dans les blendes et dans la calamine, qui toutes sont composées de zinc, de soufre et de fer. Indépendamment donc de la pierre calaminaire et des blendes, qui sont les substances les plus abondantes en zinc, plusieurs mines de fer de dernière formation peuvent être regardées comme des mines de ce demi-métal; c'est par son affinité avec le fer que cette matière inflammable et volatile s'est fixée, et l'on reconnoît cette union intime et constante du zinc avec le fer par la décomposition des blendes et de la calamine, qui se réduisent également en une sorte d'ocre dans laquelle il se trouve souvent plus de fer que de zinc.

On ne doit donc pas être surpris que le cuivre jaune ou laiton soit quelquefois sensiblement attirable à l'aimant, surtout après avoir été frappé ou fléchi et tordu avec force, parce qu'étant composé de cuivre rouge et de zinc le laiton contient

toujours une certaine quantité du fer qui étoit intimement mêlé dans les blendes ou dans la pierre calaminaire; et c'est par la même raison que le régule de zinc, qui n'est jamais entièrement privé de fer, se trouve plus ou moins attirable à l'aimant. Il en est de même des régules de cobalt, de nickel et de manganèse : toutes contiennent du fer, et tous sont plus ou moins susceptibles des impressions magnétiques.

CONCRÉTIONS DE LA PLATINE.

Je crois devoir donner ici par extrait quelques faits très bien présentés par M. Le Blond, médecin de l'Université de Lima, qui, pendant un séjour de trois ans au Pérou, a fait de bonnes observations sur le gisement des mines d'or et de platine, et qui les a communiquées à l'Académie des Sciences, au mois de juin 1785.

Ce savant observateur dit avec raison que les mines primordiales de l'or et de la platine dans l'Amérique méridionale gisoient sur les montagnes des Cordilières, dans les parties les plus élevées, d'où elles ont été détachées et entraînées par les eaux dans les vallées et les plaines les plus basses, au pied de ces montagnes.

« C'est au Choco, dit M. Le Blond, que se manifestent d'une manière très sensible les différents lits de pierres arrondies et de terres entassées qui forment les mines de transport. Ce pays est entièrement comme le réservoir où viennent aboutir presque toutes les eaux qui descendent des provinces de Pasto, Plata, etc., et conséquemment le lieu le plus bas, et qui doit être le plus abondamment pourvu des corps métalliques qui auront été détachés et entraînés par les eaux des lieux les plus élevés.

« En effet il est rare au Choco de ne pas trouver de l'or dans presque toutes ces terres transportées que l'on fouille; mais c'est uniquement à peu près au nord de ce pays, dans deux

districts seulement, appelés Citara et Novita, qu'on le trouve toujours mêlé plus ou moins avec la platine, et jamais ailleurs. Il peut y avoir de la platine autre part; mais elle n'a sûrement pas encore été découverte dans aucun autre endroit de l'Amérique.

«Les deux paroisses de Novita et Citara sont, comme on vient de le dire, les deux seuls endroits où l'on trouve les mines d'or et de platine. On les exploite par le lavage, qui est la manière usitée pour toutes les mines de transport de l'Amérique méridionale... L'or et la platine se trouvent confondus et mêlés dans les terres déposées par les eaux, sans aucune marque qui puisse faire distinguer une mine formée sur les lieux... Lorsqu'on a obtenu par le lavage l'or et la platine de la terre dans laquelle ces métaux sont mêlés, on les sépare grain par grain avec la lame d'un couteau ou autrement, sur une planche bien lisse; et s'il reste dans la platine, après l'avoir ainsi séparée, quelques légères paillettes d'or dont le travail emporteroit trop de temps, on les amalgame avec du vif-argent, à l'aide des mains, et ensuite d'une masse ou pilon de bois, dans une espèce d'auge de bois dur comme le gâïac, et on parvient de cette manière, quoique assez imparfaitement, à les unir au mercure, dont on les dégage après par le moyen du feu.

«On ne nie pas qu'il n'y ait quelques mineurs qui fassent cet amalgame dans des mortiers avec leurs pilons de fer ou de cuivre; mais il n'est pas vraisemblable d'attribuer à cette manipulation l'aplatissement de quelques grains de platine, puisqu'un grain de ce métal, très difficile à aplatir, ne pourroit jamais l'être étant joint à dix mille autres qui ne le sont pas, et que d'ailleurs on trouve dans cette matière, telle qu'on la retire de la terre, des grains aplatis mêlés avec des grains d'or¹, qu'on distingue très bien à la simple vue, et qui n'y

¹ Dans la grande quantité de platine que M. Dombey a rapportée du Pérou, et dont il a remis une partie au Cabinet du Roi, il s'est trouvé un de ces grains de platine aplatis de trois lignes de longueur sur deux lignes de largeur, et cela confirme ce que dit à ce sujet M. Le Blond. C'est le plus

seroient sûrement pas si elle avoit été soumise à l'amalgame.

« C'est ce même amalgame mal rassemblé qui laisse quelquefois après lui des gouttes de vif-argent qu'on a cru devoir exister dans la platine; c'est une erreur dont on doit d'autant mieux se désabuser, que, excepté les mines de Guanavelica au Pérou, on n'a pu découvrir jusqu'à présent aucune mine de mercure ou de cinabre dans toute l'Amérique espagnole¹, nonobstant les grandes récompenses promises par le gouvernement.

« C'est aux deux cours des monnoies de Sainte-Foi et de Popayan que se porte tout l'or du Choco pour y être monnoyé : là se fait un second triage de la platine qui pourroit être restée avec l'or : les officiers royaux la gardent; et quand il y en a une certaine quantité, ils vont, avec des témoins, la jeter dans la rivière de Bogota, qui passe à deux lieues de Sainte-Foi, et dans celle de Caouca, à une lieue de Popayan. Il paroît qu'aujourd'hui ils l'envoient en Espagne.

« On trouve toujours la platine mêlée avec l'or, dans la proportion d'une, deux, trois, quatre onces, et davantage, par livre d'or. Les grains de ces deux matières ont à peu près la même forme et la même grosseur; ce qui est très digne d'être remarqué.

« Si la proportion de la platine avec l'or est plus considérable, alors on travaille peu la mine, ou même on l'abandonne, parce que la quantité de ces deux métaux ensemble étant à peu près la même que celle d'une autre mine où l'on ne tiroit que de l'or pur, il s'ensuit que quand la proportion de la platine est trop considérable, celle de l'or, décroissant en même raison, n'offre plus les mêmes avantages pour pouvoir

grand grain de platine que j'ai vu. M. Dombey m'a assuré qu'il en connoissoit un de trois onces pesant qui étoit entre les mains de don Antonio-Joseph Arèche, visiteur général du Pérou, et qui a été envoyé à la Société royale de Biscaye. Ce gros grain est de la même figure que les petits, et tous paroissent avoir été fondus par le feu des volcans.

¹ Je dois observer qu'il se trouve des mines de mercure au Chili, et en quelques autres contrées de l'Amérique méridionale. Voyez ci-devant l'article *Concrétions du Mercure*.

la travailler avec profit ; et c'est pour cela qu'on la laisse. Il ne seroit pas moins intéressant de s'assurer si cette substance ne se rencontreroit pas seule et sans mélange d'or dans des mines qui lui seroient propres.

« La platine, ainsi que l'or qui l'accompagne, se trouve de toute grosseur, depuis celle d'une fine poussière jusqu'à celle d'un pois, et l'on ne rencontre pas de plus gros morceaux de platine, ou du moins ils doivent être bien rares ; car, quelque peine que je me sois donnée, je n'ai pu m'en procurer aucun, et je n'en ai vu qu'un seul à peu près de la grosseur d'un œuf de pigeon. J'ai vu des morceaux d'or qui m'ont paru fondus naturellement beaucoup plus considérables.

« Il est vraisemblable que, comme l'or a ses mines propres, la platine peut avoir aussi les siennes, d'où elle a été détachée par une force quelconque, et entraînée par les eaux dans les mines de transport où on la trouve ; mais ces mines propres, où sont-elles ? C'est ce qu'on n'a pas encore pris la peine d'examiner.

« ... Puisque l'or et la platine se trouvent, dans leurs mines de transport, à peu près de même grosseur, il sembleroit que ces deux métaux doivent avoir aussi à peu près une même source, et peut-être les mêmes moyens de métallisation ; ils diffèrent cependant essentiellement en couleur, en malléabilité et en poids. Ne pourroit-on pas plutôt présumer, d'après les scories de fer qui accompagnent toujours plus ou moins la platine, qu'elle n'est elle-même qu'une modification de ce métal par le feu, d'une façon jusqu'ici inconnue, qui la prive de la couleur, de la malléabilité et de la pesanteur spécifique de l'or?... M. Bergman a été sûrement mal informé quand il dit que la force magnétique du fer dans la platine vient vraisemblablement de la trituration qu'on lui fait éprouver dans

¹ Ce morceau est le même dont nous ayons parlé ci-devant, d'après M. Dombey, page 58, dans la note ; car M. Le Blond dit, comme M. Dombey, que « ce morceau fut remis à don Arèche, intendant du Pérou, pour en faire présent à la Société royale de Biscaye, qui doit actuellement le posséder. »

la meule du fer pour séparer l'or par l'amalgame, et que c'est au moins de là que vient le mercure qui s'y trouve; qu'il arrive peu de platine en Europe qui n'ait passé par cette meule. Cette meule dont parle M. Bergman n'existe pas; au moins n'en ai-je jamais entendu parler. Quant au mercure, il a raison, et cette substance se trouve assez souvent dans la platine.»

Je dois joindre à ces observations de M. Le Blond quelques réflexions. Je ne pense pas que le fer seul puisse se convertir en platine, comme il paroît le présumer. J'ai déjà dit que la platine étoit composée d'or dénaturé par l'arsenic, et de fer réduit en sablon magnétique par l'excessive violence du feu, et j'ai fait faire quelques essais pour vérifier ma présomption. M. l'abbé Rochon a bien voulu se charger de ce travail, et j'ai aussi prié M. de Morveau de faire les mêmes expériences. L'or fondu avec l'arsenic devient blanc, cassant et grenu; il perd sa couleur, et prend en même temps beaucoup plus de dureté. Cet or altéré par l'arsenic, fondu une seconde fois avec le sablon ferrugineux et magnétique qui se trouve mêlé avec la platine naturelle, forme un alliage qui approche beaucoup de la platine, tant par la couleur que par la densité. M. l'abbé Rochon m'a déjà remis le produit de nos deux premiers essais, et j'espère que nous parviendrons à faire de la platine artificielle par le procédé suivant, dont seulement il faudra peut-être varier les doses et les degrés de feu.

Faites fondre un gros d'or le plus pur avec six gros d'arsenic; laissez refroidir le bouton; pulvérisez cet or fondu avec l'arsenic dans un mortier d'agate; mêlez cette poudre d'or avec trois gros du sablon magnétique qui se trouve mêlé à la platine naturelle; et comme la fusion de ce mélange exige un feu très violent, et qu'il faut que le sablon ferrugineux s'incorpore intimement avec l'or, vous ajouterez à ces matières une bonne quantité de nitre, qui produira assez d'air inflammable pour rendre la fusion parfaite, et vous obtiendrez par cette opération un produit très semblable à la platine natu-

relle. Il est certainement plus possible de faire de la platine artificielle que de convertir la platine en or ; car, quelques efforts qu'aient faits nos chimistes pour en séparer ce métal précieux, ils n'ont pu réussir, et de même ils n'ont pu en séparer absolument le fer qu'elle contient ; car la platine la plus épurée, qui paroît n'être pas attirable à l'aimant, contient néanmoins dans son intérieur des particules de sablon magnétique, puisqu'en la réduisant en poudre, on y retrouve ces particules ferrugineuses qu'on peut en retirer avec l'aimant.

Au reste, je ne sais pas encore si nous pourrions retirer l'or de ces boutons de platine artificielle, qui me paroissent avoir toutes les propriétés de la platine naturelle ; seulement il me paroît que, quand l'or a été dénaturé par l'arsenic, et intimement mêlé avec le sablon ferrugineux et magnétique, il n'y a guère moyen de lui rendre sa ductilité et sa première nature, et que par conséquent il sera toujours très difficile de tirer de la platine tout l'or qu'elle contient, quoique la présence de ce métal dans la platine nous soit démontrée par son poids spécifique, comme la présence du fer l'est aussi par son magnétisme.

PRODUITS VOLCANIQUES.

Nous avons parlé, en plusieurs endroits de cet ouvrage, des basaltes et des différentes laves produites par le feu des volcans ; mais nous n'avons pas fait mention des différentes substances qu'on est assez surpris de trouver dans l'intérieur de ces masses vitrifiées par la violence du feu ; ce sont des cailloux, des agates, des hyacinthes, des chrysolites, des grenats, etc., qui tous ont conservé leur forme, et souvent leur couleur. Quelques observateurs ont pensé que ces pierres renfermées dans les laves, même les plus dures, ne pouvoient être que des stalactites de ces mêmes laves, qui s'étoient formées dans leurs petites cavités intérieures long-temps après leur refroidissement.

dissement, en sorte qu'elles en tiroient immédiatement leur origine et leur substance : mais ces pierres, bien examinées et comparées, ont été reconnues pour de vrais cailloux, cristaux, agates, hyacinthes, chrysolites et grenats, qui tous étoient formés précédemment, et qui ont seulement été saisis par la lave en fusion lorsqu'elle rouloit sur la face de la terre, ou qu'elle couloit dans les fentes de rochers hérissés de ces cristaux ; elle les a pour ainsi dire ramassés en passant, et ils se sont trouvés enveloppés plutôt qu'interposés dans la substance de ces laves dès le temps qu'elles étoient en fusion.

M. Faujas de Saint-Fond nous a donné une bonne description très détaillée des chrysolites qu'il a trouvées dans les basaltes et laves des anciens volcans du Vivarais. Il ne s'est pas trompé sur leur nature, et les a reconnues pour de vraies chrysolites, dont les unes, dit-il, « sont d'un vert clair tirant sur le jaune, couleur de la véritable chrysolite, quelques-unes d'un jaune de topaze, certaines d'une couleur noire luisante comme le schorl, de sorte que dans l'instant on croit y reconnaître cette substance ; mais en prenant au soleil le vrai jour de ces grains noirs, et en les examinant dans tous les sens, on s'aperçoit que cette couleur n'est qu'un vert noirâtre qui produit cette teinte sombre et foncée. » En effet cette substance vitreuse n'est point du schorl, mais du cristal de roche teint comme tous les autres cristaux et chrysolites vertes ou jaunâtres, lesquelles, étant très réfractaires au feu, n'ont point été altérées par la chaleur de la lave en fusion, tandis que les grenats et les schorls, qui sont fusibles, ont souvent été dénaturés par cette même chaleur. Ces schorls ont perdu, par l'action du feu volcanique, non-seulement leur couleur, mais une portion considérable de leur substance ; les grenats en particulier qui ont été volcanisés sont blancs, et ne pèsent spécifiquement que 24684, tandis que le grenat dans son état naturel pèse 41888. Le feu des laves en fusion peut donc altérer et peut-être fondre les schorls, les grenats et les feld-spaths ; mais les cristaux quartzeux, de quelque couleur qu'ils soient, résistent à ce degré de feu, et ce sont ces cristaux colorés et

trouvés dans les basaltes et les laves auxquels on a donné les noms de *chrysolites*, de *topazes* et d'*hyacinthes des volcans*.

DES BASALTES, DES LAVES ET DES LAITIERS VOLCANIQUES.

Comme M. Faujas de Saint-Fond est, de tous les naturalistes, celui qui a observé avec le plus d'attention et de discernement les différents produits volcaniques, nous ne pouvons mieux faire que de donner ici par extraits les principaux résultats de ses observations. « Le basalte, dit-il, se présente sous la forme d'une pierre plus ou moins noire, dure, compacte, pesante, attirable à l'aimant, susceptible de recevoir le poli, fusible par elle-même sans addition, donnant plus ou moins d'étincelles avec le briquet, et ne faisant aucune effervescence avec les acides.

« Il y a des basaltes de forme régulière en prismes, depuis le triangle jusqu'à l'octogone, qui forment des colonnes articulées ou non articulées, et il y en a d'autres en forme irrégulière; on en voit de grandes masses en tables, en murs plus ou moins inclinés, en rochers plus ou moins pointus et quelquefois isolés, en remparts escarpés et en blocs ou fragments raboteux et irréguliers. Les basaltes à cinq, six et sept faces, se trouvent plus communément que ceux à trois, quatre ou huit faces : ils sont tous de forme prismatique, et la grandeur de ces prismes varie prodigieusement; car il y en a qui n'ont que quatre à cinq lignes de diamètre sur un pouce et demi ou deux pouces de longueur, tandis que d'autres ont plusieurs pouces de diamètre sur une longueur de plusieurs pieds.

« La couleur des basaltes est communément noire; mais il y en a d'un noir d'ébène, d'autres d'un noir bleuâtre, et d'autres

plutôt gris que noirs; d'autres verdâtres, d'autres rougeâtres ou d'un jaune d'ocre. Les différents degrés d'altération de la matière ferrugineuse qu'ils contiennent leur donnent ces différentes couleurs; mais en général, lorsqu'ils sont décomposés, leur poudre est d'un gris blanchâtre.

« Il y a de grandes masses de basalte en tables ou lits horizontaux. Ces tables sont de différentes épaisseurs : les unes ont plusieurs pieds, et d'autres seulement quelques pouces d'épais; il y en a même d'assez minces pour qu'on puisse s'en servir à couvrir les maisons. C'est des tables les plus épaisses que les Égyptiens, et, après eux, les Romains, ont fait des statues, dans lesquelles on remarque particulièrement celles du basalte verdâtre.

« Les laves diffèrent des basaltes par plusieurs caractères, et particulièrement en ce qu'elles n'ont pas la forme prismatique; et on doit les distinguer en laves compactes et en laves poreuses. La plupart contiennent des matières étrangères, telles que des quartz, des cristaux de feld-spath, de schorl, de mica, ainsi que des zéolites, des granites, des chrysolites, dont quelques-unes sont, comme les basaltes, susceptibles de poli. Elles contiennent aussi du grès, du tripoli, des pierres à rasoir, des marbres et autres matières calcaires.

« Le granite qui se trouve dans les laves poreuses a subi quelquefois une si violente action du feu, qu'il se trouve converti en un émail blanc.

« Il y a des basaltes et des laves qui sont évidemment changés en terre argileuse, dans laquelle il se trouve quelquefois des chrysolites qui ont perdu leur brillant et leur dureté, et qui commencent elles-mêmes à se convertir en argile.

« On trouve de même dans les laves des grenats décolorés et qui commencent à se décomposer, quoiqu'ils aient encore la cassure vitreuse, et qu'ils aient conservé leur forme; d'autres sont très friables et approchent de l'argile blanche.

« Les hyacinthes accompagnent souvent les grenats dans ces mêmes laves, et quelquefois on y rencontre des géodes de calcédoine qui contiennent de l'eau, et d'autres agates ou cal-

cédoines sans eau, de silex ou pierres à fusil, et des jaspes de diverses couleurs; enfin on a rencontré dans les laves d'Expilly, près du Puy-en-Velay, des saphirs qui semblent être de la même nature que les saphirs d'Orient. On trouve aussi dans les laves du fer cristallisé en octaèdre, du fer en mine spéculaire, en hématite, etc.

« Il y a des laves poreuses qui sont si légères, qu'elles se soutiennent sur l'eau; et d'autres qui, quoique poreuses, sont fort pesantes : la lave plus légère que l'eau est assez rare. »

Après les basaltes et les laves, se présentent les laitiers des volcans : ce sont des verres ou des espèces d'émaux qui peuvent être imités par l'art; car en tenant les laves à un feu capable de les fondre on en obtient bientôt un verre noir, luisant et tranchant dans sa cassure : on vient même, dit M. Faujas, de tirer parti en France du basalte, en le convertissant en verre. L'on a établi, dans les environs de Montpellier, une verrerie où l'on fait avec ce basalte fondu de très bonnes bouteilles.

Nous avons déjà dit qu'on appelle *Pierre de gallinace*, au Pérou, le laitier noir des volcans : ce nom est tiré de celui de l'oiseau *gallinazo*, dont le plumage est d'un beau noir; on trouve de ce laitier ou verre noir non-seulement dans les volcans des Cordilières en Amérique, mais en Europe dans ceux de Lipari, de Volcano, de même qu'au Vésuve et en Islande, où il est en grande abondance.

Le laitier blanc des volcans est bien plus rare que le noir. M. Faujas en a seulement trouvé quelques morceaux dans le volcan éteint du Couerou en Vivarais, et en dernier lieu à Staffa, l'une des îles Hébrides; et d'autres observateurs en ont rencontré dans les matières volcaniques en Allemagne près de Saxenhausen, aussi bien qu'en Islande et dans les îles Féroé. Ce verre blanc est transparent, et le noir le devient lorsqu'il est réduit à une petite épaisseur; et quand les éléments humides ont agi pendant long-temps sur ces verres, ils s'irisent comme nos verres factices, ce qui les rend chatoyants.

M. de Troil dit qu'indépendamment du verre noir (fausse

agate d'Islande), on trouve aussi en Islande des verres blancs et transparents, et d'autres d'un assez beau bleu, qui sont les plus rares de tous. Il ajoute qu'il y en a qui ressemblent, par leur couleur verdâtre et par leur pâte grossière, à notre verre à bouteilles.

Ces laitiers des volcans, et surtout le laitier noir, sont compactes, homogènes et assez durs pour donner des étincelles avec l'acier : on peut les tailler et leur donner un beau poli, et l'on en fait d'excellentes pierres de touche en les dégrossissant, sans leur donner le dernier poli ¹.

Lorsque les laves et les basaltes sont réduits en débris et remaniés par le feu du volcan, ils forment, avec les nouvelles laves, des blocs qu'on peut appeler *poudingues volcaniques* : il y en a de plus ou moins durs ; et si les fragments qui composent ces poudingues sont de forme irrégulière, on peut les appeler des *brèches volcaniques*. M. Faujas a observé que l'église cathédrale de Puy-en-Velay a été construite d'une pierre dont le fond est une brèche volcanique noire dans un ciment jaunâtre.

Les unes de ces brèches volcaniques ont été formées par la seule action du feu sur les anciennes laves ; d'autres ont été produites par l'intermède de l'eau, et dans des éruptions que M. Faujas appelle des *éruptions boueuses* ou *aqueuses* : elles sont souvent mélangées de plusieurs matières très différentes, de jaspe rouge, de schorl noir, de granite rose et gris, de pierre à fusil, de spath et pierre calcaire, et même de substances végétales réduites en une sorte de charbon.

Toutes ces matières volcaniques, basaltes, laves et laitiers, étant en grande partie d'une essence vitreuse, se décomposent par l'impression des éléments humides, et même par la seule action de l'acide aérien. Les matières autrefois volcaniques, maintenant argileuses, dit M. Ferber, molles comme de la cire, ou endurcies et pierreuses, sont blanches pour la plupart ; mais on en trouve aussi de rouges, de grises-cendrées, de blenâtres et de noires : on rencontre des laves argileuses dans presque

¹ Cette matière a été indiquée par Pline sous le nom de *lapis lydius*.

tous les volcans agissants et éteints, et cette altération des laves peut s'opérer de plusieurs manières. Il y a de ces laves, altérées par l'acide sulfureux du feu des volcans, qui sont presque aussi rouges que le *minium*; il y en a d'autres d'un rouge pâle, d'un rouge pourpre, de jaunes, de brunes, de grises, de verdâtres, etc.

M. Faujas divise les produits volcaniques altérés :

En laves compactes ou poreuses qui ont perdu simplement leur dureté en conservant leurs parties constituantes, à l'exception du phlogistique du fer qui a disparu ;

Et en laves amollies et décolorées par les acides, qui ont formé, en se combinant avec les diverses matières qui constituent ces mêmes laves, différents produits salins ou minéraux dont l'origine nous seroit inconnue si nous n'avions pas la facilité de suivre la nature dans cette opération.

Il en décrit plusieurs variétés de l'une et de l'autre sorte : il présente, dans la première de ces deux divisions, des basaltes et des laves qui, ayant conservé leur forme, leur nature et leur dureté sur une de leurs faces, sont entièrement décomposés sur l'autre, et convertis en une substance terreuse, molle, au point de se laisser aisément entamer, et l'on peut suivre cette décomposition jusqu'à l'entière conversion du basalte en terre argileuse.

Il y a des basaltes devenus argileux qui sont d'un gris plus ou moins foncé; d'autres d'une teinte jaunâtre et comme rouillés; d'autres dont la surface est convertie en argile blanche, grise, jaunâtre, violette, rouge. Plusieurs de ces basaltes décomposés contiennent des prismes de schorl qui ne sont point altérés; ce qui prouve que les schorls résistent bien plus que les basaltes les plus durs aux causes qui produisent leur décomposition.

Ce savant naturaliste a aussi reconnu des laves décomposées en une argile verte, savonneuse, et qui exhaloit une forte odeur terreuse; et enfin il a vu de ces laves qui renfermoient de la chrysolite et du schorl qui n'étoit pas décomposé, tandis que la chrysolite étoit, comme la lave, réduite en argile, ce

qui semble prouver que le quartz résiste moins que le schorl à la décomposition.

Dans la seconde division, c'est-à-dire dans les laves amollies et décolorées par les acides, qui ont formé différents produits salins ou minéraux, M. Faujas présente aussi plusieurs variétés dans lesquelles il se trouve du sel alumineux, lorsque l'acide vitriolique s'unit à la terre argileuse; ce même acide produit le gypse avec la terre calcaire, le vitriol vert avec la chaux de fer, et le soufre avec la matière du feu.

Les variétés de cette sorte, citées par M. Faujas, sont :

1° Un basalte d'un rouge violet, ayant la cassure de la pierre calcaire la plus dure, quoique ce basalte soit une véritable lave et d'une nature très différente de toute matière calcaire;

2° Une lave d'un blanc nuancé de rouge;

3° Une lave dont une partie est changée en une pierre blanche tendre, tandis que l'autre partie, qui est dure et d'un rouge foncé, a conservé toute sa chaux ferrugineuse changée en colcotar;

4° Une lave décomposée, comme la précédente, avec une enveloppe de gypse blanc et demi-transparent;

5° Une lave poreuse d'un blanc jaunâtre avec des grains de sélénite. La terre argileuse qui forme cette lave se trouve convertie en véritable alun natif; l'acide vitriolique uni à la terre argileuse produit, comme nous venons de le dire, le sel alumineux et le véritable alun natif; lorsqu'il s'unit à la base du fer; il forme le vitriol vert : en s'unissant donc dans de certaines circonstances à la terre ferrugineuse des laves, il pourra produire ce vitriol, pourvu qu'il soit affoibli par les vapeurs aqueuses; et cette combinaison est assez rare, et ne se trouve que dans les lieux où il y a des sources bouillantes. On en voit sur les parois de la grotte de l'île de Volcano, où il y a une mare d'eau bouillante, sulfureuse et salée.

On trouve aussi du sel marin en grumeaux adhérents à de la lave altérée ou à du sable vomé par les volcans : ce sel marin ne se présente pas sous forme cubique, parce qu'il n'a pas eu

Le temps de se cristalliser dans l'eau marine rejetée par les volcans. Il se trouve de même de l'alcali fixe blanc dans les cavités de quelques laves nouvelles; et comme on trouve encore du sel ammoniac dans les volcans, cela prouve que l'alcali volatil s'y trouve aussi, sans parler du soufre, qui, comme l'on sait, est le premier des produits volcaniques, et qui n'est que la matière du feu saisie par l'acide vitriolique.

Quelquefois le soufre s'unit dans les volcans à la matière arsenicale, et alors de jaune il devient d'un rouge vif et brillant : mais, comme nous l'avons dit¹, le soufre se produit aussi par la voie humide; on en a plusieurs preuves, et les beaux cristaux qu'on a trouvés dans la soufrière de Conilla, à quatre lieues de Cadix, et qui étoient renfermés dans des géodes de spath calcaire, ne laissent aucun doute à ce sujet. Il en existe d'ailleurs de pareils dans divers autres lieux, tantôt unis à la sélénite gypseuse, tantôt à l'argile, ou renfermés dans des cailloux; nous savons même qu'on a trouvé, il y a six ou sept ans, du soufre bien cristallisé et formé par la voie humide dans l'ancien égout du faubourg Saint-Antoine : ces cristaux de soufre étoient adhérents à des matières végétales et animales, telles que des cordages et des cuirs.

PIERRE DE TOUCHE.

La pierre de touche, sur laquelle on frotte les métaux pour les reconnoître à la couleur de la trace qu'ils laissent à sa surface, est un basalte plus dur que l'or, l'argent, le cuivre, et dont la superficie, quoique lisse en apparence, est néanmoins hérissée et assez rude pour les entamer et retenir les particules métalliques que le frottement a détachées. Le quartz et le jaspé, quoique plus durs que ce basalte, et par conséquent beaucoup plus durs que ces métaux, ne nous offrent pas le même effet, parce que la surface de ces verres primitifs, étant plus lisse

¹ Voyez l'article du *Soufre*, tome V. page 32.

que celle du basalte, laisse glisser le métal sans l'entamer et sans en recevoir la trace. Les acides peuvent enlever cette impression métallique, parce que le basalte ou pierre de touche sur lesquels on frotte le métal sont d'une substance vitreuse qui résiste à l'action des acides, auxquels les métaux ne résistent pas.

Il paroît que le basalte dont on se sert comme pierre de touche est la *pierre de Lydie* des anciens : les Égyptiens et les autres peuples du Levant connoissoient assez ces basaltes pour les employer à plusieurs ouvrages, et l'on trouve encore aujourd'hui des figures et des morceaux de ce basalte, pierre de Lydie, dont la texture est feuilletée et la couleur brune ou noire. Au reste, il ne faut pas confondre ce basalte, vraie pierre de touche, avec la pierre décrite par M. Pott, à laquelle il donne ce même nom ; car cette pierre de M. Pott n'est pas un basalte, mais un schiste dur, mélangé d'un sable fin de grès : seulement on doit dire qu'il y a plus d'une sorte de pierre dont on se sert pour toucher les métaux ; et en effet il suffit, pour l'usage qu'on en fait, que ces pierres soient plus dures que le métal, et que leur surface ne soit pas assez polie pour le laisser glisser sans l'entamer. ●

PIERRE VARIOLITE.

Ces pierres sont ainsi dénommées parce qu'elles présentent à leur surface de petits tubercules assez semblables aux grains et pustules de la petite vérole. On trouve de ces pierres en grande quantité dans la Durance ; elles viennent des montagnes au-dessus de la vallée de Servières, à deux lieues de Briançon, d'où elles sont entraînées par les eaux en morceaux plus ou moins gros ; elles se trouvent aussi en masses assez considérables dans cette même vallée. M. le docteur Demeste dit que ces pierres variolitiques de la Durance sont des galets ou

masses roulées d'un basalte grisâtre ou d'un vert brun, lequel est souvent entremêlé de quelques veines quartzieuses, et parsemé de petites éminences formées par des globules verdâtres, qui sont aussi du basalte mais beaucoup plus dur que la gangue grisâtre, puisque ces globules, moins usés que le reste, en roulant forment les éminences superficielles qui ont fait donner à cette pierre le nom de *variolite*. Ces petites éminences, dont le centre offre d'ordinaire un point rouge, imitent en effet assez bien les pustules de la petite vérole.

Nous devons observer ici que cet habile chimiste suivoit la nomenclature des Allemands et des Suédois, qui donnoient alors le nom de *basalte* au schorl, par la seule raison qu'il étoit souvent configuré en prisme comme le véritable basalte; mais les naturalistes ont rejeté cette dénomination équivoque, depuis qu'ils ont reconnu, avec M. Faujas de Saint-Fond, que le nom de *basalte* ne devoit être donné spécifiquement et exclusivement qu'aux laves prismatiques, connues sous le nom de *basaltes*, tels que ceux de Stolpen en Misnie, d'Antrim en Irlande, ceux du Vivarais, du Velay, de l'Auvergne, etc.

Pour éclaircir cette nomenclature, M. Faujas de Saint-Fond a observé que Wallerius, qui a nommé cette pierre *lapis variolarum* ou *variolites*, l'avoit mise au nombre des basaltes, sans spécifier si c'étoit un basalte volcanique, et que, sans autre examen, cette dénomination équivoque a été adoptée par Linnæus, par M. le baron de Born et par plusieurs de nos naturalistes françois. M. Faujas de Saint-Fond a donc pensé qu'il falloit désigner cette pierre par des caractères plus précis, et il l'a dénommée *lapis variolites viridis verus*, afin de la distinguer de plusieurs autres pierres couvertes également de taches et relevées de tubercules, et qui cependant sont très différentes de celle-ci.

Les Romains ont connu la véritable pierre variolite. « J'en ai vu une très belle, dit M. Faujas de Saint-Fond, entourée d'un cercle d'or, qui fut trouvée en Dauphiné, dans un tombeau antique, entre Suze et Saint-Paul-Trois-Châteaux; elle avoit été

regardée probablement comme une espèce d'amulette propre à garantir de la maladie avec laquelle elle a une sorte de ressemblance. Quelques peuplades des Indes occidentales, ayant la même croyance, portent cette pierre suspendue à leur cou; ils la nomment *gamaïcou*.»

Cette pierre est particulièrement connue en Europe sous le nom de *variolite de la Durance*, parce qu'elle est abondante dans cette rivière; les torrents les détachent des hautes Alpes dauphinoises, dans une étroite et profonde vallée, entre Servièrès et Briançon.

La vraie variolite est d'un vert plus ou moins foncé; sa pâte est fine, dure et susceptible de recevoir un beau poli, quoiqu'un peu gras, particulièrement sur les taches.

Les plus gros boutons et protubérances de la variolite n'excèdent pas six à sept lignes de diamètre, et les plus petites ne sont que d'une demi-ligne.

L'on a reconnu dans la variolite quelques points et des linéaments de pyrite et même d'argent natif, mais en très petite quantité. L'analyse de cette pierre, faite avec beaucoup de soin par M. Faujas de Saint-Fond, tend à prouver qu'elle est composée de quartz, d'argile, de magnésie, de terre calcaire et d'un peu de fer qui a produit sa couleur verte, et que les taches qui forment ces protubérances singulières sur les variolites roulées sont dues à des globules de schorl plus durs que la pierre même qui les renferme.

Cette pierre composée de tous ces éléments est beaucoup moins commune que les autres pierres, puisqu'on ne l'a jusqu'à présent trouvée que dans quelques endroits de la vallée de Servièrès en Dauphiné, dans un seul autre endroit en Suisse, et en dernier lieu dans l'île de Corse. Don Ulloa et M. Valmon de Bomare disent qu'elle se trouve aussi en Amérique; mais nous n'en avons reçu aucun échantillon par nos correspondants.

TRIPOLI.

Le tripoli est une terre brûlée par le feu des volcans, et cette terre est une argile très fine, mêlée de particules de grès tout aussi fines, ce qui lui donne la propriété de mordre assez sur les métaux pour les polir. Cette terre est très sèche, et se présente en masses plus ou moins compactes, mais toujours friables et s'égrenant aussi facilement que le grès le plus tendre. Sa couleur jaune ou rougeâtre, ou brune et noirâtre, démontre qu'elle est teinte et peut-être mêlée de fer. Cette terre, déjà cuite par les feux souterrains, se recuit encore lorsqu'on lui fait subir l'action du feu; car elle y prend, comme toutes les autres argiles, plus de couleur et de dureté, s'émaillant de même à la surface, et se vitrifiant à un feu très violent.

Cette terre a tiré son nom de Tripoli en Barbarie, d'où elle nous étoit envoyée avant qu'on en eût découvert en Europe : mais il s'en est trouvé en Allemagne et en France. M. Gardeil nous a donné la description de la carrière de tripoli qui se trouve en Bretagne, à Poligny près de Rennes; mais cet observateur s'est trompé sur la nature de cette terre, qu'il a cru devoir attribuer à la décomposition des végétaux. D'autres observateurs, et en particulier MM. Guettard, Fougeroux de Bondaroy et Faujas de Saint-Fond, ont relevé cette erreur, et ont démontré que les végétaux n'ont aucune part à la formation du tripoli. Ils ont observé avec soin les carrières de tripoli à Menat en Auvergne. M. de Saint-Fond en a aussi reconnu des morceaux parmi les cailloux roulés par le Rhône, près de Montélimart, dont les plus gros sont des masses de basalte entraînées, comme les morceaux de tripoli, par le mouvement des eaux.

Par cet exposé, et d'après les faits observés par MM. Faujas de Saint-Fond et Fougeroux de Bondaroy, on ne peut guère

douter que le tripoli ne doive son origine à la décomposition des pierres quartzzeuses ou roches vitreuses, mêlées de fer, par l'action des éléments humides qui les auront divisées, sans ôter à ces particules vitreuses leur entière dureté.

PIERRE PONCE.

M. Daubenton a remarqué et reconnu le premier que les pierres ponces étoient composées de filets d'un verre presque parfait, et M. le chevalier de Dolomieu a fait de très bonnes observations sur l'origine et la nature de cette production volcanique : il a observé dans ses voyages que l'île de Lipari est l'immense magasin qui fournit les pierres ponces à toute l'Europe; que plusieurs montagnes de cette île en sont entièrement composées. Il dit qu'on les trouve en morceaux isolés dans une poudre blanche farineuse, et qui n'est elle-même qu'une ponce pulvérulente.

La substance de ces pierres, surtout des plus légères, est dans un état de fritte très rapproché d'un verre parfait : leur tissu est fibreux, leur grain rude et sec ; elles paroissent luisantes et soyeuses, et elles sont beaucoup plus légères que les laves poreuses ou cellulaires.

Cet illustre observateur distingue quatre espèces de ponces qui diffèrent entre elles par le grain plus ou moins serré, par la pesanteur, par la contexture et par la disposition des pores.

« Les pierres ponces, dit-il, paroissent avoir coulé à la manière des laves, avoir formé, comme elles, de grands courants que l'on trouve, à différentes profondeurs, les uns au-dessus des autres, autour du groupe des montagnes du centre de Lipari... Les pierres ponces pesantes occupent la partie inférieure des courants ou massifs, les pierres légères sont au-dessus ; et il en est de même des laves, dont les plus poreuses

et les plus légères occupent toujours la partie supérieure.»

Il observe que les îles de Lipari et de Volcano sont les seuls volcans de l'Europe qui produisent en grande quantité des pierres ponces ; que l'Étna n'en donne point, et le Vésuve très peu ; qu'on n'en trouve pas dans les volcans éteints de la Sicile, de l'Italie, de la France, de l'Espagne et du Portugal : cependant M. Faujas de Saint-Fond en a reconnu de bien caractérisées en Auvergne, sur la montagne de Polognac, à trois lieues de Clermont, route de Rochefort.

En examinant avec soin les différentes sortes de pierres ponces, M. le chevalier de Dolomieu a observé que les plus pesantes avoient le grain, les écailles luisantes et l'apparence fissile du schiste micacé blanchâtre... Il a trouvé dans quelques-unes des restes de granite qui en présentoient encore les trois parties constituantes, le quartz, le feld-spath et le mica. On sait d'ailleurs que le granite se fond en une espèce d'émail blanc et boursofflé. J'ai vu, dit-il, ces granites acquérir par degrés le tissu lâche et fibreux et la consistance de la ponce ; je ne puis donc douter que la roche feuilletée, graniteuse et micacée, et le granite lui-même, ne soient les matières premières à l'altération desquelles on doit attribuer la formation des pierres ponces.» Et il ajoute, avec raison, que la rareté des pierres ponces vient de ce qu'il y a très peu de volcans qui soient situés dans les granites ; qu'ils se trouvent presque toujours dans les schistes et les ardoises, matières qui, travaillées par le feu et beaucoup moins dénaturées qu'on ne les suppose, servent de base aux laves ferrugineuses noires et rouges que l'on rencontre dans tous les volcans. M. de Dolomieu observe, 1° que, pour qu'il y ait production de pierres ponces, il faut que le granite soit d'une nature très fusible, c'est-à-dire mêlé de beaucoup de feld-spath, et que le feu du volcan soit plus vif et plus actif qu'il ne l'est communément. On reconnoît, dit-il, que la fusion a toujours commencé par le feld-spath, et que le premier effet du feu sur le quartz a été de le gercer et de le rendre presque pulvérulent ; 2° que cette production peut s'opérer dans les roches granitiques, qui renferment

entre leurs bandes des roches feuilletées, micacées, noires et blanches, et des granites fissiles ou *gneis*, dont la base est un feld-spath très fusible, tel qu'il l'a observé dans les granites qui sont en face de Lipari, et qui s'étendent jusqu'à Melazzo.

Au reste, les pierres ponce les plus légères et de la meilleure qualité sont si abondantes à l'île de Lipari, que plusieurs navires viennent chaque année en faire leur approvisionnement pour les transporter dans différentes parties de l'Europe. M. Faujas de Saint-Fond, ayant examiné les différentes sortes de pierres ponce qui lui ont été données par M. le chevalier de Dolomieu, fait mention de plusieurs variétés de ces pierres, dont les unes sont compactes et *granitoïdes*, et indiquent le premier passage du granite à la pierre ponce; d'autres qui, quoique compactes, sont composées de filets vitreux, et tiennent plus de la nature de la pierre ponce que du granite; d'autres légères, blanches et poreuses, avec des stries soyeuses, et ce sont les pierres ponce parfaites qui se soutiennent et nagent sur l'eau; leur grain est sec, fin et rude, et elles servent, dans les arts, à dégrossir, et même à polir plusieurs ouvrages. Tous les filets vitreux de ces pierres sont très fragiles, et n'ont aucune forme régulière; il y en a de cylindriques, de comprimés, de tortueux, de gros à la base et capillaires à l'extrémité. On trouve assez souvent dans ces pierres des vides occasionés par des soufflures, et c'est dans ces cavités que l'on voit des filets déliés et si fins qu'ils ressemblent à de la soie. D'autres enfin sont très légères, farineuses et friables; celles-ci sont si tendres et ont si peu de consistance, qu'elles ne sont d'aucun usage dans les arts: cette sorte de ponce a été *surcalcinée*, et s'est réduite en poudre. On a donné mal à propos à cette poudre le nom de *cendre*, dont elle n'a que la couleur et les apparences extérieures. On la trouve en très grande abondance à l'île de Lipari, à celle de Volcano et dans différents autres lieux.

M. Faujas de Saint-Fond présume, avec fondement, que toutes les fois que le granite contiendra du feld-spath en grande

quantité, l'action du feu pourra le convertir en pierre ponce, et qu'il en sera de même de toutes les pierres et terres où la matière quartzreuse se trouvera mêlée de feld-spath en assez grande quantité pour la rendre très fusible. On peut même croire que le basalte remanié par le feu formera de la pierre ponce noire ou noirâtre, et que les grès et schistes mêlés de matières calcaires qui les rendent fusibles pourront aussi se convertir en pierres ponces de diverses couleurs.

POZZOLANE



Personne n'a fait autant de recherches que M. Faujas de Saint-Fond sur les pouzzolanes. On ne connoissoit avant lui ou du moins on ne faisoit usage que de celles d'Italie, et il a trouvé dans les anciens volcans du Vivarais des pouzzolanes de la même nature, et qui ont à peu près les mêmes qualités que celles de l'Italie : on doit même présumer qu'on en trouvera de semblables aux environs de la plupart des volcans agissants ou éteints ; car ce n'est pas seulement à Pouzzol, d'où lui vient son nom, qu'il y a de la pouzzolane, puisqu'il s'en trouve dans presque tous les terrains volcanisés de Sicile, de Naples et de la Campagne de Rome. Ce produit des feux souterrains peut se trouver dans toutes les régions où les volcans agissent ou ont agi ; car on connoît assez anciennement les pouzzolanes de l'Amérique méridionale : celles de la Guadeloupe et de la Martinique ont été reconnues en 1696. Mais c'est à M. Ozi, de Clermont-Ferrand, et ensuite à MM. Guettard, Desmarets et Pasumot, qu'on doit la connoissance de celles qui se trouvent en Auvergne ; et enfin à M. Faujas de Saint-Fond la découverte et l'usage de celles du Velay et du Vivarais, découverte d'autant plus intéressante que ces pouzzolanes du Vivarais pouvant être conduites par le Rhône jusqu'à la mer, pourront, sinon remplacer du moins suppléer à celles que l'on tire

d'Italie, pour toutes les constructions maritimes et autres qu'on veut défendre contre l'action des éléments humides.

Les pouzzolanes ne sont cependant pas absolument les mêmes dans tous les lieux; elles varient, tant pour la qualité que pour la couleur: il s'en trouve de la rouge et de la grise en Vivarais, et celle-ci fait un mortier plus dur et plus durable que celui de la première.

Toutes les pouzzolanes proviennent également de la première décomposition des laves et basaltes, qui, comme nous l'avons dit, se réduisent ultérieurement en terre argileuse, ainsi que toutes les autres matières vitreuses, par la longue impression des éléments humides: mais, avant d'arriver à ce dernier degré de décomposition, les basaltes et les laves, qui toujours contiennent une assez grande quantité de fer pour être attirables à l'aimant, se brisent en poudre vitreuse mêlée de particules ferrugineuses, et la pozzolane n'est autre chose que cette poudre: elle est d'autant meilleure pour faire des ciments que le fer y est en plus grande quantité, et que les parties vitreuses sont plus éloignées de l'état argileux.

Ainsi la pouzzolane n'est qu'une espèce de verre ferrugineux réduit en poudre. Il est très possible de composer une matière de même nature, en broyant et pulvérisant les *crasses* qui s'écoulent du foyer des affineries où l'on traite le fer. J'ai souvent employé ce ciment ferrugineux avec succès, et je le crois équivalent à la meilleure pouzzolane: mais il est vrai qu'il seroit difficile de s'en procurer une quantité suffisante pour faire de grandes constructions. Les Hollandois composent une sorte de pouzzolane qu'ils nomment *tras*, en broyant des laves de volcan sous les pilons d'un bocard: la poudre qui en provient est tamisée au moyen d'un crible qui est mis en mouvement par l'élévation des pilons, et le *tras* tombe dans de grandes caisses pratiquées au-dessous de l'entablement des pilons; ils s'en servent avec succès dans leurs constructions maritimes.

GÉNÉSIE DES MINÉRAUX

Je crois devoir donner en récapitulation l'ordre successif de la génésie ou filiation des matières minérales , afin de retracer en abrégé la marche de la nature , et d'expliquer les rapports généraux dont je présenterai le tableau et l'arrangement méthodique , d'après lequel on pourra dorénavant classer tous les produits de la nature en ce genre, en les rapportant à leur véritable origine.

Le globe terrestre ayant été liquéfié par le feu , les matières fixes de cette masse immense se sont toutes fondues et vitrifiées, tandis que les substances volatiles se sont élevées en vapeurs autour de ce globe , à plus ou moins de hauteur , suivant le degré de leur pesanteur et de leur volatilité. Ces premières matières fixes qui ont subi la vitrification nous sont représentées par les verres que j'ai nommés *primitifs*, parce que toutes les autres matières vitreuses sont réellement composées du mélange ou des détriments de ces mêmes verres.

Le quartz est le premier et le plus simple de ces verres de nature ; le jasper est le second , et ne diffère du quartz qu'en ce qu'il est fortement imprégné de vapeurs métalliques qui l'ont rendu entièrement opaque, tandis que le quartz est à demi transparent : ils sont tous deux réfractaires au feu. Le troisième verre primitif est le feld-spath , et le quatrième est le schorl , qui tous deux sont fusibles. Enfin le cinquième est le mica , qui tient le milieu entre les deux verres fusibles. Le mica provient de l'exfoliation des uns et des autres ; il participe de leurs différentes qualités. On pourroit donc, en rigueur, réduire les cinq verres primitifs à trois , c'est-à-dire au quartz, au feld-spath et au schorl , puisque le jasper n'est qu'un quartz imprégné de vapeurs métalliques , et que les micas ne sont que des paillettes et des exfoliations des autres verres ; mais

nous n'avons pas jugé cette réduction nécessaire, parce qu'elle n'a rapport qu'à la première formation de ces verres, dont nous ignorons les différences primitives, c'est-à-dire les causes qui les ont rendus plus ou moins fusibles ou réfractaires : cette différence nous indique seulement que la substance du quartz et du jaspe est plus simple que celle du feld-spath et du schorl, parce que nous savons par expérience que les matières les plus simples sont les plus difficiles à vitrifier, et qu'au contraire celles qui sont composées sont assez aisément fusibles.

Les premiers mélanges de ces verres de nature se sont faits après la fusion et dans le temps de l'incandescence, par la continuité de l'action du feu ; et les matières qui ont résulté de ces mélanges nous sont représentées par les roches vitreuses de deux ou plusieurs substances, telles que les porphyres, ophites et granites, à la formation desquelles l'eau n'a point eu de part.

La chaleur excessive du globe vitrifié ayant diminué peu à peu par la déperdition qui s'en est faite, jusqu'au temps où sa surface s'est trouvée assez atténuée pour recevoir les eaux et les autres substances volatiles, sans les rejeter en vapeurs, alors les matières métalliques, sublimées par la violence du feu, et toutes les autres substances volatiles, ainsi que les eaux reléguées dans l'atmosphère, sont établies à jamais sur la surface et dans les fentes ou cavités de ce globe.

Le fer, qui de tous les métaux exige le plus grand degré de chaleur pour se fondre, s'est établi le premier, et s'est mêlé à la roche vitreuse lorsqu'elle étoit encore en état de demi-fusion. Le cuivre, l'argent et l'or, auxquels un moindre degré de feu suffit pour se liquéfier, se sont établis ensuite sous leur forme métallique dans les fentes du quartz et des autres matières vitreuses déjà consolidées ; l'étain et le plomb, ainsi que les demi-métaux et autres matières métalliques, ne pouvant supporter un feu violent sans se calciner, ont pris partout la forme de chaux, et se sont ensuite convertis, par l'intermède du feu, en minerais pyriteux.

A mesure que le globe s'attédissoit le chaos se débrouilloit,

l'atmosphère s'épuroit ; et après la chute entière des matières sublimées métalliques ou terreuses, et des eaux jusqu'alors réduites en vapeurs, l'air est demeuré pur, sous la forme d'un élément distinct et séparé de la terre et de l'eau par sa légèreté.

L'air a retenu dès ce temps et retient encore une certaine quantité de feu qui nous est représentée par cette matière à laquelle on donne aujourd'hui le nom d'*air inflammable*, et qui n'est que du feu fixé dans la substance de l'air.

Cet air imprégné de feu, se mêlant avec l'eau, a formé l'acide aérien, dont l'action s'exerçant sur les matières vitreuses, a produit l'acide vitriolique, et ensuite les acides marin et nitreux, après la naissance des coquillages et des autres corps organisés marins ou terrestres.

Les eaux, élevées d'abord à plus de quinze cents toises au-dessus du niveau de nos mers actuelles, couvroient le globe entier, à l'exception des plus hautes montagnes. Les premiers végétaux et animaux terrestres ont habité ces hauteurs, tandis^s que les coquillages, les madrépores et les végétaux marins se formoient au sein des eaux.

La multiplication des uns et des autres étoit aussi prompte que nombreuse, sur une terre et dans des eaux dont la grande chaleur mettoit en activité tous les principes de la fécondation.

Il s'est produit dans ce temps des myriades de coquillages qui ont absorbé dans leur substance coquilleuse une immense quantité d'eau, et dont les détriments ont ensuite formé nos montagnes calcaires, tandis qu'en même temps les arbres et autres végétaux qui couvroient les terres élevées produisoient la terre végétale par leur décomposition, et étoient ensuite entraînés avec les pyrites et autres matières combustibles, par le mouvement des eaux, dans les cavités du globe, où elles servent d'aliment aux feux souterrains.

A mesure que les eaux s'abaissoient, tant par l'absorption des substances coquilleuses que par l'affaissement des cavernes et des boursofflures des premières couches du globe, les végé-

taux s'étendoient par de grandes accrues sur toutes les terres que les eaux laissoient à découvert par leur retraite; et leurs débris accumulés combloient les premiers magasins de matières combustibles, ou en formoient de nouveaux dans les profondeurs du globe, qui ne seront épuisés que quand le feu des volcans en aura consommé toutes les matières susceptibles de combustion.

Les eaux, en tombant de l'atmosphère sur la surface du globe en incandescence, furent d'abord rejetées en vapeurs, et ne purent s'y établir que lorsqu'il fut attiédi; elles firent dès ces premiers temps de fortes impressions sur les matières vitrifiées qui composoient la masse entière du globe; elles produisirent des fentes et fêlures dans le quartz; elles le divisèrent, ainsi que les autres matières vitreuses, en fragments plus ou moins gros, en paillettes et en poudre, qui par leur agrégation formèrent ensuite les grès, les talcs, les serpentines et autres matières dans lesquelles on reconnoît encore la substance des verres primitifs plus ou moins altérée. Ensuite, par une action plus longue, les éléments humides ont converti toutes ces poudres vitreuses en argiles et en glaises, qui ne diffèrent des grès et des premiers débris des verres primitifs que par l'atténuation de leurs parties constituantes, devenues plus molles et plus ductiles par l'action constante de l'eau, qui a pour ainsi dire pouri ces poudres vitreuses et les a réduites en terre.

Enfin ces argiles, formées par l'intermède et par la longue et constante impression des éléments humides, se sont ensuite peu à peu desséchées, et, ayant pris plus de solidité par leur desséchement, elles ont perdu leur première forme d'argile avec leur mollesse, et elles ont formé les schistes et les ardoises, qui, quoique de même essence, diffèrent néanmoins des argiles par leur dureté, leur sécheresse et leur solidité.

Ce sont là les premiers et grands produits des détriments et de la décomposition par l'eau de toutes les matières vitreuses formées par le feu primitif; et ces grands produits ont précédé tous les produits secondaires, qui sont de la même essence

vitreuse, mais qu'on ne doit regarder que comme des extraits ou stalactites de ces matières primordiales.

L'eau a de même agi, et peut-être avec plus d'avantage, sur les substances calcaires, qui toutes proviennent du détriment et des dépouilles des animaux à coquilles; elle est d'abord entrée en grande quantité dans la substance coquilleuse, comme on peut le démontrer par la grande quantité d'eau que l'on tire de cette substance coquilleuse et de toute matière calcaire, en leur faisant subir l'action du feu. L'eau, après avoir passé par le filtre des animaux à coquilles, et contribué à la formation de leur enveloppe pierreuse, en est devenue partie constituante, et s'est incorporée avec cette matière coquilleuse au point d'y résider à jamais. Toute matière coquilleuse ou calcaire est réellement composée de plus d'un quart d'eau, sans y comprendre l'air fixe qui s'est incarcéré dans leur substance en même temps que l'eau.

Les eaux rassemblées dans les vastes bassins qui leur servoient de réceptacle, et couvrant dans les premiers temps toutes les parties du globe, à l'exception des montagnes élevées, ont dès lors éprouvé le mouvement du flux et reflux, et tous les autres mouvements qui les agitoient par les vents et les orages; et dès lors elles ont transporté, brisé et accumulé les dépouilles et débris des coquillages et de toutes les productions pierreuses des animaux marins, dont les enveloppes sont de la même nature que la substance des coquilles; elles ont déposé tous ces détriments plus ou moins brisés et réduits en poudre sur les argiles, les glaises et les schistes, par lits horizontaux, ou inclinés comme l'étoit le sol sur lequel ils tomboient en forme de sédiment. Ce sont ces mêmes sédiments de coquilles et autres substances de même nature, réduites en poudre et en débris, qui ont formé les craies, les pierres calcaires, les marbres et même les plâtres, lesquels ne diffèrent des autres matières calcaires qu'en ce qu'ils ont été fortement imprégnés de l'acide vitriolique contenu dans les argiles et les glaises.

Toutes ces grandes masses de matières calcaires et argileuses une fois établies et solidifiées par le desséchement, après l'a-

baissement ou la retraite des eaux, se sont trouvées exposées à l'action de l'air et à toutes les impressions de l'atmosphère et de l'acide aérien qu'il contient : ce premier acide a exercé son action sur toutes les substances vitreuses, calcaires, métalliques et limoneuses.

Les eaux pluviales ont d'abord pénétré la surface des terrains découverts; elles ont coulé par les fentes perpendiculaires ou inclinées, au bas desquelles les lits d'argile les ont reçues et retenues pour les laisser ensuite paroître en forme de sources, de fontaines, qui toutes doivent leur origine et leur entretien aux vapeurs aqueuses transportées par les vents de la surface des mers sur celle des continents terrestres.

Ces eaux pluviales, et même leurs vapeurs humides, agissant sur la surface ou pénétrant la substance des matières vitreuses et calcaires, en ont détaché des particules pierreuses dont elles se sont chargées et qui ont formé de nouveaux corps pierreux. Ces molécules détachées par l'eau se sont réunies, et leur agrégation a produit des stalactites transparentes et opaques, selon que ces mêmes particules pierreuses étoient réduites à une plus ou moins grande ténuité, et qu'elles ont pu se rassembler de plus près par leur homogénéité.

C'est ainsi que le quartz, pénétré et dissous par l'eau, a produit, par exsudation, les cristaux de roche blancs et les cristaux colorés, tels que les améthystes, cristaux-topazes, chrysolites et aigues-marines, lorsqu'il s'est trouvé des matières métalliques, et particulièrement du fer, dans le voisinage ou dans la route de l'eau chargée de ces molécules quartzeuses.

C'est ainsi que le feld-spath seul, ou le feld-spath mêlé de quartz, a produit tous les cristaux chatoyants, tels que le saphir d'eau, la pierre de Labrador ou de Russie, les yeux-de-chat, l'œil-de-poisson, l'œil-de-loup, l'aventurine et l'opale, qui nous démontrent, par leur chatoiement et par leur fusibilité, qu'ils tirent leur origine et une partie de leur essence de feld-spath pur ou mélangé de quartz.

C'est par les mêmes opérations de nature que le schorl seul

ou le schorl mêlé de quartz a produit les émeraudes, les topazes-rubis-saphirs du Brésil, la topaze de Saxe, le béryl, les péridots, les grenats, les hyacinthes et la tourmaline, qui nous démontrent, par leur pesanteur spécifique et par leur fusibilité, qu'ils ne tirent pas leur origine du quartz ni du feldspath seuls, mais du schorl, ou schorl mêlé de l'un ou de l'autre.

Toutes ces stalactites vitreuses, formées par l'agrégation des particules homogènes de ces trois verres primitifs, sont transparentes; leur substance est entièrement vitreuse et néanmoins elle est disposée par couches alternatives de différente densité, qui nous sont démontrées par la double réfraction que souffre la lumière en traversant ces pierres. Seulement il est à remarquer que dans toutes, comme dans le cristal de roche, il y a un sens où la lumière ne se partage pas, au lieu que dans les spaths et cristaux calcaires, tels que celui d'Islande, la lumière se partage, dans quelque sens que ces matières transparentes lui soient présentées.

Le quartz, le feldspath et le schorl, seuls ou mêlés ensemble, ont produit d'autres stalactites moins pures et à demi transparentes, toutes les fois que leurs particules ont été moins dissoutes, moins atténuées par l'eau, et qu'elles n'ont pu se cristalliser par défaut d'homogénéité ou de ténuité. Ces stalactites demi-transparentes sont les agates, cornalines, sardoines, prases et onyx, qui toutes participent beaucoup plus de l'essence du quartz que de celle du feldspath et du schorl; il y en a même plusieurs d'entre elles qu'on ne doit rapporter qu'à la décomposition du quartz seul, le feldspath n'étant point entré dans celles qui n'ont aucun chatoiment, et le schorl ne s'étant mêlé que dans celles dont la pesanteur spécifique est considérablement plus grande que celle du quartz ou du feldspath. D'ailleurs celles de ces pierres qui sont très réfractaires au feu sont purement quartzieuses; car elles seroient fusibles si le feldspath ou le schorl étoient entrés dans la composition de leur substance.

Le jaspé primitif, étant opaque par sa nature, n'a produit

que des stalactites opaques qui nous sont représentées par tous les jaspes de seconde formation : les uns et les autres n'étant que des quartz ou des extraits du quartz imprégnés de vapeurs métalliques sont également réfractaires au feu ; et d'ailleurs leur pesanteur spécifique, qui n'est pas fort différente de celle des quartz, démontre qu'ils ne contiennent point de schorl ; et leur poli sans chatoiement démontre aussi qu'il n'est point entré de feld-spath dans leur composition.

Enfin le mica, qui n'a été produit que par les poudres et les exfoliations des quatre autres verres primitifs, a communément une transparence ou demi-transparence, selon qu'il est plus ou moins atténué. Ce dernier verre de nature a formé, de même que les premiers, par l'intermède de l'eau, des stalactites demi-transparentes, telles que les talcs, la craie de Briançon, les amiantes et d'autres stalactites ou concrétions opaques, telles que les jades, serpentines, pierres ollaires, pierres-de-lard, et qui toutes nous démontrent, par leur poli onctueux au toucher, par leur transparence grasseuse, aussi bien que par l'endurcissement qu'elles prennent au feu, et leur résistance à s'y fondre, qu'elles ne tirent leur origine immédiate ni du quartz, ni du feld-spath, ni du schorl, et qu'elles ne sont que des produits ou stalactites du mica plus ou moins atténué par l'impression des éléments humides.

Lorsque l'eau, chargée des molécules de ces verres primitifs, s'est trouvée en même temps imprégnée ou plutôt mélangée de parties terreuses ou ferrugineuses, elle a de même formé, par stillation, les cailloux opaques, qui ne diffèrent des autres produits quartzeux que par leur entière opacité ; et lorsque ces cailloux ont été saisis et réunis par un ciment pierreux, leur agrégation a formé des pierres auxquelles on a donné le nom de *poudingues*, qui sont les produits ultérieurs et les moins purs de toutes les matières vitreuses ; car le ciment qui lie les cailloux dont ils sont composés est souvent impur, et toujours moins dur que la substance des cailloux.

Les verres primitifs ont formé, dès les premiers temps, et par la seule action du feu, les porphyres et les granites ; ce

sont les premiers détriments et les exfoliations en petites lames et en grains plus ou moins gros du quartz, du jaspé, du feldspath, du schorl et du mica. L'eau ne paroît avoir eu aucune part à leur formation, et les masses immenses de granite qui se trouvent par montagnes dans presque toutes les régions du globe nous démontrent que l'agrégation de ces particules vitreuses s'est faite par le feu primitif; elles nageoient à la surface du globe liquéfié en forme de scories, elles se sont dès lors réunies par la seule force de leur affinité. Le jaspé n'est entré que dans la composition des porphyres; les quatre autres verres primitifs sont entrés dans la composition des granites.

Les matières provenant de la décomposition de ces verres primitifs et de leurs agrégats par l'action et l'intermède de l'eau, telles que les grès, les argiles et les schistes, ont produit d'autres stalactites opaques mêlées de parties vitreuses et argileuses, telles que les cos, les pierres à rasoir, qui ne diffèrent des cailloux qu'en ce que leurs parties constituantes étoient pour la plupart converties en argile lorsqu'elles se sont réunies; mais le fond de leur essence est le même, et ces pierres tirent également leur origine de la décomposition des verres primitifs par l'intermède de l'eau.

La matière calcaire n'a été formée que postérieurement à la matière vitreuse; l'eau a eu la plus grande part à sa composition, et fait même partie de sa substance, qui, lorsqu'elle est réduite à l'homogénéité, devient transparente: aussi cette matière calcaire produit des stalactites transparentes, telles que le cristal d'Islande et tous les spaths et gypses blancs ou colorés; et quand elle n'a été divisée par l'eau qu'en particules plus grossières, elle a formé les grandes masses des albâtres, des marbres de seconde formation et des plâtres, qui ne sont que des agrégats opaques des débris et détriments des substances coquilleuses ou des premières pierres calcaires, dont les particules ou les grains, transportés par les eaux, se sont réunis et ont formé les plus anciens bancs des marbres et autres pierres calcaires.

Et lorsque ce suc calcaire ou gypseux s'est mêlé avec le suc vitreux, leur mélange a produit des concrétions qui participent de la nature des deux, telles que les marnes, les grès impurs, qui se présentent en grandes masses, et aussi les masses plus petites des lapis-lazuli, des zéolites, des pierres à fusil, des pierres meulières et de toutes les autres dans lesquelles on peut reconnoître la mixtion de la substance calcaire à la matière vitreuse.

Ces pierres mélangées de matières vitreuses et de substances calcaires sont en très grand nombre, et on les distingue des pierres purement vitreuses ou calcaires en leur faisant subir l'action des acides. Ils ne font d'abord aucune effervescence avec ces matières, et cependant elles se convertissent à la longue en une sorte de gelée.

La terre végétale, limoneuse et bolaire, dont la substance est principalement composée des détriments des végétaux et des animaux, et qui a retenu une portion du feu contenue dans tous les êtres organisés, a produit des corps ignés et des stalactites phosphorescentes, opaques et transparentes; et c'est moins par l'intermède de l'eau que par l'action du feu contenu dans cette terre qu'ont été produites les pyrites et autres stalactites ignées, qui se sont toutes formées séparément par la seule puissance du feu contenu dans le résidu des corps organisés. Ce feu s'est formé des sphères particulières dans lesquelles la terre, l'air et l'eau ne sont entrés qu'en petite quantité; et ce même feu s'étant fixé avec les acides a produit les pyrites, et avec les alcalis il a formé les diamants et les pierres précieuses, qui toutes contiennent plus de feu que de toute autre matière.

Et comme cette terre végétale et limoneuse est toujours mêlée de parties de fer, les pyrites en contiennent une grande quantité, tandis que les spaths pesants, quoique formés par cette même terre, et quoique très denses, n'en contiennent point du tout. Ces spaths pesants sont tous phosphorescents, et ils ont plusieurs autres rapports avec les pyrites et les pierres précieuses; ils sont même plus pesants que le rubis, qui de

toutes ces pierres est le plus dense. Ils conservent aussi plus long-temps la lumière, et pourroient bien être la matrice de ces brillants produits de la nature.

Ces spaths pesants sont homogènes dans toute leur substance, car ceux qui sont transparents et ceux qu'on réduit à une petite épaisseur ne donnent qu'une simple réfraction comme le diamant et les autres pierres précieuses, dont la substance est également homogène dans toutes ses parties.

Les pyrites, formées en assez peu de temps, rendent aisément le feu qu'elles contiennent; l'humidité seule suffit pour le faire exhiler: mais le diamant et les pierres précieuses, dont la dureté et la texture nous indiquent que leur formation exige un très grand temps, conservent à jamais le feu qu'elles contiennent, ou ne le rendent que par la combustion.

Les principes salins, qu'on peut réduire à trois, savoir: l'acide, l'alcali et l'arsenic, produisent, par leur mélange avec les matières terreuses ou métalliques, des concrétions opaques ou transparentes, et forment toutes les substances salines et toutes les minéralisations métalliques.

Les métaux et leurs minerais de première formation, en subissant l'action de l'acide aérien et des sels de la terre, produisent les mines secondaires, dont la plupart se présentent en concrétions opaques, et quelques-unes en stalactites transparentes. Le feu agit sur les métaux comme l'eau sur les sels; mais les cristaux métalliques produits par le moyen du feu sont opaques, au lieu que les cristaux salins sont diaphanes ou demi-transparentes.

Enfin toutes les matières vitreuses, calcaires, gypseuses, limoneuses ou végétales, salines et métalliques, en subissant la violente action du feu dans les volcans, prennent de nouvelles formes: les unes se subliment en soufre et en sel ammoniac; les autres s'exhalent en vapeurs et en cendres; les plus fixes forment les basaltes et les laves, dont les détriments produisent les tripolis, les pouzzolanes, et se changent en argile, comme toutes les autres matières vitreuses produites par le feu primitif.

Cette récapitulation présente en raccourci la génésie ou filiation des minéraux, c'est-à-dire la marche de la nature dans l'ordre successif de ses productions dans le règne minéral. Il sera donc facile de s'en représenter l'ensemble et les détails, et de les arranger dorénavant d'une manière moins arbitraire et moins confuse qu'on ne l'a fait jusqu'à présent.

TRAITÉ DE L'AIMANT

ET DE SES USAGES.

ARTICLE PREMIER.

Des forces de la nature en général, et en particulier de l'électricité et du magnétisme.

Il n'y a dans la nature qu'une seule force primitive, c'est l'attraction réciproque entre toutes les parties de la matière. Cette force est une puissance émanée de la puissance divine, et seule elle a suffi pour produire le mouvement et toutes les autres forces qui animent l'univers; car, comme son action peut s'exercer en deux sens opposés, en vertu du ressort qui appartient à toute matière, et dont cette même puissance d'attraction est la cause, elle repousse autant qu'elle attire. On doit donc admettre deux effets généraux, c'est-à-dire l'attraction et l'impulsion, qui n'est que la répulsion: la première, également répartie et toujours subsistante dans la matière; et la seconde, variable, occasionelle et dépendante de la première. Autant l'attraction maintient la cohérence et la dureté des corps, autant l'impulsion tend à les désunir et à les séparer. Ainsi, toutes les fois que les corps ne sont pas brisés par le choc, et qu'ils sont seulement comprimés, l'attraction, qui fait le lien de la cohérence, rétablit les parties dans leur première situation en agissant en sens contraire, par répulsion, avec autant de force que l'impulsion avoit agi en sens direct: c'est ici, comme en tout, une réaction égale à l'action. On ne peut donc pas rapporter à l'impulsion les effets de l'attraction universelle; mais c'est au contraire cette attraction générale qui produit, comme première cause, tous les phénomènes de l'impulsion.

En effet, doit-on jamais perdre de vue les bornes de la faculté que nous avons de communiquer avec la nature? doit-on se persuader que ce qui ne tombe pas sous nos sens puisse se rapporter à ce que nous voyons ou palpons? L'on ne connoît les forces qui animent l'univers que par le mouvement et par ses effets; ce mot même de *force* ne signifie rien de matériel, et n'indique rien de ce qui peut affecter nos organes, qui cependant sont nos seuls moyens de communication avec la nature. Ne devons-nous pas renoncer dès lors à vouloir mettre au nombre des substances matérielles ces forces générales de l'attraction et de l'impulsion primitive, en les transformant, pour aider notre imagination, en matières subtiles, en fluides élastiques, en substances réellement existantes, et qui, comme la lumière, la chaleur, le son et les odeurs, devraient affecter nos organes? car ces rapports avec nous sont les seuls attributs de la matière que nous puissions saisir, les seuls que l'on doit regarder comme des agents mécaniques: et ces agents eux-mêmes, ainsi que leurs effets, ne dépendent-ils pas plus ou moins, et toujours, de la force primitive, dont l'origine et l'essence nous seront à jamais inconnues, parce que cette force en effet n'est pas une substance, mais une puissance qui anime la matière?

Tout ce que nous pouvons concevoir de cette puissance primitive d'attraction et d'impulsion ou répulsion qu'elle produit, c'est que la matière n'a jamais existé sans mouvement; car l'attraction étant essentielle à tout atome matériel, cette force a nécessairement produit du mouvement toutes les fois que les parties de la matière se sont trouvées séparées ou éloignées les unes des autres: elles ont dès lors été forcées de se mouvoir et de parcourir l'espace intermédiaire pour s'approcher et se réunir. Le mouvement est donc aussi ancien que la matière, et l'impulsion ou répulsion est contemporaine de l'attraction; mais, agissant en sens contraire, elle tend à éloigner tout ce que l'attraction a rapproché.

Le choc, et toute violente attrition entre les corps, produit du feu en divisant et repoussant les parties de la matière: et

c'est de l'impulsion primitive que cet élément a tire son origine ; élément lequel seul est actif et sert de base et de ministre à toute force impulsive, générale et particulière, dont les effets sont toujours opposés et contraires à ceux de l'attraction universelle. Le feu se manifeste dans toutes les parties de l'univers, soit par la lumière, soit par la chaleur ; il brille dans le soleil et dans les astres fixes ; il tient encore en incandescence les grosses planètes ; il chauffe plus ou moins les autres planètes et les comètes ; il a aussi pénétré, fondu, enflammé la matière de notre globe, lequel, ayant subi l'action de ce feu primitif, est encore chaud ; et quoique cette chaleur s'évapore et se dissipe sans cesse, elle est néanmoins très active, et subsiste en grande quantité, puisque la température de l'intérieur de la terre, à une médiocre profondeur, est de plus de dix degrés.

C'est de ce feu intérieur ou de cette chaleur propre du globe que provient le feu particulier de l'électricité. Nous avons déjà dit dans notre *Introduction à l'Histoire des Minéraux*, et tout nous le persuade, que l'électricité tire son origine de cette chaleur intérieure du globe. Les émanations continuelles de cette chaleur intérieure s'élèvent perpendiculairement à chaque point de la surface de la terre : elles sont bien plus abondantes à l'équateur que dans toutes les autres parties du globe ; assez nombreuses dans les zones tempérées ; elles deviennent nulles ou presque nulles aux régions polaires, qui sont couvertes par la glace ou resserrées par la gelée. Le fluide électrique, ainsi que les émanations qui le produisent, ne peuvent donc jamais être en équilibre autour du globe ; ces émanations doivent nécessairement partir de l'équateur où elles abondent, et se porter vers les pôles où elles manquent.

Ces courants électriques qui partent de l'équateur et des régions adjacentes se compriment et se resserrent en se dirigeant à chaque pôle terrestre, à peu près comme les méridiens se rapprochent les uns des autres : dès lors la chaleur obscure qui émane de la terre et forme ces courants électriques peut devenir lumineuse en se condensant dans un moindre espace,

de la même manière que la chaleur obscure de nos fourneaux devient lumineuse lorsqu'on la condense en la tenant enfermée ; et c'est là la vraie cause de ces feux qu'on regardoit autrefois comme des incendies célestes, et qui ne sont néanmoins que des effets électriques auxquels on a donné le nom d'*aurores polaires*. Elles sont plus fréquentes dans les saisons de l'automne et de l'hiver, parce que c'est le temps où les émanations de la chaleur de la terre sont le plus complètement supprimées dans les zones froides, tandis qu'elles sont toujours presque également abondantes dans la zone torride ; elles doivent donc se porter alors avec plus de rapidité de l'équateur aux pôles, et devenir lumineuses par leur accumulation et leur resserrement dans un petit espace.

Mais ce n'est pas seulement dans l'atmosphère et à la surface du globe que ce fluide électrique produit de grands effets ; il agit également, et même avec beaucoup plus de force, à l'intérieur du globe, et surtout dans les cavités qui se trouvent en grand nombre au-dessous des couches extérieures de la terre ; il fait jaillir, dans tous ces espaces vides, des foudres plus ou moins puissantes ; et en recherchant les diverses manières dont peuvent se former ces foudres souterraines, nous trouverons que les quartz, les jaspes, les feld-spaths, les schorls, les granites et autres matières vitreuses, sont électrisables par frottement comme nos verres factices, dont on se sert pour produire la force électrique et pour isoler les corps auxquels on veut la communiquer.

Ces substances vitreuses doivent donc isoler les amas d'eau qui peuvent se trouver dans ces cavités, ainsi que les débris

M. le comte de Lacépède a publié, dans le *Journal de Physique de 1778*, un mémoire dans lequel il suit les mêmes vues, relatives à l'électricité, que nous avons données dans notre *Introduction à l'Histoire des minéraux*, et rapporte l'origine des aurores boréales à l'accumulation du feu électrique, qui part de l'équateur, et va se ramasser au-dessus des contrées polaires. En 1779 on a lu, dans une des séances publiques de l'Académie des Sciences, un mémoire de M. Francklin, dans lequel ce savant physicien attribue aussi la formation des aurores boréales au fluide électrique qui se porte et se condense au-dessus des glaces des deux pôles.

des corps organisés, les terres humides, les matières calcaires et les divers filons métalliques. Ces amas d'eau, ces matières métalliques, calcaires, végétales et humides, sont au contraire les plus puissants conducteurs du fluide électrique. Lors donc qu'elles sont isolées par les matières vitreuses, elles peuvent être chargées d'un excès plus ou moins considérable de ce fluide, de même qu'en sont chargées les nuées environnées d'un air sec qui les isole.

Des courants d'eau produits par des pluies plus ou moins abondantes ou d'autres causes locales et accidentelles peuvent faire communiquer des matières conductrices, isolées et chargées de fluide électrique, avec d'autres substances de même nature, également isolées, mais dans lesquelles ce fluide n'aura pas été accumulé : alors ce fluide de feu doit s'élaner du premier amas d'eau vers le second, et dès lors il produit la foudre souterraine dans l'espace qu'il parcourt ; les matières combustibles s'allument ; les explosions se multiplient ; elles soulèvent et ébranlent des portions de terre d'une grande étendue, et des blocs de rocher en très grande masse et en bancs continus. Les vents souterrains, produits par ces grandes agitations, soufflent et s'élancent dès lors avec violence contre des substances conductrices de l'électricité, isolées par des matières vitreuses : ils peuvent donc aussi électriser ces substances de la même manière que nous électrisons, par le moyen de l'air fortement agité, des conducteurs isolés, humides ou métalliques.

La foudre allumée par ces diverses causes, et mettant le feu aux matières combustibles renfermées dans le sein de la terre, peut produire des volcans et d'autres incendies durables. Les matières enflammées dans leurs foyers doivent, en échauffant les schistes et les autres matières vitreuses de seconde formation qui les contiennent et les isolent, augmenter l'affinité de ces dernières substances avec le feu électrique ; elles doivent alors leur communiquer une partie de celui qu'elles possèdent, et par conséquent devenir électrisées en moins. Et c'est par cette raison que lorsque ces matières fondues et rejetées par

les volcans, coulent à la surface de la terre, ou qu'elles s'élèvent en colonnes ardentes au-dessus des cratères, elles attirent le fluide électrique des divers corps qu'elles rencontrent, et même des nuages suspendus au-dessus; car l'on voit alors jaillir de tous côtés des foudres aériennes qui s'élancent vers les matières enflammées vomies par les volcans; et comme les eaux de la mer parviennent aussi dans les foyers des volcans, et que la flamme est, comme l'eau, conductrice de l'électricité¹, elles communiquent une grande quantité de fluide élec-

¹ Il y a environ vingt ans que le nommé Aubert, faïencier à la Tour-d'Aigues, étant occupé à cuire une fournée de faïence, vit avec le plus grand étonnement le feu s'éteindre dans l'instant même, et passer d'un feu de cerise à l'obscurité totale. Le four étoit allumé depuis plus de vingt heures, et la vitrification de l'émail des pièces étoit déjà avancée. Il fit tous ses efforts pour rallumer le feu et achever sa cuite, mais inutilement. Il fut obligé de l'abandonner.

Je fus tout de suite averti de cet accident; je me transportai à sa fabrique, où je vis ce four, effectivement obscur, conservant encore toute sa chaleur.

Il y avoit eu ce jour-là, vers les trois heures après midi, un orage duquel partit le coup de tonnerre qui avoit produit l'effet dont je viens de parler. L'on avoit vu du dehors la foudre: le faïencier avoit entendu un coup qui n'avoit rien d'extraordinaire, sans apercevoir l'éclair ni la moindre clarté. Rien n'étoit dérangé dans la chambre du four ni au toit. Le coup de tonnerre étoit entré par la *gueule de loup* faite pour laisser échapper la fumée, et placée perpendiculairement sur le four avec une ouverture de plus de dix pieds carrés.

Curieux de voir ce qui s'étoit passé dans l'intérieur du four, j'assistai à son ouverture deux jours après. Il n'y avoit rien de cassé, ni même de dérangé; mais l'émail appliqué sur toutes les pièces étoit entièrement enfumé et tacheté partout de points blancs et jaunes, sans doute dus aux parties métalliques qui n'avoient point eu le temps d'entrer en fusion.

Il est à croire que la foudre avoit passé à portée du feu, qui l'avoit attirée et absorbée sans qu'elle eût eu le temps ni le pouvoir d'éclater.

Mais pour connoître la force de cet effet, il est nécessaire d'être instruit de la forme des fours en usage dans nos provinces, lesquels font une masse de feu bien plus considérable que ceux des autres pays, parce qu'étant obligé d'y cuire avec les fagots ou branches de pins ou de chênes verts, qui donnent un feu extrêmement ardent, on est forcé d'écartier le foyer du dépôt de la marchandise.

La flamme parcourt dans ces fours plus de six toises de longueur. Ils sont partagés en trois pièces: le corps du four, relevé sur le terrain, y est construit entre deux voutes; le dessous est à moitié enterré pour mieux conserver la chaleur, et il est précédé d'une voute qui s'étend jusqu'à la porte par laquelle on jette les fagots au nombre de trois ou quatre à la fois. On a l'attention de laisser brûler ces fagots sans en fournir de nouveaux jusqu'à ce

trique aux matières enflammées et électrisées en moins; ce qui produit de nouvelles foudres, et cause d'autres secousses et des explosions qui bouleversent et entr'ouvrent la surface de la terre.

De plus, les substances vitreuses qui forment les parois des cavités des volcans, et qui ont reçu une quantité de fluide électrique proportionnée à la chaleur qui les a pénétrées, s'en trouvent surchargées à mesure qu'elles se refroidissent; elles lancent de nouvelles foudres contre les matières enflammées, et produisent de nouvelles secousses qui se propagent à des distances plus ou moins grandes, suivant la disposition des matières conductrices. Et comme le fluide électrique peut parcourir en un instant l'espace le plus vaste, en ébranlant tout ce qui se trouve sur son passage, c'est à cette cause que l'on doit rapporter les commotions et les tremblements de terre qui se font sentir, presque dans le même instant, à de très grandes distances; car, si l'on veut juger de la force prodigieuse des foudres qui produisent les tremblements de terre les plus étendus, que l'on compare l'espace immense et d'un très grand nombre de lieues que les substances conductrices occupent quelquefois dans le sein de la terre, avec les petites dimensions des nuages qui lancent la foudre des airs, dont la force suffit cependant pour renverser les édifices les plus solides.

On a vu le tonnerre renverser des blocs de rocher de plus de vingt-cinq toises cubes. Les conducteurs souterrains peuvent être au moins cinquante mille fois plus volumineux que les

que la flamme, après avoir circulé dans tout le corps et s'être élevée plus d'un pied au sommet du four, soit absolument tombée.

Le four dans lequel tomba le tonnerre est de huit pieds de largeur en carré sur environ dix pieds de hauteur. Le dessous du four a les mêmes dimensions, mais il est élevé seulement de six pieds. On l'emploie à cuire des biscuits et le massicot pour le blanc de la fournée suivante. Quant à la gorge du four, elle est aussi de six pieds de haut, mais de largeur inégale, puisque le four n'a pas quatre pieds de largeur à son ouverture. Il est donc aisé de conclure que la force qui put en un seul instant anéantir une pareille masse ignée dut être d'une puissance étonnante. (*Extrait d'une lettre de M. de la Tour-d'Aigues, président à mortier au parlement de Provence, écrite à M. Daubenton, garde du Cabinet du Roi, de l'Académie des Sciences.*)

nuages orageux : si leur force étoit en proportion, la foudre qu'ils produisent pourroit donc renverser plus de douze cent mille toises cubés ; et comme la chaleur intérieure de la terre est beaucoup plus grande que celle de l'atmosphère à la hauteur des nuages, la foudre de ces conducteurs électriques doit être augmentée dans cette proportion, et dès lors on peut dire que cette force est assez puissante pour bouleverser et même projeter plusieurs millions de toises cubés.

Maintenant si nous considérons le grand nombre des volcans actuellement agissans, et le nombre infiniment plus grand des volcans éteints, nous reconnoissons qu'ils forment de larges bandes dans plusieurs directions qui s'étendent autour du globe, et occupent des espaces d'une très longue étendue, dans lesquels la terre a été bouleversée, et s'est souvent affaissée au-dessous ou élevée au-dessus de son niveau. C'est surtout dans les régions de la zone torride que se sont faits les plus grands changemens. On peut suivre la ruine des continents terrestres et leur abaissement sous les eaux, en parcourant les îles de la mer du Sud. On peut voir, au contraire, l'élévation des terres par l'inspection des montagnes de l'Amérique méridionale, dont quelques-unes sont encore des volcans agissans. On retrouve les mêmes volcans dans les îles de la mer Atlantique, dans celles de l'océan Indien, et jusque dans les régions polaires, comme en Islande, en Europe et à la Terre-de-Feu à l'extrémité de l'Amérique. La zone tempérée offre de même dans les deux hémisphères une infinité d'indices de volcans éteints ; et l'on ne peut douter que ces énormes explosions, auxquelles l'électricité souterraine a la plus grande part, n'aient très anciennement bouleversé les terres à la surface du globe, à une assez grande profondeur, dans une étendue de plusieurs centaines de lieues en différens sens.

M. Faujas de Saint-Fond, l'un de nos plus savans naturalistes, a entrepris de donner la carte de tous les terrains volcanisés qui se voient à la surface du globe, et dont on peut suivre le cours sous les eaux de la mer, par l'inspection des îles, des écueils et autres fonds volcanisés. Cet infatigable et

bon observateur a parcouru tous les terrains qui offrent en Europe des indices du feu volcanique , et il a extrait des voyageurs les renseignements sur cet objet , dans toutes les parties du monde : il a bien voulu me fournir des notes en grand nombre , sur tous les volcans de l'Europe qu'il a lui-même observés ; j'ai cru devoir en présenter ici l'extrait , qui ne pourra que confirmer tout ce que nous avons dit sur les causes et les effets de ces feux souterrains.

En prenant le volcan brûlant du mont Hécla en Islande pour point de départ , on peut suivre , sans interruption , une assez large zone entièrement volcanisée , où l'observateur ne perd jamais de vue , un seul instant , les laves de toute espèce. Après avoir parcouru cette île , qui n'est qu'un amas de volcans éteints , adossés contre la montagne principale , dont les flancs sont encore embrasés , supposons qu'il s'embarque à la pointe de l'île qui porte le nom de *Long-Nez* : il trouvera sur sa route Westerhorn , Portland , et plusieurs autres îles volcaniques ; il visitera celle de Stroma , remarquable par ses grandes chaussées de basalte , et ensuite les îles de Féroé , où les laves et les basaltes se trouvent mêlés de zéolites. Depuis Féroé , il se portera sur les îles de Shetland , qui sont toutes volcanisées , et de là aux îles Orcades , lesquelles paroissent s'être élevées en entier d'une mer de feu. Les Orcades sont comme adhérentes aux îles Hébrides. C'est dans cet archipel que se trouvent celles de Saint-Kilda , Sky , Iona , Lyri , Ilikenkil ; la vaste et singulière caverne basaltique de Staffa , connue sous le nom de *grotte de Fingal* ; l'île de Mull , qui n'est qu'un composé de basalte , pétri pour ainsi dire avec de la zéolite.

De l'île de Mull , on peut aller en Écosse par celle de Kereyru , également volcanisée , et arriver à Dun-Staffugé ou a Dunkeld , sur les laves et les basaltes , que l'on peut suivre sans interruption par le duché d'Inverary , par celui de Perth , par Glasgow , jusqu'à Édimbourg. Ici les volcans semblent avoir trouvé des bornes qui les ont empêchés d'entrer dans l'Angleterre proprement dite ; mais ils se sont repliés sur eux-mêmes : on les suit sans interruption et sur une assez large zone qui s'étend

depuis Dunbar, Cowper, Stirling, jusqu'au bord de la mer, vers Port-Patrick. L'Irlande est en face, et l'on trouve à une petite distance les écueils du canal Saint-George, qui sont aussi volcanisés; l'on touche bientôt à cette immense colonnade connue sous le nom de *Chaussée des Géants*, et formant une ceinture de basalte prismatique, qui rend l'abord de l'Irlande presque inaccessible de ce côté.

En France, on peut reconnoître des volcans éteints en Bretagne, entre Royan et Tréguier, et les suivre dans une partie du Limousin, et en Auvergne, où se sont faits de très grands mouvements, et de fortes éruptions de volcans acuellement éteints; car les montagnes, les pics, les collines de basalte et de lave y sont si rapprochés, si accumulés, qu'ils offrent un système bizarre et disparate, très différent de la disposition et de l'arrangement de toutes les autres montagnes. Le Mont-d'Or et le Puy-de-Dôme peuvent être regardés comme autant de volcans principaux qui dominoient sur tous les autres.

Les villes de Clermont, de Riom, d'Issoire, ne sont bâties qu'avec des laves, et ne reposent que sur des laves. Le cours de ces terrains volcanisés s'étend jusqu'au-delà de l'Allier, et on en voit des indices dans une partie du Bourbonnois, et jusque dans la Bourgogne, auprès de Mont-Cenis, où l'on a reconnu le pic conique de Drevin, formé par un faisceau de basalte, qui s'élève en pointe à trois cents pieds de hauteur, et forme une grande borne qu'on peut regarder comme la limite du terrain volcanisé. Ces mêmes volcans d'Auvergne s'étendent, d'un côté, par Saint-Flour et Aurillac, jusqu'en Rouergue, et, de l'autre, dans le Velay; et en remontant la Loire jusqu'à sa source, parmi les laves, nous arriverons au Mont-Mezin, qui est un grand volcan éteint, dont la base à plus de douze lieues de circonférence, et dont la hauteur s'élève au-dessus de neuf cents toises. Le Vivarais est attenant au Velay, et l'on y voit un très grand nombre de cratères de volcans éteints, et des chaussées de basalte que l'on peut suivre dans leur largeur jusqu'à Rochemaure, au bord du Rhône, en face de Montélimart : mais leur développement en longueur s'étend par Cas-

san, Saint-Tibéri, jusqu'à Agde, où la montagne volcanique de Saint-Loup offre des escarpements de lave d'une grande épaisseur et d'une hauteur très considérable.

Il paroît qu'auprès d'Adge les laves s'enfoncent sous la mer; mais on ne tarde pas à les voir reparoître entre Marseille et Toulon, où l'on connoît le volcan d'Olioulles et celui des environs de Tourves. De grands dépôts calcaires ont recouvert postérieurement plusieurs de ces volcans : mais on en voit dont les sommités paroissent du milieu de ces antiques dépouilles de la mer; ceux des environs de Fréjus et d'Antibes sont de ce nombre.

Ici les Alpes maritimes ont servi de barrière aux feux souterrains de la Provence, et les ont pour ainsi dire empêchés de se joindre à ceux de l'Italie par la voie la plus courte; car derrière ces mêmes Alpes il se trouve des volcans qui, en ligne droite, ne sont éloignés que de trente lieues de ceux de Provence.

La zone incendiée a donc pris une autre route; on peut même dire qu'elle a une double direction en partant d'Antibes. La première arrive, par une communication sous-marine, en Sardaigne; elle coupe le cap Carbonara, traverse les montagnes de cette île, se replonge sous les eaux pour reparoître à Carthagène, et se joindre à la chaîne volcanisée du Portugal, jusqu'à Lisbonne, pour traverser ensuite une partie de l'Espagne, où M. Bowles a reconnu plusieurs volcans éteints. Telle est la première ligne de jonction des volcans de France.

La seconde se dirige également par la mer, et va joindre l'Italie entre Gènes et Florence. On entre ici dans un des plus vastes domaines du feu : l'incendie a été presque universel dans toute l'Italie et la Sicile, où il existe encore deux volcans brûlants, le Vésuve et l'Etna, des terrains embrasés, tels que la Solfatara, des îles incendiées, dont une, celle de Stromboli, vomit sans relâche, et dans tous les temps, des laves, des pierres poncees, et jette des flammes qui éclairent la mer au loin.

Le Vésuve nous offre un foyer en activité, couronné et recouvert de toutes parts des produits les plus remarquables du

feu, et jusqu'à des villes ensevelies à dix-huit cents pieds de profondeur, sous les matières projetées par le volcan. D'un côté, la mer nous montre les îles volcanisées d'Ischia, de Procida, de Caprée, etc., et de l'autre le continent nous offre la pointe de Misène, Baïes, Pouzzol, le Pausilippe, Portici, la côte de Sorrento, le cap de Minerve.

Le lac Agnano, Castrani, le Monte-Nuovo, le Monte-Barbaro, la Solfatara, sont autant de cratères qui ont vomi, pendant plusieurs siècles, des monceaux immenses de matières volcaniques.

Mais une chose digne de remarque, c'est que les volcans des environs de Naples et de la terre de Labour, comme les autres volcans dont nous venons de parler, semblent toujours éviter les montagnes primitives, quartzieuses et granitiques, et c'est par cette raison qu'ils n'ont point pris leur direction par la Calabre pour aller gagner la Sicile. Les grands courants de laves se sont frayé une route sous les eaux de la mer, et arrivent du golfe de Naples, le long de la côte de Sorrente, paroissant à découvert sur le rivage, et formant des écueils de matières volcaniques, qu'on voit de distance en distance, depuis le promontoire de Minerve jusqu'aux îles de Lipari. Les îles de Basiluzzo, les Cabianca, les Canera, Panaria, etc., sont sur cette ligne. Viennent ensuite l'île des Salines, celles de Lipari, Volcanello et Volcano, autre volcan brûlant où les feux souterrains fabriquent en grand de grosses masses de véritables pierres ponce. En Sicile, les monts Neptuniens, comme les Alpes en Provence, ont forcé les feux souterrains à suivre leurs contours, et à prendre leur direction par le val Demona. Dans cette île, l'Etna élève fièrement sa tête au-dessus de tous les volcans de l'Europe; les éjections qu'a produites ce foyer immense coupent le val de Noto, et arrivent à l'extrémité de la Sicile par le cap Passaro.

Les matières volcaniques disparaissent encore ici sous les eaux de la mer; mais les écueils de basalte, qu'on voit de distance en distance, sont des signaux évidents qui tracent la route de l'embrasement : on peut arriver, sans s'en écarter,

jusqu'à l'Archipel, où l'on trouve Santorini et les autres volcans qu'un observateur célèbre a fait connoître dans son *Voyage pittoresque de la Grèce*¹.

De l'Archipel, on peut suivre par la Dalmatie les volcans éteints décrits par M. Fortis, jusqu'en Hongrie, où l'on trouve ceux qu'a fait connoître M. Born dans ses Lettres sur la minéralogie de ce royaume. De la Hongrie, la chaîne volcanisée se prolonge toujours, sans interruption, par l'Allemagne, et va joindre les volcans éteints d'Hanovre, décrits par Raspe : ceux-ci se dirigent sur Cassel, ville bâtie sur un vaste plateau de basalte. Les feux souterrains qui ont élevé toutes les collines volcaniques des environs de Cassel ont porté leur direction par le grand cordon des hautes montagnes volcanisées de l'Habichoual, qui vont joindre le Rhin par Andernach, où les Hollandois font leur approvisionnement de *tras*² pour le convertir en pouzzolane. Les bords du Rhin, depuis Andernach jusqu'au vieux Brisach, forment la continuité de la zone volcanisée, qui traverse le Brisgaw et se rapproche par là de la France, du côté de Strasbourg.

D'après ce grand tableau des ravages du feu dans la partie du monde qui nous est la mieux connue, pourroit-on se persuader ou même imaginer qu'il ait pu exister d'assez grands amas de matières combustibles pour avoir alimenté pendant des siècles de siècles des volcans multipliés en aussi grand nombre? Cela seul suffiroit pour nous indiquer que la plupart des volcans actuellement éteints n'ont été produits que par les foudres de l'électricité souterraine. Nous venons de voir en effet que les Pyrénées, les Alpes, l'Apennin, les monts Neptuniens en Sicile, le mont Granby en Angleterre, et les autres montagnes primitives, quartzeuses et granitiques, ont arrêté le cours des feux souterrains, comme étant, par leur nature vitreuse, imperméables au fluide électrique, dont ils ne peuvent propager l'action ni communiquer les foudres, et qu'au

¹ M. le comte de Choiseul-Gouffier

² Le *tras* est un vrai basalte compacte ou poreux, facile à broyer, et dont les Hollandois font de la pouzzolane.

contraire tous les volcans produits par les feux ou les tonnerres souterrains ne se trouvent qu'aux environs de ces montagnes primitives, et n'ont exercé leur action que sur les schistes, les argiles, les substances calcaires et métalliques, et les autres matières de seconde formation et conductrices de l'électricité; et comme l'eau est un des plus puissants conducteurs du fluide électrique, ces volcans ont agi avec d'autant plus de force, qu'ils se sont trouvés plus près de la mer, dont les eaux, en pénétrant dans leurs cavités, ont prodigieusement augmenté la masse des substances conductrices et l'action de l'électricité. Mais jetons encore un coup d'œil sur les autres différences remarquables qu'on peut observer dans la continuité des terrains volcanisés.

L'une des premières choses qui s'offrent à nos considérations, c'est cette immense continuité de basaltes et de laves, lesquels s'étendent tant à l'intérieur qu'à l'extérieur des terrains volcanisés. Ces basaltes et ces laves, contenant une très grande quantité de matières ferrugineuses, doivent être regardés comme autant de conducteurs de l'électricité: ce sont pour ainsi dire des barres métalliques, c'est-à-dire des conducteurs à plusieurs centaines de lieues du fluide électrique, et qui peuvent le transmettre en un instant de l'une à l'autre de leurs extrémités, tant à l'intérieur de la terre qu'à sa surface. L'on doit donc rapporter à cette cause les commotions et tremblements de terre qui se font sentir presque en même temps à des distances très éloignées.

Une seconde considération très importante, c'est que tous les volcans, et surtout ceux qui sont encore actuellement agissants, portent sur des cavités dont la capacité est au moins égale au volume de leurs projections. Le Monte-Nuovo, voisin du Vésuve, s'est élevé presque subitement, c'est-à-dire en deux ou trois jours, dans l'année 1538, à la hauteur de plus de mille pieds sur une circonférence de plus d'une lieue à la base; et cette énorme masse, sortie des entrailles de la terre, dans un terrain qui n'étoit qu'une plaine, a nécessairement laissé des cavités au moins égales à son volume: de même il y a toute

raison de croire que l'Etna , dont la hauteur est de plus de dix-huit cents toises , et la circonférence à la base de près de cinquante lieues , ne s'est élevé que par la force des foudres souterraines , et que par conséquent cette très énorme masse de matière projetée porte sur plusieurs cavités dont le vide est au moins égal au volume soulevé. On peut encore citer les îles de Santorin , qui , depuis l'année 237 avant notre ère , se sont abîmées dans la mer et élevées au-dessus à plusieurs reprises , et dont les dernières catastrophes sont arrivées en 1707. « Tout l'espace , dit M. le comte de Choiseul-Gouffier , actuellement rempli par la mer , et contenu entre Santorin et Thérasia , aujourd'hui Aspro-Nisi , faisait partie de la grande île , ainsi que Thérasia elle-même. Un immense volcan s'est allumé et a dévoré toutes les parties intermédiaires. Je retrouve dans toute la côte de ce golfe , composée de rochers escarpés et calcinés , les bords de ce même foyer , et , si j'ose le dire , les parois internes du creuset où cette destruction s'est opérée ; mais ce qu'il faut surtout remarquer , c'est l'immense profondeur de cet abîme , dont on n'a jamais pu réussir à trouver le fond. »

Enfin nous devons encore observer en général que le Vésuve , l'Etna et les autres volcans , tant agissants qu'éteints , sont entourés de collines volcaniques , projetées par les feux souterrains , et qui ont dû laisser à leur place des cavités égales à leur volume. Ces collines , composées de laves et de matières fondues ou projetées , sont connues en Italie sous le nom de *monticolti* , et elles sont si multipliées dans le royaume de Naples , que leurs bases se touchent en beaucoup d'endroits. Ainsi le nombre des cavités ou boursouffures du globe , formées par le feu primitif , a dû diminuer par les affaissements successifs des cavernes , dont les eaux auront percé les voûtes , tandis que les feux souterrains ont produit d'autres cavités dont nous pouvons estimer la capacité par le volume des matières projetées et par l'élévation des montagnes volcaniques.

Je serois même tenté de croire que les montagnes volcaniques des Cordilières , telles que Chimborazo , Cotopaxi , Pichincha , Sangai , etc. , dont les feux sont actuellement agis-

sants, et qui s'élèvent à plus de trois mille toises, ont été soulevées à cette énorme hauteur par la force de ces feux, puisque l'Etna nous offre un exemple d'un pareil soulèvement jusqu'à la hauteur de dix-huit cents toises; et dès lors ces montagnes volcaniques des Cordilières ne doivent point être regardées comme des boursoufflures primitives du globe, puisqu'elles ne sont composées ni de quartz, ni de granite, ni d'autres matières vitreuses qui auroient arrêté l'effet des foudres souterraines, de même qu'en Europe nous voyons les Alpes et les Pyrénées avoir arrêté et rompu tous les efforts de cette électricité. Il en doit être de même des montagnes volcaniques du Mexique et des autres parties du monde où l'on trouve des volcans encore agissants.

A l'égard des volcans éteints, quoiqu'ils aient tous les caractères des volcans actuellement brûlants, nous remarquerons que les uns, tels que le Puy-de-Dôme, qui a plus de huit cents toises d'élévation, le Cantal en Auvergne, qui en a près de mille, et le Mont-Mezin en Vivarais, dont la hauteur est à peu près égale à celle du Cantal, doivent avoir des cavités au-dessous de leurs bases, et que d'autres se sont en partie éboulés depuis qu'ils ont cessé d'agir; cette différence se remarque par celle de la forme de leurs bouches ou cratères. Le Mont-Mezin, le Cantal, le collet d'Aisa; la coupe de Sausac, la Gravène de Montpezat, présentent tous des caractères d'une entière conservation, tandis que d'autres n'offrent qu'une partie de leurs bouches en entonnoir qui subsiste encore, et dont le reste s'est affaissé dans des cavités souterraines.

Mais le principal et le plus grand résultat que nous puissions tirer de tous ces faits, c'est que l'action des foudres et des feux souterrains ayant été assez violente pour élever dans nos zones tempérées des montagnes telles que l'Etna jusqu'à dix-huit cents toises de hauteur, nous devons cesser d'être étonnés de l'élévation des montagnes volcaniques des Cordilières jusqu'à trois mille toises. Deux fortes raisons me persuadent de la vérité de cette présomption. La première c'est que le globe, étant plus élevé sous l'équateur, a dû, dès les pre-

miers temps de sa consolidation, former des boursoufflures et des cavités beaucoup plus grandes dans les parties équatoriales que dans les autres zones, et que par conséquent les foudres souterraines auront exercé leur action avec plus de liberté et de puissance dans cette région, dont nous voyons en effet que les affaissements sous les eaux et les élévations au-dessus de la terre sont plus grandes que partout ailleurs, parce que, indépendamment de l'étendue plus considérable des cavités, la chaleur intérieure du globe et celle du soleil ont dû augmenter encore la puissance des foudres et des feux souterrains.

La seconde raison, plus décisive encore que la première, c'est que ces volcans, dans les Cordilières, nous démontrent qu'elles ne sont pas de première formation, c'est-à-dire entièrement composées de matières vitreuses, quartzieuses ou granitiques, puisque nous sommes assurés, par la continuité des terrains volcaniques dans l'Europe entière, que jamais les foudres souterraines n'ont agi contre ces matières primitives, et qu'elles en ont partout suivi les contours sans les entamer, parce que ces matières vitreuses n'étant point conductrices de l'électricité n'ont pu en subir ni propager l'action. Il est donc à présumer que toutes les montagnes volcaniques, soit dans les Cordilières, soit dans les autres parties du monde, ne sont pas de première formation, mais ont été projetées ou soulevées par la force des foudres et des feux souterrains, tandis que les autres montagnes, dans lesquelles, comme aux Alpes et aux Pyrénées, etc., l'on ne voit aucun indice de volcan, sont en effet les montagnes primitives, composées de matières vitreuses, qui se refusent à toute action de l'électricité.

Nous ne pouvons donc pas douter que la force de l'électricité n'ait agi en toute liberté et n'ait fait de violentes explosions dans les cavités ou boursoufflures occasionées par l'action du feu primitif; en sorte qu'on doit présumer, avec fondement, qu'il a existé des volcans dès ces premiers temps, et que ces volcans n'ont pas eu d'autre cause que l'action des foudres souterraines. Ces premiers et plus anciens volcans n'ont été pour ainsi dire que des explosions momentanées, et dont le

feu n'étant pas nourri par les matières combustibles, n'a pu se manifester par des effets durables; ils se sont pour ainsi dire éteints après leur explosion, qui néanmoins a dû projeter toutes les matières que la foudre avoit frappées et déplacées. Mais lorsque, dans la suite, les eaux, les substances métalliques et autres matières volatiles sublimées par le feu, et reléguées dans l'atmosphère, sont tombées et se sont établies sur le globe, ces substances, toutes conductrices de l'électricité, ont pu s'accumuler dans les cavernes souterraines. Les végétaux s'étant dès lors multipliés sur les hauteurs de la terre, et les coquillages s'étant en même temps propagés et ayant pullulé au point de former par leurs dépouilles de grands amas de matières calcaires, toutes ces matières conductrices se sont de même rassemblées dans ces cavités intérieures, et dès lors l'action des foudres électriques a dû produire des incendies durables, et d'autant plus violents que ces volcans se sont trouvés plus voisins des mers, dont les eaux, par leur conflit avec le feu, ont encore augmenté la force et la durée des explosions; et c'est par cette raison que le pied de tous les volcans actuellement agissants se trouve voisin des mers, et qu'il n'en existe pas dans l'intérieur des continents terrestres.

On doit donc distinguer deux sortes de volcans : les premiers, sans aliment, et uniquement produits par la force de l'électricité souterraine; les seconds, alimentés par les substances combustibles. Les premiers de tous les volcans n'ont été que des explosions momentanées dans le temps de la consolidation du globe. Ces explosions peuvent nous être représentées en petit par les étincelles que lance un boulet de fer rougi à blanc, en se refroidissant. Elles sont devenues plus violentes et plus fréquentes par la chute des eaux, dont le conflit avec le feu a dû produire de plus fortes secousses et des ébranlements plus étendus. Ces premiers et plus anciens volcans ont laissé des bouches ou cratères autour desquels se trouvent des laves et autres matières fondues par les foudres; de la même manière que la force électrique mise en jeu par

nos faibles instruments fond ou calcine toutes les matières sur lesquelles elle est dirigée.

Il y a donc toute apparence que, dans le nombre infini de volcans éteints qui se trouvent à la surface de la terre, la plupart doivent être rapportés aux premières époques des révolutions du globe après sa consolidation, pendant lesquelles ils n'ont agi que par moments et par l'effet subit des foudres souterraines, dont la violence a soulevé les montagnes et entr'ouvert les premières couches de la terre, avant que la nature eût produit assez de végétaux, de pyrites et d'autres substances combustibles, pour servir d'aliment aux volcans durables, tels que ceux qui sont encore actuellement agissants.

Ce sont aussi ces foudres électriques souterraines qui causent la plupart des tremblements de terre : je dis la plupart, car la chute et l'affaissement subit des cavernes intérieures du globe produisent aussi des mouvements qui ne se font sentir qu'à de petites distances : ce sont plutôt des trépidations que de vrais tremblements, dont les plus fréquents et les plus violents doivent se rapporter aux commotions produites par les foudres électriques, puisque ces tremblements se font souvent sentir, presque au même moment, à plus de cent lieues de distance et dans tout l'espace intermédiaire; c'est le coup électrique qui se propage subitement et aussi loin que s'étendent les corps qui peuvent lui servir de conducteurs. Les secousses occasionées par ces tonnerres souterrains sont quelquefois assez violentes pour bouleverser les terres en les élevant ou les abaissant, et changer en même temps la position des sources et la direction du cours des eaux.

Lorsque cette force de l'électricité agit à la surface du globe, elle ne se manifeste pas uniquement par des foudres, par des commotions, et par les autres effets que nous venons d'exposer : elle paroît changer de nature, et produit de nouveaux phénomènes. En effet, elle se modifie pour donner naissance à une nouvelle force à laquelle on a donné le nom de *magnétisme*; mais le magnétisme, bien moins général que l'électricité, n'agit que sur les matières ferrugineuses, et ne se montre que

par les effets de l'aimant et du fer, lesquels seuls peuvent fléchir et attirer une portion du courant universel et électrique, qui se porte directement, et en sens contraire, de l'équateur aux deux pôles.

Telle est donc l'origine des diverses forces, tant générales que particulières, dont nous venons de parler. L'attraction, en agissant en sens contraire de sa direction, a produit l'impulsion dès l'origine de la matière : cette impulsion a fait naître l'élément du feu, qui a produit l'électricité ; et nous allons voir que le magnétisme n'est qu'une modification particulière de cette électricité générale, qui se fléchit dans son cours vers les matières ferrugineuses.

Nous ne connoissons toutes ces forces que par leurs effets : les uns sont constants et généraux, les autres paroissent être variables et particuliers. La force d'attraction est universellement répandue ; elle réside dans tout atome de matière, et s'étend dans le système entier de l'univers, tandis que celle qui produit l'électricité agit à l'intérieur et s'étend à la surface du globe terrestre, mais n'affecte pas tous les corps de la même manière. Néanmoins cette force électrique est encore plus générale que la force magnétique, qui n'appartient à aucune substance qu'à l'aimant et au fer.

Ces deux forces particulières ont des propriétés communes avec celle de l'attraction universelle. Toutes trois agissent à plus ou moins de distance, et les effets du magnétisme et de l'électricité sont toujours combinés avec l'effet général de l'attraction qui appartient à toute matière, et qui par conséquent influe nécessairement sur l'action de ces deux forces, dont les effets, comparés entre eux, peuvent être semblables ou différents, variables ou constants, fugitifs ou permanents, et souvent paroître opposés ou contraires à l'action de la force universelle ; car, quoique cette force d'attraction s'exerce sans cesse en tout et partout, elle est vaincue par celles de l'électricité et du magnétisme toutes les fois que ces forces agissent avec assez d'énergie pour surmonter l'effet de l'attraction, qui n'est jamais que proportionnel à la masse des corps.

Les effets de l'électricité et du magnétisme sont produits par des forces impulsives particulières, qu'on ne doit point assimiler à l'impulsion ou répulsion primitive : celle-ci s'exerce dans l'espace vide, et n'a d'autre cause que l'attraction qui force toute matière à se rapprocher pour se réunir ; l'électricité et le magnétisme supposent au contraire des impulsions particulières causées par un fluide actif qui environne les corps électriques et magnétiques, et qui doit les affecter différemment, suivant leur différente nature.

Mais quel est ou peut être l'agent ou le moyen employé par la nature pour déterminer et fléchir l'électricité du globe en magnétisme vers le fer, de préférence à toute autre masse minérale ou métallique ? Si les conjectures ou même de simples vues sont permises sur un objet qui, par sa profondeur et son ancienneté contemporaine des premières révolutions de la terre, semble devoir échapper à nos regards et même à l'œil de l'imagination, nous dirons que la matière ferrugineuse, plus difficile à fondre qu'aucune autre, s'est établie sur le globe avant toute autre substance métallique, et que dès lors elle fut frappée la première, et avec plus de force et de dureté, par les flammes du feu primitif : elle dut donc en contracter la plus grande affinité avec l'élément du feu ; affinité qui se manifeste par la combustibilité du fer et par la prodigieuse quantité d'air inflammable ou feu fixe qu'il rend dans ses dissolutions ; et par conséquent de toutes les matières que l'électricité du globe peut affecter, le fer, comme ayant spécialement plus d'affinité avec ce fluide de feu et avec les forces dont il est l'ame, en ressent et marque mieux tous les mouvements, tant de direction que d'inflexion particulière, dont néanmoins les effets sont tous subordonnés à la grande action et à la direction générale du fluide électrique de l'équateur vers les pôles.

Car il est certain que s'il n'y avoit point de fer sur la terre il n'y auroit ni aimant ni magnétisme, et que la force électrique n'en existeroit ni ne subsisteroit pas moins, avec sa direction constante et générale de l'équateur aux pôles ; et il est tout aussi certain que le cours de ce fluide se fait en deux sens op-

posés, c'est-à-dire de l'équateur aux deux pôles terrestres, en se resserrant et s'inclinant comme les méridiens se resserrent et s'inclinent sur le globe; et l'on voit seulement que la direction magnétique, quoique soumise à cette grande loi, reçoit des inflexions dépendantes de la position des grandes masses de matières ferrugineuses, et de leur gisement dans les différents continents.

En comparant les effets de l'action d'une petite masse d'aimant avec ceux que produit la masse entière du globe terrestre, il paroît que ce globe possède en grand toutes les propriétés dont les aimants ne jouissent qu'en petit. Cependant la masse du globe entier n'est pas, comme les petites masses de l'aimant, composée de matières ferrugineuses; mais on peut dire que sa surface entière est mêlée d'une grande quantité de fer magnétique, puisque toutes les mines primitives sont attirables à l'aimant, et que de même les basaltes, les laves et toutes les mines secondaires revivifiées par le feu et par les coups de la foudre souterraine, sont également magnétiques. C'est cette continuité de matière ferrugineuse magnétique sur la surface de la terre qui a produit le magnétisme général du globe, dont les effets sont semblables à ceux du magnétisme particulier d'une pierre d'aimant; et c'est de l'électricité générale du globe que provient l'électricité particulière ou magnétisme de l'aimant. D'ailleurs la force magnétique n'ayant d'action que sur la matière ferrugineuse, ce seroit méconnoître la simplicité des lois de la nature que de la charger d'un petit procédé solitaire, et d'une force isolée qui ne s'exerceroit que sur le fer. Il me paroît donc démontré que le magnétisme, qu'on regardoit comme une force particulière et isolée, dépend de l'électricité, dont il n'est qu'une modification occasionée par le rapport unique de son action avec la nature du fer.

Et même, quoique le magnétisme n'appartienne qu'à la matière ferrugineuse, on ne doit pas le regarder comme une des propriétés essentielles de cette matière; car ce n'est qu'une simple qualité accidentelle que le fer acquiert ou qu'il perd, sans aucun changement et sans augmentation ni déperdition

de sa substance. Toute matière ferrugineuse qui aura subi l'action du feu prendra du magnétisme par le frottement , par la percussion , par tout choc , toute action violente de la part des autres corps : encore n'est-il pas nécessaire d'avoir recours à une force extérieure pour donner au fer cette vertu magnétique ; car il la prend aussi de lui-même , sans être ni frappé , ni mu , ni frotté : il la prend dans l'état du plus parfait repos , lorsqu'il reste constamment dans une certaine situation , exposé à l'action du magnétisme général ; car dès lors il devient aimant en assez peu de temps. Cette force magnétique peut donc agir sur le fer sans être aidée d'aucune autre force motrice ; et , dans tous les cas , elle s'en saisit sans en étendre le volume , et sans en augmenter ni diminuer la masse.

Nous avons parlé de l'aimant , comme des autres matières ferrugineuses , dans notre histoire des minéraux , à l'article du fer ; mais nous nous sommes réservé d'examiner de plus près ce minéral magnétique , qui , quoique aussi brut qu'aucun autre , semble tenir à la nature active et sensible des êtres organisés : l'attraction , la répulsion de l'aimant , sa direction vers les pôles du monde , son action sur les corps animés , et la faculté qu'il a de communiquer toutes ses propriétés sans en perdre aucune , sans que ses forces s'épuisent , et même sans qu'elles subissent le moindre affoiblissement ; toutes ces qualités , réunies ou séparées , paroissent être autant de vertus magiques , et sont au moins des attributs uniques , des singularités de nature d'autant plus étonnantes qu'elles semblent être sans exemple , et que , n'ayant été jusqu'ici que mal connues et peu comparées , on a vainement tenté d'en deviner les causes.

Les philosophes anciens , plus sages , quoique moins instruits que les modernes , n'ont pas eu la vaine prétention de vouloir expliquer par des causes mécaniques tous les effets de la nature ; et lorsqu'ils ont dit que l'aimant avoit des affections d'amour et de haine , ils indiquoient seulement , par ces expressions , que la cause de ces affections de l'aimant devoit avoir quelque rapport avec la cause qui produit de semblables affections dans les êtres sensibles : et peut-être se trompoient-ils

moins que les physiciens récents, qui ont voulu rapporter les phénomènes magnétiques aux lois de notre mécanique grossière; aussi tous leurs efforts, tous leurs raisonnements, appuyés sur des suppositions précaires, n'ont abouti qu'à démontrer l'erreur de leurs vues dans le principe, et l'insuffisance de leurs moyens d'explication. Mais, pour mieux connoître la nature du magnétisme et sa dépendance de l'électricité, comparons les principaux effets de ces deux forces, en présentant d'abord tous les faits semblables ou analogues, et sans dissimuler ceux qui paroissent différents ou contraires.

L'action du magnétisme et celle de l'électricité sont également variables, tantôt en plus, tantôt en moins, et leurs variations particulières dépendent en grande partie de l'état de l'atmosphère. Les phénomènes électriques que nous pouvons produire augmentent en effet ou diminuent de force, et même sont quelquefois totalement supprimés, suivant qu'il y a plus ou moins d'humidité dans l'air, que le fluide électrique s'est plus ou moins répandu dans l'atmosphère, et que les nuages orageux y sont plus ou moins accumulés. De même les barres de fer que l'on veut aimanter par la seule exposition aux impressions du magnétisme général acquièrent plus ou moins promptement la vertu magnétique, suivant que le fluide électrique est plus ou moins abondant dans l'atmosphère; et les aiguilles des boussoles éprouvent des variations, tant périodiques qu'irrégulières, qui ne paroissent dépendre que du plus ou du moins de force de l'électricité de l'air.

L'aimant primordial n'est qu'une matière ferrugineuse qui, ayant d'abord subi l'action du feu primitif, s'est ensuite aimantée par l'impression du magnétisme du globe; et en général la force magnétique n'agit que sur le fer ou sur les matières qui en contiennent: de même la force électrique ne se produit que dans certaines matières, telles que l'ambre, les résines, les verres, et les autres substances qu'on appelle *électriques par elles-mêmes*, quoiqu'elle puisse se communiquer à tous les corps.

Les aimants ou fers aimantés s'attirent mutuellement dans

un sens, et se repoussent réciproquement dans le sens opposé, cette répulsion et cette attraction sont plus sensibles lorsqu'on approche l'un de l'autre leurs pôles de même nom ou de différent nom. Les verres, les résines et les autres corps électriques par eux-mêmes, ont aussi, dans plusieurs circonstances, des parties polaires, des portions électrisées en plus, et d'autres en moins, dans lesquelles l'attraction et la répulsion se manifestent par des effets constants et bien distincts.

Les forces électrique et magnétique s'exercent également en sens opposé et en sens direct; et leur réaction est égale à leur action.

On peut, en armant les aimants d'un fer qui les embrasse, diriger ou accumuler sur un ou plusieurs points la force magnétique; on peut de même, par le moyen des verres et des résines, ainsi qu'en isolant les substances conductrices de l'électricité, diriger et condenser la force électrique; et ces deux forces électrique et magnétique peuvent être également dispersées, changées, ou supprimées, à volonté. La force de l'électricité et celle du magnétisme peuvent de même se communiquer aux matières que l'on approche des corps dans lesquels on a excité ces forces.

Souvent, pendant l'orage, l'électricité des nuées a troublé la direction de l'aiguille de la boussole¹; et même l'action de la foudre aérienne a influé quelquefois sur le magnétisme au point de détruire et de changer tout à coup d'un pôle à l'autre la direction de l'aimant.

Une forte étincelle électrique et l'action du tonnerre paroissent également donner la vertu magnétique aux corps ferrugineux, et la vertu électrique aux substances que la nature a rendues propres à recevoir immédiatement l'électricité, telles que les verres et les résines. M. le chevalier de Rozières, capitaine au corps royal du génie, est parvenu à aimanter des barres d'acier, en tirant des étincelles par le bout opposé à celui qui recevoit l'électricité, sans employer les commotions plus ou moins fortes des grandes batteries électriques, et même

¹ Voyez la relation de Carteret dans le *premier Voyage de Cook*.

sans en tirer des étincelles, et seulement en les électrisant pendant plusieurs heures de suite ¹

Des bâtons de soufre ou de résine qu'on laisse tomber, à plusieurs reprises, sur un corps dur, acquièrent la vertu électrique, de même que les barres de fer qu'on laisse tomber plusieurs fois de suite d'une certaine hauteur prennent du magnétisme par l'effet de leurs chutes répétées.

On peut imprimer la vertu magnétique à une barre de fer, de telle sorte qu'elle présente une suite de pôles alternativement opposés. On peut également électriser une lame ou un tube de verre, de manière qu'on y remarque une suite de pôles alternativement opposés ².

Lorsqu'une barre de fer s'aimante par sa seule proximité avec l'aimant, l'extrémité de cette barre qui en est la plus voisine acquiert un pôle opposé à celui que l'aimant lui présente. De même une barre de fer isolée peut recevoir deux électricités opposées par le voisinage d'un corps électrisé; le bout qui est le plus proche de ce corps jouit, comme dans l'aimant, d'une force opposée à celle dont il subit l'action.

Les matières ferrugineuses réduites en rouille, en ocre, et toutes les dissolutions du fer par l'acide aérien ou par les autres acides, ne peuvent recevoir la vertu magnétique; et de même ces matières ferrugineuses ne peuvent, dans cet état de dissolution, acquérir la vertu électrique.

Si l'on suspend une lame de verre garnie à ses deux bouts de petites plaques de métal, dont l'une sera électrisée en plus, l'autre en moins, et si cette lame ainsi préparée peut se mouvoir librement lorsqu'on en approchera un corps électrique qui jouit aussi des deux électricités, la lame de verre présentera les mêmes phénomènes que l'aiguille aimantée présente auprès d'un aimant.

Les fortes étincelles électriques revivifient les cnaux de fer,

¹ Cette dernière manière n'a été trouvée que nouvellement par M. le chevalier de Rozières, qui nous en a fait part par sa lettre du 30 avril 1787.

² Voyez à ce sujet les expériences de M. Épinus, dans la dissertation que ce physicien a publiée à la tête de son ouvrage sur le magnétisme; et celles de M. le comte de Lacépède dans son *Essai sur l'Électricité*, tome I.

et leur rendent la propriété d'être attirées par l'aimant. Les foudres souterraines et aériennes revivifient de même, à l'intérieur et à la surface de la terre, une prodigieuse quantité de matières ferrugineuses, réduites en chaux par les éléments humides.

La plupart des schorls, et particulièrement la tourmaline, présentent des phénomènes électriques qui ont la plus grande analogie avec ceux de l'aimant. Lorsque ces matières ont été chauffées ou frottées, elles ont pour ainsi dire des parties polaires, dont les unes sont électrisées en plus et les autres en moins, et qui attirent ou repoussent les corps électrisés.

Les aurores polaires, qui, comme nous l'avons dit, ne sont que des lumières électriques, influent, plus qu'aucune autre affection de l'atmosphère, sur les variations de l'aiguille aimantée. Les observations de MM. Van-Swinden et de Cassini ne permettent plus de douter de ce fait.

Les personnes dont les nerfs sont délicats, et sur lesquelles l'électricité agit d'une manière si marquée, reçoivent aussi du magnétisme des impressions assez sensibles; car l'aimant peut, en certaines circonstances, suspendre et calmer les irritations nerveuses, et apaiser les douleurs aiguës. L'action de l'aimant, qui dans ce cas est calmante et même engourdissante, semble arrêter le cours et fixer pour un temps le mouvement trop rapide ou déréglé des torrents de ce fluide électrique, qui, quand il est sans frein ou se trouve sans mesure dans le corps animal, en irrite les organes et l'agite par des mouvements convulsifs.

Il existe des animaux dans lesquels, indépendamment de l'électricité vitale qui appartient à tout être vivant, la nature a établi un organe particulier d'électricité, et pour ainsi dire un sens électrique et magnétique. La torpille¹, l'anguille électrique de Surinam, le trembleur du Niger², semblent réunir et

Dans l'ancienne médecine, on s'est servi de la torpille pour engourdir et calmer: Galien compare sa vertu à celle de l'opium pour calmer et assoupir les douleurs.

² Il est bon d'observer que les espèces de poissons électriques diffèrent

concentrer dans une même faculté la force de l'électricité et celle du magnétisme. Ces poissons électriques et magnétiques engourdissent les corps vivants qui les touchent; et, suivant M. Schilling et quelques autres observateurs, ils perdent cette propriété lorsqu'on les touche eux-mêmes avec l'aimant. Il leur ôte la faculté d'engourdir, et on leur rend cette vertu en les touchant avec du fer, auquel se transporte le magnétisme qu'ils avoient reçu de l'aimant. Ces mêmes poissons électriques et magnétiques agissent sur l'aimant, et font varier l'aiguille de la boussole. Mais ce qui prouve évidemment la présence de l'électricité dans ces animaux, c'est qu'on voit paroître des étincelles électriques dans les intervalles que laissent les conducteurs métalliques avec lesquels on les touche. M. Walsh a fait cette expérience devant la Société royale de Londres, sur l'anguille de Surinam, dont la force électrique paroît être plus grande que celle de la torpille, dans laquelle cette action est peut-être trop foible pour produire des étincelles. Et ce qui démontre encore que la commotion produite par ces poissons n'est point un effet mécanique, comme l'ont pensé quelques physiciens, mais un phénomène électrique, c'est qu'elle se propage au travers des fluides, et se communique, par le moyen de l'eau, à plusieurs personnes à la fois.

Or ces étincelles et cette commotion plus ou moins violente que font éprouver ces poissons sont vraiment des effets de l'électricité, que l'on ne peut attribuer en aucune manière au simple magnétisme, puisque aucun aimant, tant naturel qu'artificiel, n'a fait éprouver de secousses sensibles, ni produit aucune étincelle. D'un autre côté, les commotions que donnent les torpilles, l'anguille électrique de Surinam, et le trembleur du Niger, étant très fortes, lorsque ces poissons sont dans l'eau des mers ou des grands fleuves, on peut d'autant moins la considérer comme un phénomène purement électrique, que les trop les unes des autres pour qu'on puisse rapporter leurs phénomènes à la conformité de leur organisation. On ne peut donc les attribuer qu'aux effets de l'électricité. Voyez un très bon mémoire de M. Broussonnet, de l'Académie des Sciences, sur le trembleur et les autres poissons électriques, dans le *Journal de Physique* du mois d'août 1785

effets de l'électricité s'affoiblissent avec l'humidité de l'air qui la dissipe, et ne peuvent jamais être excités lorsqu'on mouille les machines qui la produisent. Les vases de verre électrisés, que l'on a appelés *bouteilles de Leyde*, et par le moyen desquels on reçoit les secousses les plus fortes, se déchargent et perdent leur vertu dès le moment qu'ils sont entièrement plongés dans l'eau : cette eau, en faisant communiquer ensemble les deux faces intérieure et extérieure, rétablit l'équilibre, dont la rupture est la seule cause du mouvement, et par conséquent de la force du fluide électrique. Si l'on remarque donc des effets électriques dans les torpilles, l'on doit supposer, d'après les modifications de ces effets, que l'électricité n'y existe pas seule, et qu'elle y est réunie avec le magnétisme, de manière à y subir une combinaison qui augmente, diminue ou altère sa puissance; et il paroît que ces deux forces électrique et magnétique, qui, lorsqu'elles sont séparées l'une de l'autre, sont plus ou moins actives, ou presque nulles, suivant l'état de l'atmosphère, le sont également lorsqu'elles sont combinées dans ces poissons; mais peut-être aussi la diversité des saisons, ainsi que les différents états de ces animaux, influent-ils sur l'action de leurs forces électrique et magnétique. Plusieurs personnes ont en effet manié des torpilles sans en recevoir aucune secousse. M. le comte de Lacépède étant à La Rochelle, en octobre 1777, voulut éprouver la vertu de quelques torpilles que MM. de l'Académie de La Rochelle avoient fait pêcher; elles étoient bien vivantes et paroissoient très vigoureuses : cependant, de quelque manière qu'on les touchât, soit immédiatement avec la main, soit avec des barreaux de fer ou d'autres matières, et sur quelque partie de leur corps qu'on portât l'attouchement, dans l'eau ou hors de l'eau, aucun des assistants à l'expérience ne ressentit la moindre commotion. Il paroît donc que ces poissons ne sont pas électriques dans tous les temps, et que cette propriété, qui n'est pas constante, dépend des circonstances, et peut-être de la saison ou du temps auxquels ces animaux doivent répandre leurs œufs et leur frai; et nous ne pouvons rien dire de la cause de ces alter-

natives d'action et d'inaction, faute d'observations assez suivies sur ces poissons singuliers.

Cette combinaison des deux forces électrique et magnétique, que la nature paroît avoir faite dans quelques êtres vivants, doit faire espérer que nous pourrons les réunir par l'art, et peut-être en tirer des secours efficaces dans certaines maladies, et particulièrement dans les affections nerveuses.

Les deux forces électrique et magnétique ont en effet été employées séparément, avec succès, pour la guérison ou le soulagement de plusieurs maux douloureux. Quelques physiiciens¹, particulièrement M. Mauduit, de la Société royale de médecine, ont guéri des maladies par le moyen de l'électricité; et M. l'abbé Le Noble, qui s'occupe avec succès, depuis longtemps, des effets du magnétisme sur le corps humain, et qui est parvenu à construire des aimants artificiels beaucoup plus forts que tous ceux déjà connus, a employé très heureusement l'application de ces mêmes aimants pour le soulagement de plusieurs maux. Nous croyons devoir placer dans la note ci-après un extrait du Rapport fait par MM. les commissaires de la Société royale de médecine au sujet des travaux utiles de ce physicien, qui les continue avec zèle, et d'une manière d'autant plus louable qu'il les consacre gratuitement au soulagement des malheureux².

On peut voir à ce sujet l'ouvrage de M. l'abbé Bertholon, intitulé : *De l'électricité du corps humain*.

² Dans un compte rendu à la Société royale de médecine sur les effets de l'aimant, et au sujet des travaux de M. Le Noble, les commissaires s'expriment en ces termes :

« Les affections nerveuses nous ont paru céder et se dissiper d'une manière constante pendant l'usage de l'aimant, et au contraire les affections humorales n'ont éprouvé aucun changement par la plus forte et la plus longue application de l'aimant. Dans toutes les affections nerveuses, quelle que fût la nature des accidents dont elles étoient accompagnées, soit qu'elles consistassent en des affections purement douloureuses, soit qu'elles parussent plus particulièrement spasmodiques et convulsives, quel que fût aussi leur siège et leur caractère, de quelque manière enfin que nous eussions employé l'aimant, soit en armure habituelle et constante, soit par la méthode des simples applications, toutes ces affections ont subi des changements plus ou moins marqués, quoique presque toujours le soulagement n'ait guère été qu'une simple palliation de la maladie. Ces affections nous ont paru céder et

Nous avons cru devoir y placer aussi quelques détails relatifs aux divers succès que M. l'abbé Le Noble a obtenus depuis la

s'affaiblir d'une manière plus ou moins marquée pendant le traitement. Plusieurs malades, que le soulagement dont ils jouissoient depuis quelque temps avoit engagés à quitter leurs garnitures, ayant vu se renouveler ensuite leurs accidents, qu'une nouvelle application de l'aimant a toujours suffi pour faire disparaître, nous sommes restés convaincus que c'étoit à l'usage des aimants qu'on devoit attribuer le soulagement obtenu... Nous nous sommes scrupuleusement abstenus d'employer aucun autre remède pendant le traitement. De tous les secours qu'on peut désirer de voir joindre à l'usage de l'aimant, c'est de l'électricité surtout dont il semble qu'on ait lieu de plus attendre.... Le magnétisme intéresse le bien public; il nous paroît devoir mériter toute l'attention de la société. Qu'on nous permette à ce sujet une réflexion. De tous les objets sur lesquels l'enthousiasme peut s'exciter, et dont le charlatanisme peut par cette raison abuser avec plus de confiance, le magnétisme paroît être celui qui offre à l'avidité plus de facilités et plus de ressources. L'histoire seule de cet art suffiroit pour en convaincre, quand des essais qui le multiplient sous nos yeux n'autoriseroient pas cette présomption. C'est surtout sur de pareils objets, devenus pour le public un sujet de curiosité, qu'il est à désirer que les compagnies savantes portent toute leur attention, pour arracher à l'erreur une confiance qu'elle ne manqueroit pas de gagner si l'on ne dissipoit aux yeux des gens crédules les prestiges du charlatanisme, par des essais faits avec exactitude et impartialité. De pareils projets, pour être remplis d'une manière utile, ont besoin de l'appui du gouvernement; mais où les secours peuvent-ils mieux être appliqués qu'aux objets qui touchent aux progrès des sciences et au bien de l'humanité?

« En désirant que le gouvernement autorise la Société à annoncer sous ses auspices un traitement gratuit et public par le magnétisme, nous croyons encore utile que la compagnie invite ceux de ses associés et correspondants à qui ces sortes d'essais peuvent être agréables, à concourir avec elle au succès de ses recherches. La Société sait, par l'exemple de l'électricité, combien elle peut retirer d'avantages de cette réunion de travaux. Le magnétisme offre encore plus de facilités pour répéter ou multiplier les essais que l'on jugeroit nécessaires. Mais pour rendre ce concours de recherches plus fructueux, on sent qu'il est nécessaire qu'il soit dirigé sur un plan uniforme. Le rapport que nous soumettons ici à l'examen de la compagnie rempliroit cette vue, et nous lui proposons de le faire imprimer et distribuer par la voie de sa correspondance ordinaire.

« La Société, pour se livrer elle-même à ses travaux, devant s'attacher un physicien exercé dans la préparation des aimants et versé dans tous les genres de connoissances relatives à leur administration, nous pensons que le choix de la compagne doit tomber sur M. l'abbé Le Noble. Plusieurs raisons nous paroissent devoir lui mériter la préférence. On doit le regarder comme un des premiers physiciens qui, depuis le renouvellement des expériences de l'aimant, se soient occupés de cet objet. En 1763, c'est-à-dire deux ans à peu près avant M. Klarich, que l'on regarde comme le principal rénovateur de ces essais, et dont les observations ont fait attribuer à l'Angleterre

publication du Rapport de MM. de la Société royale. et qu'il nous a communiqués lui-même

la gloire de cette découverte, les aimants de M. l'abbé Le Noble pour les dents paroissent avoir été connus dans la capitale et recherchés des physiciens. Au mois de juin 1763, dans le même temps que M. Darquier, qu'on regarde comme le premier qui ait répété en France les essais de M. Klarich dans les maux de dents, M. l'abbé Le Noble publia en ce genre plusieurs observations. Deux ans avant que le P. Hell, à Viemie, fit adopter généralement la méthode des armures magnétiques, il avoit annoncé plusieurs espèces de plaques aimantées préparées pour être portées habituellement sur différentes parties du corps. Depuis ces différentes époques, M. l'abbé Le Noble n'a cessé de s'occuper de l'usage de l'aimant dans plusieurs espèces d'affections nerveuses. Les résultats qu'il avoit obtenus de ces essais sont consignés dans un mémoire qu'il lut au mois de septembre 1777 dans une des séances de la Société. Enfin, pour compléter l'histoire de ses travaux, on doit y joindre les différents essais auxquels ont donné lieu nos propres observations, et dont nous reconnoissons qu'il doit, s'il en résulte quelque utilité, partager avec nous le mérite. A ce sujet, nous devons rendre compte à la compagnie du zèle avec lequel M. l'abbé Le Noble s'est porté à nous seconder dans nos recherches. Quoique la durée de ces essais, et sa résidence ordinaire en province, aient exigé de lui de fréquents voyages et de longs séjours à Paris, quoique la multiplicité des malades qui ont eu recours à l'aimant, le peu d'aisance du plus grand nombre, la durée du long traitement pendant lequel les armures ont dû être souvent renouvelées, aient été autant de charges, d'inconvénients et de sujets de dépense pour M. l'abbé Le Noble, nous devons annoncer qu'il n'a rien épargné, ni soins, ni peines, ni sacrifices, pour concourir, autant qu'il étoit en lui, au succès de nos épreuves et au soulagement des malheureux. M. l'abbé Le Noble se montre encore animé des mêmes dispositions, et prêt à les mettre en œuvre, si les circonstances répondoient à ses desirs. Mais, attaché par la nature de ses devoirs à la place qu'il remplit en province, il ne pourroit concourir d'une manière utile aux expériences que nous proposons, s'il n'étoit fixé à Paris. C'est au gouvernement seul qu'il appartient de lever cet obstacle, et nous pensons que la compagnie doit renouveler en sa faveur les mêmes instances qu'elle a déjà faites en 1778, pour lui obtenir une résidence fixe dans la capitale.

Des raisons particulières et personnelles à M. Le Noble nous paroissent devoir lui mériter cette faveur du gouvernement. C'est surtout en employant de forts aimants, portés au plus haut degré de force, et préparés de manière à former une machine semblable à celle de l'électricité, qu'on doit attendre de nouveaux avantages du magnétisme. M. l'abbé Le Noble possède en ce genre des procédés très supérieurs à tous ceux qui nous ont été connus, et employés jusqu'ici par les physiciens. Nous apportons en preuve de ce que nous avançons ici un certificat de l'Académie royale des sciences, à laquelle M. l'abbé Le Noble a présenté des aimants capables de soutenir des poids de plus de deux cents livres, et qui lui ont mérité les éloges et l'approbation de cette compagnie. C'est avec des aimants de ce genre qu'on a lieu de se flatter d'obtenir du magnétisme des effets extraordinaires et inconnus. »

Les premiers physiciens qui ont voulu rechercher les rapports analogues des forces magnétique et électrique essayèrent

M. l'abbé Le Noble nous a communiqué les détails suivants, relatifs aux diverses applications qu'il a faites de l'aimant dans les maladies, depuis la publication du Rapport de la Société royale de médecine.

En 1786, le 24 mai, à cinq heures du soir : une plaque d'aimant envoyée par M. l'abbé Le Noble fut appliquée sur l'estomac à une malade âgée de cinquante-un ans, et qui, depuis l'âge de vingt-deux, éprouvoit de temps en temps des attaques de nerfs plus ou moins fréquentes, qui étoient venues à la suite d'une suppression, et étoient accompagnées de convulsions très fortes et d'autres symptômes effrayants. Ces attaques avoient disparu quelquefois près d'un an; elles avoient été aussi suspendues par différents remèdes. Pendant les divers intervalles qui avoient séparé le temps où les attaques étoient plus ou moins fréquentes, la personne qui les avoit éprouvées avoit joui d'une bonne santé; mais depuis quinze mois elle étoit retombée dans son premier état. Sur la fin même, les accidents arrivoient plus de dix ou douze fois par jour, et quelquefois d'uroient plusieurs minutes. Depuis dix-huit mois les évacuations périodiques étoient dérangées, et n'avoient lieu que de deux mois en deux mois.

L'effet de l'aimant fut très prompt : la malade n'eut plus de convulsions, quoique dans la matinée et dans l'après-dinée elle en eût éprouvé plus de vingt fois. Le 16 juin les convulsions n'étoient point encore revenues; la malade se portoit mieux; elle sentoit ses forces et son appétit augmenter de jour en jour; elle dormoit un peu mieux pendant la nuit, et s'occupoit continuellement, pendant le jour, des travaux pénibles de la campagne sans en être incommodée: elle sentoit cependant toujours un petit tiraillement dans l'intérieur du front. Elle rendoit quelquefois des vents comme auparavant; sa respiration étoit un peu gênée lorsqu'ils s'échappoient, mais n'avoit jamais été suspendue depuis l'application de l'aimant, ainsi que cela arrivoit très souvent auparavant.

Ces faits ont été attestés par le curé du lieu, et il est à croire que le bien-être s'est soutenu, puisque la malade n'a point demandé de nouveaux secours.

Une dame qui souffroit beaucoup des nerfs, presque dans tout le corps, et dont la santé étoit si dérangée qu'elle n'osoit point tenter les remèdes intérieurs, s'est trouvée soulagée par le moyen d'un collier d'aimant et l'application d'un aimant sur le creux de l'estomac, ainsi qu'elle l'a écrit elle-même à M. l'abbé Le Noble.

Une malade souffroit depuis six mois des maux de nerfs qui lui donnoient des maux de gorge et d'estomac au point que très souvent l'œsophage se fermoit presque entièrement, et la mettoit dans une impossibilité presque absolue d'avalier même les liquides pendant à peu près la moitié de la journée : une fièvre épidémique s'étoit jointe aux accidents nerveux. On lui appliqua un collier et une ceinture d'aimant, suivant la méthode de M. l'abbé Le Noble. Huit ou dix heures après, la malade se trouva comme guérie, et se porta *passablement bien* pendant trois mois, au bout desquels le médecin qui l'avoit traitée certifia à M. l'abbé Le Noble la maladie et la guérison. Cc

de rapporter l'électricité, qu'on venoit, en quelque sorte, de découvrir, au magnétisme, dont on connoissoit depuis long-

même médecin pensoit que les nerfs de cette dame avoient été agacés par une humeur.

Une jeune demoiselle ayant eu pendant plus de trois ans des attaques d'épilepsie qui avoient commencé à l'époque où les évacuations ont lieu, et ayant fait inutilement plusieurs remèdes conseillés par un membre de la Société royale de médecine, eut recours aux aimants de M. l'abbé Le Noble, d'après l'avis du même médecin : les attaques cessèrent bientôt, et, dix mois après leur cessation, sa mère écrivit au médecin qui lui avoit conseillé les aimants de M. l'abbé Le Noble, pour lui annoncer la guérison de sa fille.

Une dame souffroit depuis plus de huit ans des maux de nerfs qui avoient été souvent accompagnés d'accidents graves et fâcheux, de lassitudes, d'insomnies, de douleurs vives, de convulsions, d'évanouissements, et surtout d'un accablement général et d'une grande tristesse. Les aimants de M. l'abbé Le Noble l'ont guérie, et elle l'a attesté elle-même, un mois ou environ après, à M. l'abbé Le Noble. Sa guérison s'étoit toujours soutenue.

Une dame qui étoit malade d'une épilepsie survenue à la suite d'une frayeur qu'elle avoit eue dans un temps critique a certifié que, depuis quatre ans qu'elle porte des aimants de M. Le Noble, elle a toujours été soulagée ; que si divers événements lui ont donné quelquefois des crises, elles ont été passagères, et bien moins violentes que celles qu'elle avoit éprouvées, et qu'elle jouit habituellement d'un bien-être très marqué.

Trois femmes et un homme ont été guéris, par l'application de l'aimant, de maux de nerfs accompagnés de convulsions fortes, etc. Trois ans se sont écoulés depuis la guérison d'une de ces femmes, et elle se porte encore très bien.

M. Picot, médecin de la maison du roi de Sardaigne, a certifié à M. l'abbé Le Noble qu'il s'étoit servi de ses aimants avec le plus grand succès pour procurer à une femme très délicate, et d'une très grande sensibilité, des évacuations périodiques dérangées ou supprimées en partie depuis plus de deux ans. Le même médecin atteste avoir été guéri lui-même d'une migraine qui avoit résisté, pendant plus de huit ans, à tous les secours de l'art. Il demande en conséquence à M. Le Noble qu'il établisse un dépôt de ses aimants dans la ville de Turin.

Depuis plus de dix-huit mois une dame ne pouvoit prendre la plus légère nourriture sans que son estomac fût extrêmement fatigué. Elle ressentoit des douleurs presque continuelles, tantôt dans le côté droit, tantôt entre les deux épaules, et souvent dans la poitrine ; elle éprouvoit tous les soirs, sur la fin de sa digestion, un étouffement subit, une tension générale, une inquiétude qui la forçoit à cesser toute occupation, à marcher, à aller à l'air, quelque froid qu'il fit, et à relâcher tous les cordons de son habit. Quinze jours après avoir employé les aimants de M. l'abbé Le Noble elle fut entièrement guérie, et aucune douleur ni aucun accident n'étoient revenus six semaines après qu'elle eut commencé à les porter, ainsi qu'elle l'attesta elle-même à M. l'abbé Le Noble.

Une dame a certifié elle-même qu'elle avoit souffert pendant six jours

temps les grands phénomènes¹. Des physiiciens récents ont, avec plus de fondement, attribué ce même magnétisme à l'élec-

des douleurs très vives occasionées par un rhumatisme au bras gauche, dont elle avoit entièrement perdu l'usage; qu'elle avoit employé sans succès les remèdes ordinaires; qu'elle avoit eu recours aux plaques aimantées de M. l'abbé Le Noble, et que quatre jours après elle avoit été entièrement guérie.

Un homme très digne de foi a aussi certifié à M. l'abbé Le Noble qu'il avoit été guéri par l'application de ses aimants d'un rhumatisme très douloureux, dont il souffroit depuis plusieurs années, et dont le siège étoit au bas de l'épine du dos. Près d'un an après, cet homme portoit toujours sur le bas du dos la plaque aimantée; les douleurs avoient disparu, et il ne sentoit plus que quelquefois un peu d'engourdissement lorsqu'il avoit été sédentaire pendant trop long-temps: mais il dissipoit cet engourdissement en faisant quelques pas dans sa chambre.

Un homme malade d'une paralysie incomplète, souffrant dans toutes les parties du corps, et ayant tenté inutilement tous les remèdes connus, fut adressé, dans le mois de septembre 1784, à M. l'abbé Le Noble par un membre de la Société de médecine; on lui appliqua les aimants, et au mois de janvier 1786 il s'est très bien porté.

Une dame qui souffroit depuis vingt ans des douleurs rhumatismales qui l'empêchoient de dormir et de marcher étoit presque entièrement guérie au mois de février 1787.

Le nommé Boissel, garçon menuisier, âgé de cinquante ans, a eu recours à M. l'abbé Le Noble le 9 novembre 1786. Il y avoit dix mois qu'il éprouvoit de grandes douleurs dans les deux bras; le gauche étoit très enflé et enflammé, il lui étoit impossible de l'étendre, et la douleur se communiquoit à la poitrine, à l'estomac et aux côtés, et même jusqu'aux jambes, dont il ne pouvoit faire usage qu'à l'aide d'une béquille; on étoit obligé de le porter dans son lit, où il ressentoit encore les mêmes douleurs. Il avoit été trois mois à l'Hôtel-Dieu, et il y en avoit deux qu'il en étoit sorti sans y avoir éprouvé le plus léger soulagement. Mais après l'application des aimants de M. l'abbé Le Noble, le 9 novembre, les mouvements dans les jambes, ainsi que dans les bras, sont devenus libres; le 19 dudit mois il se promenoit dans sa chambre, et, voyant la facilité avec laquelle il marchoit, il crut qu'il pourroit sortir sans aucun risque.

En effet il a été, ce jour-là à quelque distance de son domicile, et le lendemain 20 il est venu de la rue Neuve-Saint-Martin, où il demeure, à la rue Saint-Thomas-du-Louvre. Les douleurs étoient encore vives dans les jambes, quoique les mouvements fussent libres; mais elles se sont dissipées par degrés, et ont cessé le 15 février. Il s'est établi sous les aimants, à la cheville des pieds et sous les jarretières, des espèces de petits cautères qui rendoient une humeur épaisse et gluante. Les jambes, qui étoient considérablement enflées, sont maintenant, au mois de mars 1787, dans l'état naturel; il marche très bien et jouit d'une bonne santé.

¹ Le P. Bérault, jésuite, auteur d'une dissertation couronnée par l'Académie de Bordeaux, a soupçonné le premier que les forces magnétique et électrique pouvoient être identiques.

tricité, qu'ils connoissoient mieux ; mais ni les uns ni les autres n'ont fait assez d'attention aux différences de l'action de ces deux forces, dont nous venons d'exposer les relations analogues, et qui néanmoins diffèrent par plusieurs rapports, et notamment par les directions particulières que ces forces suivent, ou qu'elles prennent d'elles-mêmes : car la direction du magnétisme se combine avec le gisement des continents, et se détermine par la position particulière des mines de fer et d'aimant, des chaînes de laves, de basaltes et de toutes les matières ferrugineuses qui ont subi l'action du feu ; et c'est par cette raison que la force magnétique a autant de différentes directions qu'il y a de pôles magnétiques sur le globe, au lieu que la direction de l'électricité ne varie point, et se porte constamment de l'équateur aux deux pôles terrestres. Les glaces, qui recouvrent les régions polaires des deux hémisphères du globe, doivent déterminer puissamment le fluide électrique vers ces régions polaires, où il manque, et vers lesquelles il doit se porter, pour obéir aux lois générales de l'équilibre des fluides, au lieu que la glace n'influe pas sur le magnétisme, qui ne reçoit d'inflexions que par son rapport particulier avec les masses de l'aimant et du fer

De plus, il n'y a des rapports semblables et bien marqués qu'entre les aimants et les corps électriques par eux-mêmes, et l'on ne connoît point de substances sur lesquelles le magnétisme produise des effets pareils à ceux que l'électricité produit sur les substances qui ne peuvent être électrisées que par communication. D'ailleurs le magnétisme ne se communique pas de la même manière que l'électricité dans beaucoup de circonstances, puisque la communication du magnétisme ne diminue pas la force des aimants, tandis que la communication de l'électricité détruit la vertu des corps qui la produisent.

On peut donc dire que tous les effets magnétiques ont leurs analogues dans les phénomènes de l'électricité : mais on doit convenir en même temps, que tous les phénomènes électriques n'ont pas de même tous leurs analogues dans les effets

magnétiques. Ainsi nous ne pouvons plus douter que la force particulière du magnétisme ne dépende de la force générale de l'électricité, et que tous les effets de l'aimant ne soient des modifications de cette force électrique¹. Et ne pouvons-nous pas considérer l'aimant comme un corps perpétuellement électrique, quoiqu'il ne possède l'électricité que d'une manière particulière, à laquelle on a donné le nom de *magnétisme*? La nature des matières ferrugineuses, par son affinité avec la substance du feu, est assez puissante pour fléchir la direction du cours de l'électricité générale, et même pour en ralentir le mouvement, en le déterminant vers la surface de l'aimant. La lenteur de l'action magnétique, en comparaison de la violente rapidité des chocs électriques, nous représente en effet un fluide qui, tout actif qu'il est, semble néanmoins être ralenti, suspendu, et pour ainsi dire assoupi dans son cours.

Ainsi, je le répète, les principaux effets du magnétisme se rapprochent, par une analogie marquée, de ceux de l'électricité, et le grand rapport de la direction générale et commune des forces électrique et magnétique, de l'équateur aux deux pôles, les réunit encore de plus près, et semble même les identifier².

Notre opinion est confirmée par les preuves répandues dans une dissertation de M. Épinus, lue à l'Académie de Saint-Petersbourg : ce physicien y a fait voir que les effets de l'électricité et du magnétisme non-seulement ont du rapport dans quelques points, mais qu'ils sont encore semblables dans un très grand nombre de circonstances des plus essentielles ; en sorte, dit-il, qu'il n'est presque pas à douter que la nature n'emploie à peu près les mêmes moyens pour produire l'une et l'autre force.

² M. le comte de Tressan a pensé, comme nous, que le magnétisme n'étoit qu'une modification de l'électricité. Voyez son ouvrage, qui a pour titre *Essai sur le fluide électrique considéré comme agent universel* ; mais notre théorie n'en diffère pas moins de son opinion. L'hypothèse de ce physicien est ingénieuse, suppose beaucoup de connoissances et de recherches ; il présente des expériences intéressantes, de bonnes vues et des vérités importantes : mais cependant on ne peut admettre sa théorie. Elle consiste principalement à expliquer le mécanisme de l'univers, et tous les effets de l'attraction, par le moyen du fluide électrique. Mais l'action impulsive d'aucun fluide ne peut exister que par le moyen de l'élasticité, et l'élasticité n'est elle-même qu'un effet de l'attraction, ainsi que nous l'avons ci-devant démontré. On ne fera donc que reculer la question, au lieu de la résoudre, toutes les

Si la vertu magnétique étoit une force résidante dans le fer ou dans l'aimant, et qui leur fût inhérente et propre, on ne pourroit la trouver ou la prendre que dans l'aimant même, ou dans le fer actuellement aimanté; et il ne seroit pas possible de l'exciter ou de la produire par un autre moyen : mais la percussion, le frottement, et même la seule exposition aux impressions de l'atmosphère, suffisent pour donner au fer cette vertu magnétique; preuve évidente qu'elle dépend d'une force extérieure qui s'applique ou plutôt flotte à sa surface et se renouvelle sans cesse.

En considérant les phénomènes de la direction de l'aimant, on voit que les forces qui produisent et maintiennent cette direction se portent généralement de l'équateur aux pôles terrestres, avec des variations dont les unes ne sont qu'alternatives d'un jour à l'autre, et s'opèrent par des oscillations momentanées et passagères, produites par les variations de l'état de l'air, soit par la chaleur ou le froid, soit par les vents, les orages, les aurores boréales; les autres sont des variations en déclinaison et en inclinaison, dont les causes, quoique également accidentelles, sont plus constantes, et dont les effets ne s'opèrent qu'en beaucoup plus de temps; et tous ces effets sont subordonnés à la cause générale, qui détermine la direction de la force électrique de l'équateur vers les pôles.

En examinant attentivement les inflexions que la direction générale de l'électricité et du magnétisme éprouve de toutes ces causes particulières, on reconnoît, d'après les observations récentes et anciennes, que les grandes variations du magnétisme ont une marche progressive du nord à l'est ou à l'ouest, dans certaines périodes de temps, et que la force magnétique a, dans sa direction, différents points de tendance ou de détermination, que l'on doit regarder comme autant de pôles

fois qu'on voudra expliquer l'attraction par l'impulsion, dont les phénomènes sont tous dépendants de la gravitation universelle. On peut consulter à ce sujet l'article intitulé de l'*Attraction*, du premier volume de la *Physique générale et particulière* de M. le comte de Lacépède

magnétiques vers lesquels, selon le plus ou moins de proximité, se fléchit la direction de la force générale, qui tend de l'équateur aux deux pôles du globe.

Ce mouvement en déclinaison ne s'opère que lentement ; et cette déclinaison paroissant être assez constante pendant quelques années, on peut regarder les observations faites depuis douze à quinze ans comme autant de déterminations assez justes de la position des lieux où elles ont été faites.

On doit réunir aux phénomènes de la déclinaison de l'aimant ceux de son inclinaison ; ils nous démontrent que la force magnétique prend, à mesure que l'on approche des pôles, une tendance de plus en plus approchante de la perpendiculaire à la surface du globe ; et cette inclinaison, quoique un peu modifiée par la proximité des pôles magnétiques, qui détermine la déclinaison, nous paroitra cependant beaucoup moins irrégulière dans sa marche progressive vers les pôles terrestres, et plus constante, que la déclinaison dans les mêmes lieux, en différents temps.

Pour se former une idée nette de cette inclinaison de l'aimant, il faut se représenter la figure de la terre renflée sous l'équateur et abaissée sous les pôles ; ce qui fait une courbure dont les degrés ne sont point tous égaux, comme ceux d'une sphère parfaite. Il faut en même temps concevoir que le mouvement qui tend de l'équateur aux pôles doit suivre cette courbure, et que par conséquent sa direction n'est pas simplement horizontale, mais toujours inclinée de plus en plus, en partant de l'équateur pour arriver aux pôles.

Cette inclinaison de l'aimant ou de l'aiguille aimantée démontre donc évidemment que la force qui produit ce mouvement suit la surface du globe, de l'équateur dont elle part, jusqu'aux pôles où elle arrive ; si l'inclinaison de l'aiguille n'étoit pas dérangée par l'action des pôles magnétiques, elle seroit donc toujours très petite ou nulle dans les régions voisines de l'équateur, et très grande ou complète, c'est-à-dire de 90 degrés, dans les parties polaires.

En recherchant quel peut être le nombre des pôles magné-

tiques actuellement existants sur le globe, nous trouverons qu'il doit y en avoir deux dans chaque hémisphère; et, de fait, les observations des navigateurs prouvent qu'il y a sur la surface du globe trois espaces plus ou moins étendus, trois bandes plus ou moins larges, dans lesquelles l'aiguille aimantée se dirige vers le nord, sans décliner d'aucun côté. Or une bande sans déclinaison ne peut exister que dans deux circonstances : la première, lorsque cette bande suit la direction du pôle magnétique au pôle terrestre ; la seconde, lorsque cette bande se trouve à une distance de deux ou de plusieurs pôles magnétiques, telle que les forces de ces pôles se compensent et se détruisent mutuellement : car, dans ces deux cas, le courant magnétique ne peut que suivre le courant général du fluide électrique et se diriger vers le pôle terrestre, et l'aiguille aimantée ne déclinera dès lors d'aucun côté. D'après cette considération, on pourra voir aisément, en jetant les yeux sur un globe terrestre, qu'un pôle magnétique ne peut produire dans un hémisphère, que deux bandes sans déclinaison, séparées l'une de l'autre par la moitié de la circonférence du globe. S'il y a deux pôles magnétiques, l'on pourra observer quatre bandes sans déclinaison, chaque pôle pouvant en produire deux par son action particulière : mais alors ces quatre bandes ne seront pas placées sur la même ligne que les pôles magnétiques et le pôle de la terre; elles seront aux endroits où les puissances des deux pôles magnétiques seront combinées avec leurs distances, de manière à se détruire. Ainsi une et deux bandes sans déclinaison ne supposent qu'un seul pôle magnétique; trois et quatre bandes sans déclinaison en supposent deux, et s'il se trouvoit sur le globe cinq ou six bandes sans déclinaison, elles indiqueroient trois pôles magnétiques dans chaque hémisphère. Mais jusqu'à ce jour l'on n'a reconnu que trois bandes sans déclinaison, lesquelles s'étendent toutes trois dans les deux hémisphères : nous sommes par conséquent fondés à n'admettre aujourd'hui que deux pôles magnétiques dans l'hémisphère boréal et deux autres dans l'hémisphère austral; et si l'on connoissoit exactement la position et le nombre de

ces pôles magnétiques, on pourroit bientôt parvenir à se guider sur les mers sans erreur.

On a tort de dire que les hommes donnent trop à la vaine curiosité : c'est aux besoins, à la nécessité, que les sciences et les arts doivent leur naissance et leurs progrès. Pourquoi trouvons-nous les observations magnétiques si multipliées sur les mers et en si petit nombre sur les continents ? C'est que ces observations ne sont pas nécessaires pour voyager sur terre, mais que les navigateurs ne peuvent s'en passer. Néanmoins il seroit très utile de les multiplier sur terre ; ce qui d'ailleurs seroit plus facile que sur mer. Sans ce travail, auquel on doit inviter les physiciens de tous pays, on ne pourra jamais former une théorie complète sur les grandes variations de l'aiguille aimantée, ni par conséquent établir une pratique certaine et précise sur l'usage que les marins peuvent faire de leurs différentes houssoles.

Les effets du magnétisme se manifestent ou du moins peuvent se reconnoître dans toutes les parties du globe, et partout où l'on veut les exciter ou les produire. La force électrique, toujours présente, semble n'attendre pour agir et pour produire la vertu magnétique que d'y être déterminée par la combinaison des moyens de l'art, ou par les combinaisons plus grandes de la nature ; et, malgré ses variations, le magnétisme est encore assujéti à la loi générale qui porte et dirige la marche du fluide électrique vers les pôles de la terre.

Si les forces magnétique et électrique étoient simples, comme celle de la gravitation, elles ne produiroient aucun mouvement composé ; la direction en seroit toujours droite, sans déclinaison ni inclinaison, et tous les effets en seroient aussi constants qu'ils sont variables.

L'attraction, la répulsion de l'aimant, son mouvement tant en déclinaison qu'en inclinaison, démontrent donc que l'effet de cette force magnétique est un mouvement composé, une impulsion différemment dirigée ; et cette force magnétique agissant, tantôt en plus, tantôt en moins, comme la force électrique, et se dirigeant de même de l'équateur aux deux

pôles, pouvons-nous douter que le magnétisme ne soit une modification, une affection particulière de l'électricité, sans laquelle il n'existeroit pas?

Les effets de cette force magnétique étant moins généraux que ceux de l'électricité peuvent montrer plus aisément la direction de cette force électrique. Cette direction vers les pôles nous est démontrée en effet par celle de l'aiguille aimantée, qui s'incline de plus en plus, et en sens contraire, vers les pôles terrestres. Et ce qui prouve encore que le magnétisme n'est qu'un effet de cette force électrique, qui s'étend de l'équateur aux pôles, c'est que des barres de fer ou d'acier placées dans la direction de ce grand courant acquièrent avec le temps une vertu magnétique plus ou moins sensible, qu'elles n'obtiennent qu'avec peine, et qu'elles ne reçoivent même en aucune manière, lorsqu'elles sont situées dans un plan trop éloigné de la direction, tant en déclinaison qu'en inclinaison, du grand courant électrique. Ce courant général, qui part de l'équateur pour se rendre aux pôles, est souvent troublé par des courants particuliers, dépendants de causes locales et accidentelles. Lorsque, par exemple, le fluide électrique a été accumulé par diverses circonstances dans certaines portions de l'intérieur du globe, il se porte avec plus ou moins de violence de ces parties où il abonde vers les endroits où il manque. Il produit ainsi des foudres souterraines, des commotions plus ou moins fortes, des tremblements de terre plus ou moins étendus. Il se forme alors, non-seulement dans l'intérieur, mais même à la surface des terrains remués par ces secousses, un courant électrique qui suit la même direction que la commotion souterraine, et cette force accidentelle se manifeste par la vertu magnétique que reçoivent des barres de fer ou d'acier placées dans le même sens que ce courant passager et local. L'action de cette force particulière peut être non-seulement égale, mais même supérieure à celle de l'électricité générale, qui va de l'équateur aux pôles. Si l'on place en effet des barres de fer, les unes dans le sens du courant général de l'équateur aux pôles, et les autres dans la direction du courant particu-

lier dépendant de l'accumulation du fluide électrique dans l'intérieur du globe, et qui produit le tremblement de terre, ce dernier courant, dont l'effet est cependant instantané et ne doit guère durer plus long-temps que les foudres souterraines qui le produisent, donne la vertu magnétique aux barres qui se trouvent dans sa direction, quelque angle qu'elles fassent avec le méridien magnétique, tandis que des barres entièrement semblables, et situées depuis un très long temps dans le sens de ce méridien, ne présentent aucun signe de la plus foible aimantation¹. Ce dernier fait, qui est important, démontre le rapport immédiat du magnétisme et de l'électricité, et prouve en même temps que le fluide électrique est non-seulement la cause de la plupart des tremblements de terre, mais qu'il produit aussi l'aimantation de toutes les matières ferrugineuses sur lesquelles il exerce son action.

Rassemblant donc tous les rapports entre les phénomènes, toutes les convenances entre les principaux effets du magnétisme et de l'électricité, il me semble qu'on ne peut pas se refuser à croire qu'ils sont produits par une seule et même cause, et je suis persuadé que si on réfléchit sur la théorie que je viens d'exposer, on en reconnoîtra clairement l'identité. Simplifier les causes et généraliser les effets doit être le but du physicien; et c'est aussi tout ce que peut le génie aidé de l'expérience et guidé par les observations.

Or nous sommes aujourd'hui bien assurés que le globe terrestre a une chaleur qui lui est propre, et qui s'exhale incessamment par des émanations perpendiculaires à sa surface; nous savons que ces émanations sont constantes, très abondantes dans les régions voisines de l'équateur, et presque nulles dans les climats froids. Ne doivent-elles pas dès lors se porter de l'équateur aux deux pôles par des courants opposés? et comme l'hémisphère austral est plus refroidi que le boréal, qu'il présente à sa surface une plus grande étendue de plages glacées, et qu'il est exposé pendant quelques jours de moins à

¹ Ces faits ont été mis hors de doute par des expériences qui ont été faites par M. de Rozières, capitaine au corps royal du génie.

l'action du soleil , les émanations de la chaleur qui forment les courants électrique et magnétique doivent s'y porter en plus grande quantité que dans l'hémisphère boréal. Les pôles magnétiques boréaux du globe sont dès lors moins puissants que les pôles magnétiques austraux. C'est l'opposé de ce qu'on observe dans les aimants, tant naturels qu'artificiels, dont le pôle boréal est plus fort que le pôle austral, ainsi que nous le prouverons dans les articles suivants ; et comme c'est un effet constant du magnétisme , que les pôles semblables se repoussent et que les pôles différents s'attirent , il n'est point surprenant que, dans quelque hémisphère qu'on transporte l'aiguille aimantée , son pôle nord se dirige vers le pôle boréal du globe, dont il diffère par la quantité de sa force , quoiqu'il porte le même nom , et qu'également son pôle sud se tourne toujours vers le pôle austral de la terre, dont la force diffère aussi, par sa quantité, de celle du pôle austral de l'aiguille aimantée. L'on verra donc aisément comment, par une suite de l'inégalité des deux courants électriques, l'aiguille aimantée qui marque les déclinaisons se tourne toujours vers le pôle nord du globe , dans quelque hémisphère qu'elle soit placée, tandis qu'au contraire l'aiguille qui marque l'inclinaison de l'aimant s'incline vers le nord dans l'hémisphère boréal, et vers le pôle sud dans l'hémisphère austral, pour obéir à la force générale, qui va de l'équateur aux deux pôles terrestres en suivant la courbure du globe, de même que les particules de limaille de fer répandues sur un aimant s'inclinent vers l'un ou l'autre des deux pôles de cet aimant, suivant qu'elles en sont plus voisines , ou que l'un des pôles a plus de supériorité sur l'autre. Ces phénomènes, dont l'explication a toujours paru difficile, sont de nouvelles preuves de notre théorie, et montrent sa liaison avec les grands faits de l'histoire du globe.

Voilà donc les deux phénomènes de la direction aux pôles et de l'inclinaison à l'horizon ramenés à une cause simple, dont les effets seroient toujours les mêmes si tous les êtres organisés et toutes les matières brutes recevoient également les influences

¹ Voyez les *Époques de la Nature*.

de cette force : mais, dans les êtres vivants, la quantité de l'électricité qu'ils possèdent, ou qu'ils peuvent recevoir, est relative à leur organisation, et il s'en trouve qui, comme la torpille, non-seulement la reçoivent, mais semblent l'attirer, au point de former une sphère particulière d'électricité combinée avec la vertu magnétique, comme aussi, dans les matières brutes, le fer se fait une sphère particulière d'électricité, à laquelle on a donné le nom de *magnétisme*; et enfin s'il existoit des corps aussi électriques que la torpille, et en assez grande quantité pour former de grandes masses, aussi considérables que celles des mines de fer en différents endroits du globe, n'est-il pas plus que probable que le cours de l'électricité générale se fléchiroit vers les grandes masses électriques comme elle se fléchit vers les grandes masses ferrugineuses qui sont à la surface du globe, et qu'elles produiroient les inflexions de cette force électrique ou magnétique en la déterminant à se porter vers ces sphères particulières d'attraction comme vers autant de pôles électriques plus ou moins éloignés des pôles terrestres, selon le gisement des continents et la situation de ces masses électriques?

Et comme la situation des pôles magnétiques peut changer et change réellement, tant par les travaux de l'homme, lesquels peuvent enfouir ou découvrir les matières ferrugineuses, que par les grands mouvements de la nature dans les tremblements de terre et dans la production des basaltes et des laves, qui tous sont magnétiques, on ne doit pas être si fort émerveillé du mouvement de l'aiguille aimantée vers l'ouest ou vers l'est; car sa direction doit varier et changer selon qu'il se forme de nouvelles mines dont l'action favorise ou contrarie celle des mines plus anciennes.

Par exemple, la déclinaison de l'aiguille à Paris étoit, en 1580, de onze degrés à l'est. Le pôle magnétique, c'est-à-dire les masses ferrugineuses et magnétiques qui le formoient étoient donc situées dans le nord de l'Europe, et peut-être en Sibérie : mais comme depuis cette année 1580 l'on a commencé à défricher quelques terrains dans l'Amérique septentrionale,

et qu'on a découvert et travaillé des mines de fer en Canada et dans plusieurs autres parties de cette région de l'Amérique, l'aiguille s'est peu à peu portée vers l'ouest, par l'attraction de ces mines nouvelles, plus puissante que celle des anciennes; et ce mouvement progressif de l'aiguille pourroit devenir rétrograde s'il se découvroit dans le nord de l'Europe et de l'Asie d'autres grandes masses ferrugineuses qui, par leur exploitation à l'air et leur aimantation, deviendroient bientôt des pôles magnétiques aussi et peut-être plus puissants que celui qui détermine aujourd'hui la déclinaison de l'aiguille vers le nord de l'Amérique, et dont l'existence est prouvée par les observations.

Parmi ces causes, toutes accidentelles, qui doivent faire changer la direction de l'aimant, l'on doit compter comme l'une des plus puissantes l'éruption des volcans, et les torrents de laves et de basaltes, dont la substance est toujours mêlée de beaucoup de fer. Ces laves et ces basaltes occupent souvent de très grandes étendues à la surface de la terre, et doivent par conséquent influencer sur la direction de l'aimant; en sorte qu'un volcan, qui, par ses éjections, produit souvent de longues chaînes de collines composées de laves et de basaltes, forme pour ainsi dire de nouvelles mines de fer dont l'action doit seconder ou contrarier l'effet des autres mines sur la direction de l'aimant.

Nous pouvons même assurer que ces basaltes peuvent former non-seulement de nouvelles mines de fer, mais aussi de véritables masses d'aimant; car leurs colonnes ont souvent des pôles bien décidés d'attraction et de répulsion. Par exemple, les colonnes de basalte des bords de la Volanc, près de Val en Vivarais, ainsi que celles de la montagne de Chenavari, près de Rochemaure, qui ont plus de douze pieds de hauteur, présentent plusieurs colonnes douées de cette vertu magnétique, laquelle peut leur avoir été communiquée par les foudres électriques ou par le magnétisme général du globe.

Il en est de même des tremblements de terre et des boule-

¹ Note communiquée par M. Faujas de Saint-Fond.

versements que produisent leurs mouvements subits et désastreux : ce sont les foudres de l'électricité souterraine , dont les coups frappent et soulèvent par secousses de grandes portions de terre , et dès-lors toute la matière ferrugineuse qui se trouve dans cette grande étendue devient magnétique par l'action de cette foudre électrique ; ce qui produit encore de nouvelles mines attirables à l'aimant , dans les lieux où il n'existoit auparavant que du fer en rouille , en ocre , et qui , dans cet état , n'étoit point magnétique.

Les grands incendies des forêts produisent aussi une quantité considérable de matière ferrugineuse et magnétique. La plus grande partie des terres du Nouveau-Monde étoient non-seulement couvertes , mais encore encombrées de bois morts ou vivants , auxquels on a mis le feu pour donner du jour et rendre la terre susceptible de culture. Et c'est surtout dans l'Amérique septentrionale que l'on a brûlé et que l'on brûle encore ces immenses forêts dans une vaste étendue ; et cette cause particulière peut avoir influé sur la déclinaison vers l'ouest de l'aimant en Europe.

On ne doit donc regarder la déclinaison de l'aimant que comme un effet purement accidentel , et le magnétisme comme un produit particulier de l'électricité du globe. Nous allons exposer en détail tous les faits qui ont rapport aux phénomènes de l'aimant , et l'on verra qu'aucun ne démentira la vérité de cette assertion.

ARTICLE II.

De la nature et de la formation de l'Aimant.

L'aimant n'est qu'un minéral ferrugineux qui a subi l'action du feu , et ensuite a reçu , par l'électricité générale du globe terrestre , son magnétisme particulier. L'aimant primordial est une mine de fer en roche vitreuse , qui ne diffère des autres mines de fer produites par le feu primitif qu'en ce qu'elle attire puissamment les autres matières ferrugineuses qui ont de même subi l'action du feu. Ces mines de l'aimant primordial

sont moins fusibles que les autres mines primitives de fer; elles approchent de la nature du régule de ce métal, et c'est par cette raison qu'elles sont plus difficiles à fondre. L'aimant primordial a donc souffert une plus violente ou plus longue impression du feu primitif que les autres mines de fer; et il a en même temps acquis la vertu magnétique par l'action de la force qui, dès le commencement, a produit l'électricité du globe.

Cet aimant de première formation a communiqué sa vertu aux matières ferrugineuses qui l'environnoient; il a même formé de nouveaux aimants par le mélange de ses débris avec d'autres matières; et ces aimants de seconde formation ne sont aussi que des minéraux ferrugineux, provenant des détriments du fer en état métallique, et qui sont devenus magnétiques par la seule exposition à l'action de l'électricité générale. Et comme le fer qui demeure long-temps dans la même situation acquiert toutes les propriétés du véritable aimant, on peut dire que l'aimant et le fer ne sont au fond que la même substance, qui peut également prendre du magnétisme à l'exclusion de toutes les autres matières minérales, puisque cette même propriété magnétique ne se trouve dans aucun autre métal, ni dans aucune autre matière vitreuse ou calcaire. L'aimant de première formation est une fonte ou régule de fer mêlé d'une matière vitreuse, pareille à celle des autres mines primordiales de fer : mais, dans les aimants de seconde formation, il s'en trouve dont la matière pierreuse est calcaire ou mélangée d'autres substances hétérogènes. Ces aimants secondaires varient plus que les premiers par la couleur, la pesanteur et par la quantité de force magnétique.

Mais cette matière vitreuse ou calcaire des différentes pierres d'aimant n'est nullement susceptible de magnétisme, et ce n'est qu'aux parties ferrugineuses contenues dans ces pierres qu'on doit attribuer cette propriété; et dans toute pierre d'aimant, vitreuse ou calcaire, la force magnétique est d'autant plus grande que la pierre contient plus de parties ferrugineuses sous le même volume, en sorte que les meilleurs aimants sont ceux qui sont les plus pesants. C'est par cette raison qu'on

peut donner au fer, et mieux encore à l'acier, comme plus pesant que le fer, une force magnétique encore plus grande que celle de la pierre d'aimant, parce que l'acier ne contient que peu ou point de particules terrestres, et qu'il est presque uniquement composé de parties ferrugineuses réunies ensemble sous le plus petit volume, c'est-à-dire d'aussi près qu'il est possible.

Ce qui démontre l'affinité générale entre le magnétisme et toutes les mines de fer qui ont subi l'action du feu primitif, c'est que toutes ces mines sont attirables à l'aimant, que réciproquement elles attirent, au lieu que les mines de fer en rouille, en ocre et en grains, formées postérieurement par l'intermède de l'eau, ont perdu cette propriété magnétique, et ne la reprennent qu'après avoir subi de nouveau l'action du feu. Il en est de même de tous nos fers et de nos aciers : c'est parce qu'ils ont, comme les mines primitives, subi l'action d'un feu violent, qu'ils sont attirables à l'aimant. Ils ont donc, comme les mines primordiales de fer, un magnétisme passif que l'on peut rendre actif, soit par le contact de l'aimant, soit par la simple exposition à l'impression de l'électricité générale.

Pour bien entendre comment s'est opérée la formation des premiers aimants, il suffit de considérer que toute matière ferrugineuse qui a subi l'action du feu, et qui demeure quelque temps exposée à l'air dans la même situation, acquiert le magnétisme et devient un véritable aimant : ainsi, dès les premiers temps de l'établissement des mines primordiales de fer, toutes les parties extérieures de ces masses, qui étoient exposées à l'air et qui sont demeurées dans la même situation, auront reçu la vertu magnétique par la cause générale qui produit le magnétisme du globe, tandis que toutes les parties de ces mêmes mines qui n'étoient pas exposées à l'action de l'atmosphère n'ont point acquis cette vertu magnétique; il s'est donc formé dès lors, et il peut encore se former des aimants sur les sommets et les faces découvertes des mines de fer, et dans toutes les parties de ces mines qui sont exposées à l'action de l'atmosphère.

Ainsi les mines d'aimant ne sont que des mines de fer qui se sont aimantées par l'action de l'électricité générale; elles ne sont pas, à beaucoup près, en aussi grandes masses que celles de fer, parce qu'il n'y a que les parties découvertes de ces mines qui aient pu recevoir la vertu magnétique : les mines d'aimant ne doivent donc se trouver et ne se trouvent en effet que dans les parties les plus extérieures de ces mines primordiales de fer, et jamais à de grandes profondeurs, à moins que ces mines n'aient été excavées, ou qu'elles ne soient voisines de quelques cavernes, dans lesquelles les influences de l'atmosphère auroient pu produire le même effet que sur les sommets ou sur les faces découvertes de ces mines primitives.

Maintenant on ne peut douter que le magnétisme général du globe ne forme deux courants, dont l'un se porte de l'équateur au nord, et l'autre, en sens contraire, de l'équateur au sud : la direction de ces courants est sujette à variation, tant pour les lieux que pour le temps ; et ces variations proviennent des inflexions du courant de la force magnétique, qui suit le gisement des matières ferrugineuses, et qui change à mesure qu'elles se découvrent à l'air ou qu'elles s'enfouissent par l'affaissement des cavernes, par l'effet des volcans, des tremblements de terre, ou de quelque autre cause qui change leur exposition : elles acquièrent donc ou perdent la vertu magnétique par ce changement de position, et dès lors la direction de cette force doit varier, et tendre vers ces mines ferrugineuses nouvellement découvertes, en s'éloignant de celles qui se sont enfoncées.

Les variations dans la direction de l'aimant démontrent que les pôles magnétiques ne sont pas les mêmes que les pôles du globe, quoique en général la direction de la force qui produit le magnétisme tende de l'équateur aux deux pôles terrestres. Les matières ferrugineuses, qui seules peuvent recevoir du courant de cette force les propriétés de l'aimant, forment des pôles particuliers selon le gisement local et la quantité plus ou moins grande des mines d'aimant et de fer.

L'aimant primordial n'a pas acquis au même instant son attraction et sa direction ; car le fer reçoit d'abord la force attractive , et ne prend des pôles qu'en plus ou moins de temps , suivant sa position et selon la proportion de ses dimensions. Il paroît donc que , dès le temps de l'établissement et de la formation des premières mines de fer par le feu primitif , les parties exposées à l'action de l'atmosphère ont reçu d'abord la force attractive , et ont pris ensuite des pôles fixes , et acquis la puissance de se diriger vers les parties polaires du globe. Ces premiers aimants ont certainement conservé ces forces attractives et directives , quoiqu'elles agissent sans cesse au dehors , ce qui sembleroit devoir les épuiser ; mais au contraire elles se communiquent de l'aimant au fer sans souffrir aucune perte ni diminution.

Plusieurs physiciens qui ont traité de la nature de l'aimant se sont persuadé qu'il circuloit dans l'aimant une matière qui en sortoit incessamment après y être entrée et en avoir pénétré la substance. Le célèbre géomètre Euler, et plusieurs autres ¹, voulant expliquer mécaniquement les phénomènes magnétiques , ont adopté l'hypothèse de Descartes , qui suppose dans la substance de l'aimant des conduits et des pores si étroits , qu'ils ne sont perméables qu'à cette matière magnétique , selon eux , plus subtile que toute autre matière subtile ; et , selon eux encore , ces pores de l'aimant et du fer sont garnis de petites soupapes , de filets ou de poils mobiles , qui tantôt obéissent et tantôt s'opposent au courant de cette matière si subtile. Ils se sont efforcés de faire cadrer les phénomènes du magnétisme avec ces suppositions peu naturelles et plus que précaires , sans faire attention que leur opinion n'est fondée que sur la fausse idée qu'il est possible d'expliquer mécanique-

¹ Je voudrois excepter de ce nombre Daniel Bernouilli , homme d'un esprit excellent. « Je me sens , dit-il , de la répugnance à croire que la nature ait formé cette matière cannelée et ces conduits magnétiques qui ont été imaginés par quelques physiciens , uniquement pour nous donner le spectacle des différents jeux de l'aimant. » Néanmoins ce grand mathématicien rapporte , comme les autres , à des causes mécaniques les effets de l'aimant : ses hypothèses sont seulement plus générales et moins multipliées.

ment tous les effets des forces de la nature. Euler a même cru pouvoir démontrer la cause de l'attraction universelle par l'action du même fluide qui, selon lui, produit le magnétisme. Cette prétention, quoique vaine et mal conçue, n'a pas laissé de prévaloir dans l'esprit de quelques physiciens; et cependant, si l'on considère sans préjugé la nature et ses effets, et si l'on réfléchit sur les forces d'attraction et d'impulsion qui l'animent, on reconnoîtra que leurs causes ne peuvent ni s'expliquer ni même se concevoir par cette mécanique matérielle qui n'admet que ce qui tombe sous nos sens, et rejette, en quelque sorte, ce qui n'est aperçu que par l'esprit; et de fait l'action de la pensanteur ou de l'attraction peut-elle se rapporter à des effets mécaniques et s'expliquer par des causes secondaires, puisque cette attraction est une force générale, une propriété primitive, et un attribut essentiel de toute matière? Ne suffit-il pas de savoir que toute matière s'attire, et que cette force s'exerce non-seulement dans toutes les parties de la masse du globe terrestre, mais s'étend même depuis le soleil jusqu'aux corps les plus éloignés dans notre univers, pour être convaincu que la cause de cette attraction ne peut nous être connue, puisque son effet étant universel, et s'exerçant généralement dans toute matière, cette cause ne nous offre aucune différence, aucun point de comparaison, ni par conséquent aucun indice de connoissance, aucun moyen d'explication? En se souvenant donc que nous ne pouvons rien juger que par comparaison, nous verrons clairement qu'il est non-seulement vain, mais absurde, de vouloir rechercher et expliquer la cause d'un effet général et commun à toute matière, tel que l'attraction universelle, et qu'on doit se borner à regarder cet effet général comme une vraie cause à laquelle on doit rapporter les autres forces, en comparant leurs différents effets; et si nous comparons l'attraction magnétique à l'attraction universelle, nous verrons qu'elles diffèrent très essentiellement. L'aimant est, comme toute autre matière, sujet aux lois de l'attraction générale, et en même temps il semble posséder une force attractive particulière, et qui ne s'exerce

que sur le fer ou un autre aimant : or nous avons démontré que cette force, qui nous paroît attractive, n'est dans le réel qu'une force impulsive, dont la cause et les effets sont tout différents de ceux de l'attraction universelle.

Dans le système adopté par la plupart des physiciens, on suppose un grand tourbillon de matière magnétique circulant autour du globe terrestre, et de petits tourbillons de cette même matière, qui non-seulement circule d'un pôle à l'autre de chaque aimant, mais entre dans leur substance, et en sort pour y rentrer. Dans la physique de Descartes, tout étoit tourbillon, tout s'expliquoit par des mouvements circulaires et des impulsions tourbillonnantes : mais ces tourbillons, qui remplissoient l'univers, ont disparu ; il ne reste que ceux de la matière magnétique dans la tête de ces physiciens. Cependant l'existence de ces tourbillons magnétiques est aussi peu fondée que celle des tourbillons planétaires ; et on peut démontrer, par plusieurs faits, que la force magnétique ne se meut pas en tourbillon autour du globe terrestre, non plus qu'autour de l'aimant.

La vertu magnétique, que l'aimant possède éminemment, peut de même appartenir au fer, puisque l'aimant la lui communique par le simple contact, et que même le fer l'acquiert sans ce secours, lorsqu'il est exposé aux impressions de l'atmosphère : le fer devient alors un véritable aimant, s'il reste long-temps dans la même situation ; de plus, il s'aimante assez fortement par la percussion, par le frottement de la lime, ou seulement en le pliant et repliant plusieurs fois : mais ces derniers moyens ne donnent au fer qu'un magnétisme passager, et ce métal ne conserve la vertu magnétique que quand il l'a empruntée de l'aimant, ou bien acquise par une exposition à l'action de l'électricité générale pendant un temps assez long pour prendre des pôles fixes dans une direction déterminée.

Lorsque le fer, tenu long-temps dans la même situation, acquiert de lui-même la vertu magnétique, qu'il la conserve, et qu'il peut même la communiquer à d'autres fers, comme le fait l'aimant, doit-on se refuser à croire que, dans les mines

primitives, les parties qui se sont trouvées exposées à ces mêmes impressions de l'atmosphère ne soient pas celles qui ont acquis la vertu magnétique, et que par conséquent toutes les pierres d'aimant, qui ne forment que de petits blocs en comparaison des montagnes et des autres masses des mines primordiales de fer, étoient aussi les seules parties exposées à cette action extérieure qui leur a donné les propriétés magnétiques? Rien ne s'oppose à cette vue, ou plutôt à ce fait; car la pierre d'aimant est certainement une matière ferrugineuse, moins fusible, à la vérité, que la plupart des autres mines de fer; et cette dernière propriété indique seulement qu'il a fallu peut-être le concours de deux circonstances pour la production de ces aimants primitifs, dont la première a été la situation et l'exposition constante à l'impression du magnétisme général; et la seconde, une qualité différente dans la matière ferrugineuse qui compose la substance de l'aimant : car la mine d'aimant n'est plus difficile à fondre que les autres mines de fer en roche que par cette différence de qualité. L'aimant primordial approche, comme nous l'avons dit, de la nature du régule de fer, qui est bien moins fusible que sa mine. Ainsi cet aimant primitif est une mine de fer qui, ayant subi une plus forte action du feu que les autres mines, est devenue moins fusible; et en effet, les mines d'aimant ne se trouvent pas, comme les autres mines de fer, par grandes masses continues, mais par petits blocs placés à la surface de ces mêmes mines, où le feu primitif, animé par l'air, étoit plus actif que dans leur intérieur.

Ces blocs d'aimant sont plus ou moins gros, et communément séparés les uns des autres; chacun a sa sphère particulière d'attraction et ses pôles; et puisque le fer peut acquérir de lui-même toutes ces propriétés dans les mêmes circonstances, ne doit-on pas en conclure que, dans les mines primordiales de fer, les parties qui étoient exposées au feu plus vif que l'air excitoit à la surface du globe en incandescence auront subi une plus violente action de ce feu, et se seront en même temps divisées, fendues, séparées, et qu'elles auront

acquis d'elles-mêmes cette puissance magnétique qui ne diminue ni ne s'épuise, et demeure toujours la même, parce qu'elle dépend d'une cause extérieure, toujours subsistante et toujours agissante ?

La formation des premiers aimants me paroît donc bien démontrée, mais la cause première du magnétisme, en général, n'en étoit pas mieux connue. Pour deviner ou même soupçonner quelles peuvent être la cause ou les causes d'un effet particulier de la nature, tel que le magnétisme, il falloit auparavant considérer les phénomènes, en exposant tous les faits acquis par l'expérience et l'observation. Il falloit les comparer entre eux, et avec d'autres faits analogues, afin de pouvoir tirer du résultat de ces comparaisons les lumières qui devoient nous guider dans la recherche des causes inconnues et cachées : c'est la seule route que l'on doit prendre et suivre, puisque ce n'est que sur des faits bien avérés, bien entendus, qu'on peut établir des raisonnements solides ; et plus ces faits seront multipliés, plus il deviendra possible d'en tirer des inductions plausibles, et de les réunir pour en faire la base d'une théorie bien fondée, telle que nous paroît être celle que j'ai présentée dans le premier chapitre de ce traité.

Mais, comme les faits particuliers qu'il nous reste à exposer sont aussi nombreux que familiers, qu'ils paroissent quelquefois opposés ou contraires, nous commencerons par les phénomènes qui ont rapport à l'attraction ou à la répulsion de l'aimant, et ensuite nous exposerons ceux qui nous indiquent sa direction avec ses variations, tant en déclinaison qu'en inclinaison. Chacune de ces grandes propriétés de l'aimant doit être considérée en particulier, et d'autant plus attentivement, qu'elles paroissent moins dépendantes les unes des autres, et qu'en ne les jugeant que par les apparences, leurs effets sembleroient provenir de causes différentes.

Au reste, si nous recherchons le temps où l'aimant et ses propriétés ont commencé d'être connus, ainsi que les lieux où ce minéral se trouvoit anciennement, nous verrons, par le témoignage de Théophraste, que l'aimant étoit rare chez les

Grecs, qui ne lui connoissoient d'autre propriété que celle d'attirer le fer : mais du temps de Pline, c'est-à-dire trois siècles après, l'aimant étoit devenu plus commun ; et aujourd'hui il s'en trouve plusieurs mines dans les terres voisines de la Grèce, ainsi qu'en Italie, et particulièrement à l'île d'Elbe. On doit donc présumer que la plupart des mines de ces contrées ont acquis, depuis le temps de Théophraste, leur vertu magnétique, à mesure qu'elles ont été découvertes, soit par des effets de la nature, soit par le travail des hommes ou par le feu des volcans.

On trouve de même des mines d'aimant dans presque toutes les parties du monde, et surtout dans les pays du nord, où il y a beaucoup plus de mines primordiales de fer que dans les autres régions de la terre. Nous avons donné ci-devant la description des mines aimantées de Sibérie, et l'on sait que l'aimant est si commun en Suède et en Norwège, qu'on en fait un commerce assez considérable.

Les voyageurs nous assurent qu'en Asie il y a de bons aimants au Bengale, à Siam, à la Chine et aux îles Philippines ; ils font aussi mention de ceux de l'Afrique et de l'Amérique.

ARTICLE II.

De l'attraction et de la répulsion de l'Aimant.

Le mouvement du magnétisme semble être composé de deux forces, l'une attractive et l'autre directive. Un aimant, de quelque figure qu'il soit, attire le fer de tous côtés et dans tous les points de sa surface ; et plus les pierres d'aimant sont grosses, moins elles ont de force attractive, relativement à leur volume ; elles en ont d'autant plus qu'elles sont plus pesantes, et toutes ont beaucoup moins de puissance d'attraction quand elles sont nues que quand elles sont armées de fer ou d'acier. La force directive, au contraire, se marque mieux, et avec plus d'énergie, sur les aimants nus que sur ceux qui sont armés.

Quelques savants physiciens, et, entre autres, Taylor et Musschenbroeck, ont essayé de déterminer par des expériences

l'étendue de la sphère d'attraction de l'aimant, et l'intensité de cette action à différentes distances ; ils ont observé qu'avec de bons aimants cette force attractive étoit sensible jusqu'à treize ou quatorze pieds de distance ; et, sans doute, elle s'étend encore plus loin. Ils ont aussi reconnu que rien ne pouvoit intercepter l'action de cette force, en sorte qu'un aimant renfermé dans une boîte agit toujours à la même distance. Ces faits suffisent pour qu'on puisse concevoir qu'en plaçant et cachant des aimants et du fer en différents endroits, même assez éloignés, on peut produire des effets qui paroissent merveilleux, parce qu'ils s'opèrent à quelque distance, sans action apparente d'aucune matière intermédiaire, ni d'aucun mouvement communiqué.

Les anciens n'ont connu que cette première propriété de l'aimant ; ils savoient que le fer, de quelque côté qu'on le présente, est toujours attiré par l'aimant ; ils n'ignoroient pas que deux aimants présentés l'un à l'autre s'attirent ou se repoussent. Les physiciens modernes ont démontré que cette attraction et cette répulsion entre deux aimants sont égales, et que la plus forte attraction se fait lorsqu'on présente directement les pôles de différents noms, c'est-à-dire le pôle austral d'un aimant au pôle boréal d'un autre aimant ; et que de même la répulsion est la plus forte quand on présente l'un à l'autre les pôles de même nom. Ensuite ils ont cherché la loi de cette attraction et de cette répulsion ; ils ont reconnu qu'au lieu d'être, comme la loi de l'attraction universelle, en raison inverse du carré de la distance, cette attraction et cette répulsion magnétiques ne décroissent pas même autant que la distance augmente : mais lorsqu'ils ont voulu graduer l'échelle de cette loi, ils y ont trouvé tant d'inconstance et de si grandes variations, qu'ils n'ont pu déterminer aucun rapport fixe, aucune proportion suivie, entre les degrés de puissance de cette force attractive et les effets qu'elle produit à différentes distances ; tout ce qu'ils ont pu conclure d'un nombre infini d'expériences, c'est que la force attractive de l'aimant décroît proportionnellement plus dans les grandes que dans les petites distances.

Nous venons de dire que les aimants ne sont pas tous d'égal

force, à beaucoup près; que plus les pierres d'aimant sont grosses, moins elles ont de force attractive relativement à leur volume, et qu'elles en ont d'autant plus qu'elles sont plus pesantes, à volume égal : mais nous devons ajouter que les aimants les plus puissants ne sont pas toujours les plus généreux, en sorte que quelquefois ces aimants plus puissants ne communiquent pas au fer autant de leur vertu attractive que des aimants plus foibles et moins riches, mais en même temps moins avares de leur propriété.

La sphère d'activité des aimants foibles est moins étendue que celle des aimants forts; et, comme nous l'avons dit, la force attractive des uns et des autres décroît beaucoup plus dans les grandes que dans les petites distances : mais, dans le point de contact, cette force, dont l'action est très inégale à toutes les distances dans les différents aimants, produit alors un effet moins inégal dans l'aimant foible et dans l'aimant fort, de sorte qu'il faut employer des poids inégaux pour séparer les aimants forts et les aimants foibles, lorsqu'ils sont unis au fer ou à l'aimant par un contact immédiat.

Le fer attire l'aimant autant qu'il en est attiré : tous deux, lorsqu'ils sont en liberté, font la moitié du chemin pour s'approcher ou se joindre. L'action et la réaction sont ici parfaitement égales : mais un aimant attire le fer de quelque côté qu'on le présente, au lieu qu'il n'attire un autre aimant que dans un sens, et qu'il le repousse dans le sens opposé.

La limaille de fer est attirée plus puissamment par l'aimant que la poudre même de la pierre d'aimant, parce qu'il y a plus de parties ferrugineuses dans le fer forgé que dans cette pierre, qui néanmoins agit de plus loin sur le fer aimanté qu'elle ne peut agir sur du fer non aimanté; car le fer n'a par lui-même aucune force attractive : deux blocs de ce métal, mis l'un auprès de l'autre, ne s'attirent pas plus que deux masses de toute autre matière; mais dès que l'un ou l'autre, ou tous deux, ont reçu la vertu magnétique, ils produisent les mêmes effets, et présentent les mêmes phénomènes que la pierre d'aimant, qui n'est en effet qu'une masse ferrugineuse aimantée par la cause

générale du magnétisme. Le fer ne prend aucune augmentation de poids par l'imprégnation de la vertu magnétique ; la plus grosse masse de fer ne pèse pas un grain de plus, quelque fortement qu'elle soit aimantée : le fer ne reçoit donc aucune matière réelle par cette communication, puisque toute matière est pesante, sans même en excepter celle du feu. Cependant le feu violent agit sur l'aimant et sur le fer aimanté ; il diminue beaucoup, ou plutôt il suspend leur force magnétique lorsqu'ils sont échauffés jusqu'à l'incandescence, et ils ne reprennent cette vertu qu'à mesure qu'ils se refroidissent. Une chaleur égale à celle du plomb fondu ne suffit pas pour produire cet effet : et d'ailleurs le feu, quelque violent qu'il soit, laisse toujours à l'aimant et au fer aimanté quelque portion de leurs forces ; car, dans l'état de la plus grande incandescence, ils donnent encore des signes sensibles, quoique foibles, de leur magnétisme. M. Épinus a même éprouvé que des aimants naturels portés à l'état d'incandescence, refroidis ensuite, et placés entre deux grandes barres d'acier fortement aimantées, acquéroient un magnétisme plus fort ; et, par la comparaison de ses expériences, il paroît que plus un aimant est vigoureux par sa nature, mieux il reçoit et conserve ce surcroît de force.

L'action du feu ne fait donc que diminuer ou suspendre la vertu magnétique, et concourt même quelquefois à l'augmenter : cependant la percussion, qui produit toujours de la chaleur lorsqu'elle est réitérée, semble détruire cette force en entier ; car si l'on frappe fortement et par plusieurs coups successifs, une lame de fer aimantée, elle perdra sa vertu magnétique, tandis qu'en frappant de même une semblable lame non aimantée, celle-ci acquerra, par cette percussion, d'autant plus de force magnétique que les coups seront plus forts et plus réitérés : mais il faut remarquer que la percussion, ainsi que l'action du feu, qui semble détruire la vertu magnétique, ne font que la changer ou la chasser, pour en substituer une autre, puisqu'elles suffisent pour aimanter le fer qui ne l'est pas ; elles ôtent donc au fer aimanté la force communiquée par l'aimant et en même temps y portent et lui substituent une nouvelle

force magnétique, qui devient très sensible lorsque la percussion est continuée; le fer perd la première, et acquiert la seconde, qui est souvent plus foible et moins durable : il arrive ici le même effet à peu près que quand on passe sur un aimant foible du fer aimanté par un aimant fort ; ce fer perd la grande force magnétique qui lui avoit été communiquée par l'aimant fort , et il acquiert en même temps la petite force que peut lui donner l'aimant foible.

Si l'on met dans un vase de la limaille de fer et qu'on la comprime assez pour en faire une masse compacte , à laquelle on donnera la vertu magnétique en l'appliquant ou la frottant contre l'aimant, elle la recevra comme toute autre matière ferrugineuse ; mais cette même limaille de fer comprimée, qui a reçu la vertu magnétique, perdra cette vertu dès qu'elle ne fera plus masse, et qu'elle sera réduite au même état pulvérulent où elle étoit avant d'avoir été comprimée. Il suffit donc de changer la situation respective des parties constituantes de la masse, pour faire évanouir la vertu magnétique ; chacune des particules de limaille doit être considérée comme une petite aiguille aimantée, qui dès-lors a sa direction et ses pôles. En changeant donc la situation respective des particules, leurs forces attractive et directive seront changées et détruites les unes par les autres. Ceci doit s'appliquer à l'effet de la percussion, qui, produisant un changement de situation dans les parties du fer aimanté, fait évanouir sa force magnétique. Cela nous démontre aussi la cause d'un phénomène qui a paru singulier, et assez difficile à expliquer.

Si l'on met une pierre d'aimant au-dessus d'une quantité de limaille de fer que l'on agitera sur un carton, cette limaille s'arrangera en formant plusieurs courbes séparées les unes des autres, et qui laissent deux vides aux endroits qui correspondent aux pôles de la pierre : on croiroit que ces vides sont occasionés par une répulsion qui ne se fait que dans ces deux endroits, tandis que l'attraction s'exerce sur la limaille dans tous les autres points ; mais lorsqu'on présente l'aimant sur la limaille de fer sans la secouer, ce sont, au contraire, les pôles

de la pierre qui toujours s'en chargent le plus. Ces deux effets opposés sembleroient, au premier coup d'œil, indiquer que la force magnétique est tantôt très active et tantôt absolument inactive aux pôles de l'aimant : cependant il est très certain, et même nécessaire, que ces deux effets, qui semblent être contraires, proviennent de la même cause; et comme rien ne trouble l'effet de cette cause dans l'un des cas et qu'elle est troublée dans l'autre par les secousses qu'on donne à la limaille, on doit en inférer que la différence ne dépend que du mouvement donné à chaque particule de la limaille.

En général, ces particules étant autant de petites aiguilles qui ont reçu de l'aimant les forces attractive et directive presque en même temps et dans le même sens, elles doivent perdre ces forces et changer de direction dès que, par le mouvement qu'on leur imprime, leur situation est changée. La limaille sera par conséquent attirée et s'amoncèlera lorsque les pôles austraux de ces petites aiguilles seront disposés dans le sens du pôle boréal de l'aimant, parce que, dans tout aimant ou fer aimanté, les pôles de différents noms s'attirent, et ceux de même nom se repoussent.

Il peut arriver cependant quelquefois, lorsqu'on présente un aimant vigoureux à un aimant foible, que les pôles de même nom s'attirent au lieu de se repousser : mais ils ont cessé d'être semblables lorsqu'ils tendent l'un vers l'autre; l'aimant fort détruit par sa puissance la vertu magnétique de l'aimant foible et lui en communique une nouvelle qui change ses pôles. On peut expliquer par cette même raison plusieurs phénomènes analogues à cet effet, et particulièrement celui que M. Épinus a observé le premier, et que nous citons, par extrait, dans la note ci-dessous .

¹ Que l'on tienne verticalement un aimant au-dessus d'une table sur laquelle on aura placé une petite aiguille d'acier à une certaine distance du point au-dessus duquel l'aimant sera suspendu, l'aiguille tendra vers l'aimant, et son extrémité la plus voisine de l'aimant s'élèvera au-dessus de la surface de la table : si l'on frappe légèrement la table par-dessous, l'aiguille se soulèvera en entier ; et lorsqu'elle sera retombée, elle se trouvera plus près du point correspondant au-dessous de l'aimant ; son extrémité, s'élevant

Nous devons ajouter à ces faits un autre fait qui démontre également que la résidence fixe ainsi que la direction décidée de la force magnétique ne dépendent, dans le fer et l'aimant, que de la situation constante de leurs parties dans le cas où elles ont reçu cette force : le fer n'acquiert de lui-même la vertu magnétique, et l'aimant ne la communique au fer, que dans une seule et même direction; car si l'on aimante un fil de fer selon sa longueur, et qu'ensuite on le plie de manière qu'il forme des angles et crochets, il perd dès-lors sa force magnétique, parce que la direction n'est pas la même, et que la situation des parties a été changée dans les plis qui forment ces crochets; les pôles des diverses parties du fer se trouvent alors situés, les uns relativement aux autres, de manière à diminuer ou détruire mutuellement leur vertu, au lieu de la conserver ou de l'accroître : et non-seulement la force magnétique se perd dans ces parties angulaires, mais même elle ne subsiste plus dans les autres parties du fil de fer qui n'ont

davantage, formera avec la table un angle moins aigu, et, à force de petits coups réitérés, elle parviendra précisément au-dessous de l'aimant, et se tiendra perpendiculaire. Si, au contraire, on place l'aimant au-dessous de la table, ce sera l'extrémité de l'aiguille la plus éloignée de l'aimant qui s'élèvera; l'aiguille, mise en mouvement par de légères secousses, se trouvera toujours, après être retombée, à une plus grande distance du point correspondant au-dessus de l'aimant; son extrémité s'élèvera moins au-dessus de la table, et formera un angle plus aigu. L'aiguille acquiert la vertu magnétique par la proximité de l'aimant. L'extrémité de l'aiguille opposée à cet aimant prend un pôle contraire au pôle de l'aimant dont elle est voisine; elle doit donc être attirée pendant que l'autre extrémité sera repoussée. Ainsi l'aiguille prendra successivement une position où l'une de ses extrémités sera le plus près, et l'autre le plus loin possible de l'aimant: elle doit donc tendre à se diriger parallèlement à une ligne droite que l'on pourroit tirer de son centre de gravité à l'aimant. Lorsque l'aiguille s'élève pour obéir à la petite secousse, la tendance que nous venons de reconnaître lui donne, pendant qu'elle est en l'air, une nouvelle position relativement à l'aimant; et s'il est suspendu au-dessus de la table, cette nouvelle position est telle, que l'aiguille en retombant se trouve plus près du point correspondant au-dessous de l'aimant : si, au contraire, l'aimant est au-dessous de la table, la nouvelle position donnée à l'aiguille pendant qu'elle est encore en l'air fait nécessairement qu'après être tombée elle se trouve plus éloignée du point au-dessous duquel l'aimant a été placé. Il est inutile de dire que si l'on remplace la petite aiguille par de la limaille de fer, l'on voit les mêmes effets produits dans toutes les particules qui composent la limaille.

point été pliées ; car le déplacement des pôles et le changement de direction occasionés par les plis suffisent pour faire perdre cette force au fil de fer dans toute son étendue.

Mais si l'on passe un fil de fer par la filière, dans le même sens qu'il a été aimanté, il conservera sa vertu magnétique, quoique les parties constituantes aient changé de position en s'éloignant les unes des autres, et que toutes aient concouru, plus ou moins, à l'allongement de ce fil de fer par leur déplacement ; preuve évidente que la force magnétique subsiste ou s'évanouit selon que la direction se conserve la même lorsque le déplacement se fait dans le même sens, ou que cette direction devient différente lorsque le déplacement se fait dans un sens opposé.

On peut considérer un morceau de fer ou d'acier comme une masse de limaille dont les particules sont seulement plus rapprochées et réunies de plus près que dans le bloc de limaille comprimée : aussi faut-il un violent mouvement, tel que celui d'une flexion forcée, ou d'une forte percussion, pour détruire la force magnétique dans le fer ou l'acier par le changement de la situation respective de leurs parties ; au lieu qu'en donnant un coup assez léger sur la masse de la limaille comprimée on fait évanouir à l'instant la force magnétique, parce que ce coup suffit pour changer la situation respective de toutes les particules de la limaille.

Si l'on ne passe qu'une seule fois une lame de fer ou d'acier sur l'aimant, elle ne reçoit que très peu de force magnétique par ce premier frottement ; mais en le réitérant quinze ou vingt fois, toujours dans le même sens, le fer ou l'acier prendront presque toute la force magnétique qu'ils peuvent comporter, et on ne leur en donneroit pas davantage en continuant plus long-temps les mêmes frottements : mais si, après avoir aimanté une pièce de fer ou d'acier dans un sens, on la passe sur l'aimant dans un sens opposé, elle perd la plus grande partie de la vertu qu'elle avoit acquise, et peut même la perdre tout-à-fait en réitérant les frottements dans ce sens contraire. Ce sont ces phénomènes qui ont fait imaginer à quelques physiciens

que la force magnétique rend mobiles les particules dont le fer est composé. Au reste, si l'on ne fait que poser le fer ou l'acier sur l'aimant, sans les presser l'un contre l'autre, ou les appliquer fortement, en les passant dans le même sens, ils ne reçoivent que peu de vertu magnétique, et ce ne sera qu'en les tenant réunis plusieurs heures de suite qu'ils en acquerront davantage, et cependant toujours moins qu'en les frottant dans le même sens, lentement et fortement, un grand nombre de fois sur l'aimant.

Le feu, la percussion et la flexion suspendent ou détruisent également la force magnétique, parce que ces trois causes changent également la situation respective des parties constituantes du fer et de l'aimant. Ce n'est même que par ce seul changement de la situation respective de leurs parties que le feu peut agir sur la force magnétique; car on s'est assuré que cette force passe de l'aimant au fer, à travers la flamme, sans diminution ni changement de direction: ainsi ce n'est pas sur la force même que se porte l'action du feu, mais sur les parties intégrantes de l'aimant ou du fer, dont le feu change la position; et lorsque, par le refroidissement, cette position des parties se rétablit telle qu'elle étoit avant l'incandescence, la force magnétique reparoît, et devient quelquefois plus puissante qu'elle ne l'étoit auparavant.

Un aimant artificiel et homogène, tel qu'un barreau d'acier fortement aimanté, exerce sa force attractive dans tous les points de sa surface, mais fort inégalement: car si l'on projette de la limaille de fer sur cet aimant, il n'y aura presque aucun point de sa superficie qui ne retienne quelques particules de cette limaille, surtout si elle est réduite en poudre très fine; les pôles et les angles de ce barreau seront les parties qui s'en chargeront le plus, et les faces n'en retiendront qu'une bien moindre quantité. La position des particules de limaille sera aussi fort différente; on les verra perpendiculaires sur les parties polaires de l'aimant, et elles seront inclinées plus ou moins vers ces mêmes pôles dans toutes les autres parties de sa surface.

Rien n'arrête la vertu magnétique: un aimant placé dans

l'air ou dans le vide, plongé dans l'eau, dans l'huile, dans le mercure ou dans tout autre fluide, agit toujours également; renfermé dans une boîte de bois, de pierre, de plomb, de cuivre, ou de tout autre métal, à l'exception du fer, son action est encore la même: l'interposition des corps les plus solides ne lui porte aucune atteinte, et ne fait pas obstacle à la transmission de sa force; elle n'est affoiblie que par le fer interposé, qui, acquérant par cette position la vertu magnétique, peut augmenter, contre-balancer, ou détruire celle qui existoit déjà, suivant que les directions de ces deux forces particulières coïncident ou divergent.

Mais, quoique les corps interposés ne diminuent pas l'étendue de la sphère active de l'aimant sur le fer, ils ne laissent pas de diminuer beaucoup l'intensité de la force attractive, lorsqu'ils empêchent leur contact. Si l'on interpose entre le fer qu'on veut unir à l'aimant un corps aussi mince que l'on voudra, seulement une feuille de papier, l'aimant ne pourra soutenir qu'une très petite masse de fer en comparaison de celle qu'il auroit soutenue si le fer lui avoit été immédiatement appliqué: cette différence d'effet provient de ce que l'intensité de la force est, sans comparaison, beaucoup plus grande au point de contact, et qu'en mettant obstacle à l'union immédiate du fer avec l'aimant, par un corps intermédiaire, on lui ôte la plus grande partie de sa force, en ne lui laissant que celle qu'il exerçoit au-delà de son point de contact. Mais cet effet, qui est si sensible à ce point, devient nul, ou du moins insensible, à toute autre distance; car les corps interposés à un pied, à un pouce, et même à une ligne de l'aimant, ne paroissent faire aucun obstacle à l'exercice de son attraction.

Le fer réduit en rouille cesse d'être attirable à l'aimant; la rouille est une dissolution du fer par l'humidité de l'air, ou, pour mieux dire, par l'action de l'acide aérien, qui, comme nous l'avons dit, a produit tous les autres acides: aussi agissent-ils tous sur le fer, et à peu près de la même manière; car tous le dissolvent, lui ôtent la propriété d'être attiré par l'aimant: mais il reprend cette même propriété lorsqu'on fait

exhaler ces acides par le moyen du feu. Cette propriété n'est donc pas détruite en entier dans la rouille, et dans les autres dissolutions du fer, puisqu'elle se rétablit dès que le dissolvant en est séparé.

L'action du feu produit dans le fer un effet tout contraire à celui de l'impression des acides ou de l'humidité de l'air; le feu le rend d'autant plus attirable à l'aimant qu'il a été plus violemment chauffé. Ce sablon ferrugineux dont nous avons parlé, et qui est toujours mêlé avec la platine, est plus attirable à l'aimant que la limaille de fer, parce qu'il a subi une plus forte action du feu, et la limaille de fer chauffée jusqu'au blanc devient aussi plus attirable qu'elle ne l'étoit auparavant; on peut même dire qu'elle devient tout-à-fait magnétique en certaines circonstances, puisque les petites écailles de fer qui se séparent de la loupe en incandescence frappée par le marteau présentent les mêmes phénomènes que l'aimant : elles s'attirent, se repoussent et se dirigent comme le font les aiguilles aimantées. On obtient le même effet en faisant sublimer le fer par le moyen du feu¹; et les volcans donnent par sublimation des matières ferrugineuses qui ont du magnétisme et des pôles comme les fers sublimés et chauffés.

On augmente prodigieusement la force attractive de l'aimant en la réunissant avec la force directive, au moyen d'une armure de fer ou d'acier; car cette armure fait converger les directions, en sorte qu'il ne reste à l'aimant armé qu'une portion des forces directives qu'il avoit étant nu, et que ce même aimant nu, qui, par ses parties polaires, ne pouvoit soutenir qu'un certain poids de fer, en soutiendra dix, quinze, ou vingt fois davantage, s'il est bien armé; et plus le poids qu'il soutiendra étant nu sera petit, plus l'augmentation du poids qu'il pourra porter étant armé sera grande. Les forces directives de l'aimant se réunissent donc avec sa force attractive; et toutes se portant sur l'armure, y produisent une intensité de force bien plus grande, sans que l'aimant en soit plus épuisé. Cela

¹ Expériences faites par MM. de l'Arbre et Quinquet, et communiquées à M. le comte de Buffon en 1786

seul prouveroit que la force magnétique ne réside pas dans l'aimant, mais qu'elle est déterminée vers le fer et l'aimant par une cause extérieure dont l'effet peut augmenter ou diminuer, selon que les matières ferrugineuses lui sont présentées d'une manière plus ou moins avantageuse : la force attractive n'augmente ici que par sa réunion avec la force directive, et l'armure ne fait que réunir ces deux forces pour leur donner plus d'extension; car, quoique l'attraction, dans l'aimant armé, agisse beaucoup plus puissamment sur le fer, qu'elle retient plus fortement, elle ne s'étend pas plus loin que celle de l'aimant nu.

Cette plus forte attraction, produite par la réunion des forces attractive et directive de l'aimant, paroît s'exercer en raison des surfaces : par exemple, si la surface plane du pied de l'armure contre laquelle on applique le fer est de 36 lignes carrées, la force d'attraction sera quatre fois plus grande que sur une surface de 9 lignes carrées; autre preuve que la cause de l'attraction magnétique est extérieure, et ne pénètre pas la masse de l'aimant, puisqu'elle n'agit qu'en raison des surfaces, au lieu que celle de l'attraction universelle, agissant toujours en raison des masses, est une force qui réside dans toute matière. D'ailleurs toute force dont les directions sont différentes, et qui ne tend pas directement du centre à la circonférence, ne peut pas être regardée comme une force intérieure proportionnelle à la masse, et n'est en effet qu'une action extérieure qui ne peut se mesurer que par sa proportion avec la surface.

Les deux pôles d'un aimant se nuisant réciproquement par leur action contraire, lorsqu'ils sont trop voisins l'un de l'autre, la position de l'armure et la figure de l'aimant doivent également influencer sur sa force, et c'est par cette raison que des aimants foibles gagnent quelquefois davantage à être armés que des aimants plus forts. Cette action contraire de deux pôles trop rapprochés sert à expliquer pourquoi deux

M. Daniel Bernouilli a trouvé par plusieurs expériences que la force attractive des aimants artificiels de figure cubique croissoit comme la surface, et non pas comme la masse, de ces aimants.

barres aimantées qui se touchent n'attirent pas un morceau de fer avec autant de force que lorsqu'elles sont à une certaine distance l'une de l'autre.

Les pieds de l'armure doivent être placés sur les pôles de la pierre pour réunir le plus de force : ces pôles ne sont pas des points mathématiques, ils ont une certaine étendue, et l'on reconnoît aisément les parties polaires d'un aimant en ce qu'elles retiennent le fer avec une grande énergie, et l'attirent avec plus de puissance que toutes les autres parties de la surface de ce même aimant ne peuvent le retenir ou l'attirer. Les meilleurs aimants sont ceux dont les pôles sont les plus décidés, c'est-à-dire ceux dans lesquels cette inégalité de force est la plus grande. Les plus mauvais aimants sont ceux dont les pôles sont les plus indécis, c'est-à-dire ceux qui ont plusieurs pôles et qui attirent le fer à peu près également dans tous les points de leur surface; et le défaut de ces aimants vient de ce qu'ils sont composés de plusieurs pièces mal situées relativement les unes aux autres; car, en les divisant en plusieurs parties, chacun de ces fragments n'aura que deux pôles bien décidés et fort actifs.

Nous avons dit que si l'on aimante un fil de fer en le frottant longitudinalement dans le même sens, il perdra la vertu magnétique en le pliant en crochet, ou le courbant et le contournant en anneau, et cela parce que la force magnétique ne s'étant déterminée vers ce fil de fer que par un frottement dans le sens longitudinal, elle cesse de se diriger vers ce même fer dès que ce sens est changé ou interrompu; et lorsqu'il devient directement opposé, cette force produit nécessairement un effet contraire au premier : elle repousse, au lieu d'attirer, et se dirige vers l'autre pôle.

La répulsion dans l'aimant n'est donc que l'effet d'une attraction en sens contraire, et qu'on oppose à elle-même; toutes deux ne partent pas du corps de l'aimant, mais proviennent et sont des effets d'une force extérieure qui agit sur l'aimant en deux sens opposés; et dans tout aimant, comme dans le globe terrestre, la force magnétique forme deux courants en

sens contraire, qui partent tous deux de l'équateur en se dirigeant aux deux pôles.

Mais on doit observer qu'il y a une inégalité de force entre les deux courants magnétiques du globe, dont l'hémisphère boréal offrant à sa surface beaucoup plus de terre que d'eau, et étant par conséquent moins froid que l'hémisphère austral, ne doit pas déterminer ce courant avec autant de puissance, en sorte que ce courant magnétique boréal a moins d'intensité de force que le courant de l'hémisphère austral, dans lequel la quantité des eaux et des glaces étant beaucoup plus grande que dans le boréal, la condensation des émanations terrestres provenant des régions de l'équateur doit être aussi plus rapide et plus grande; cette même inégalité se reconnoît dans les aimants. M. de Bruno a fait à ce sujet quelques expériences, dont nous citons la plus décisive dans la note ci-dessous¹. Descartes avoit dit auparavant que le côté de l'aimant qui tend vers le nord peut soutenir plus de fer dans nos régions septentrionales que le côté opposé, et ce fait a été confirmé par Røhault, et aujourd'hui par les expériences de M. de Bruno. Le pôle boréal est donc le plus fort dans les aimants, tandis que c'est au contraire le pôle le plus foible sur le globe terrestre; et c'est précisément ce qui détermine les pôles boréaux des aimants à se porter vers le nord, comme vers un pôle dont la quantité de force est différente de celle qu'ils ont reçue.

Lorsqu'on présente deux aimants l'un à l'autre, et que l'on oppose les pôles de même nom, il est nécessaire qu'ils se repoussent, parce que la force magnétique, qui se porte de l'équateur du premier aimant à son pôle, agit dans une direction contraire et diamétralement opposée à la force magnétique, qui se porte en sens contraire dans le second aimant.

¹ Je posai un grand barreau magnétique sur une table de marbre blanc; je plaçai une aiguille aimantée en équilibre sur son pivot, au point qui séparoit le grand barreau en deux parties égales. Le pôle austral s'inclina vers le pôle boréal du grand barreau. J'approchai insensiblement cette aiguille vers le pôle austral du grand barreau, jusqu'à ce qu'enfin je m'aperçus que la petite aiguille étoit dans une situation parfaitement horizontale.

Ces deux forces sont de même nature , leur quantité est égale , et par conséquent ces deux forces égales et opposées doivent produire une répulsion , tandis qu'elles n'offrent qu'une attraction si les deux aimants sont présentés l'un à l'autre par les pôles de différents noms , puisqu'alors les deux forces magnétiques , au lieu d'être égales , diffèrent par leur nature et par leurs quantités. Ceci seul suffiroit pour démontrer que la force magnétique ne circule pas en tourbillon autour de l'aimant , mais se porte seulement de son équateur à ses pôles en deux sens opposés.

Cette répulsion , qu'exercent l'un contre l'autre les pôles de même nom , sert à rendre raison d'un phénomène qui d'abord a surpris les yeux de quelques physiciens. Si l'on soutient deux aiguilles aimantées l'une au-dessus de l'autre , et si on leur communique le plus léger mouvement , elles ne se fixent point dans la direction du méridien magnétique , mais elles s'en éloignent également des deux côtés , l'une à droite et l'autre à gauche de la ligne de leur direction naturelle.

Or cet écartement provient de l'action répulsive de leurs pôles ; et ce qui le prouve , c'est qu'à mesure qu'on fait descendre l'aiguille supérieure pour l'approcher de l'inférieure , l'angle de leur écartement devient plus grand , tandis qu'au contraire il devient plus petit à mesure qu'on fait remonter cette même aiguille supérieure au-dessus de l'inférieure ; et lorsque les aiguilles sont assez éloignées l'une de l'autre pour n'être plus soumises à leur influence mutuelle , elles reprennent alors leur vraie direction , et n'obéissent plus qu'à la force du magnétisme général. Cet effet , dont la cause est assez évidente , n'a pas laissé d'induire en erreur ceux qui l'ont observé les premiers ; ils ont imaginé qu'on pourroit par ce moyen construire des boussoles dont l'une des aiguilles indiqueroit le pôle terrestre , tandis que l'autre se dirigerait vers le pôle magnétique , en sorte que la première marqueroit le vrai nord , et la seconde la déclinaison de l'aimant : mais le peu de fondement de cette prétention est suffisamment démontré par l'angle que forment les deux aiguilles , et qui au-

mente ou diminue par l'influence de leurs pôles, en les rapprochant ou les éloignant l'un de l'autre.

On déterminera plus puissamment, plus promptement, cette force extérieure du magnétisme général vers le fer en le tenant dans la direction du méridien magnétique de chaque lieu, et l'on a observé qu'en mettant dans cette situation des verges de fer, les unes en incandescence et les autres froides, les premières reçoivent la vertu magnétique bien plus tôt et en bien plus grande mesure¹ que les dernières. Ce fait ajoute encore aux preuves que j'ai données de la formation des mines d'aimant par le feu primitif.

Il faut une certaine proportion dans les dimensions du fer pour qu'il puisse s'aimanter promptement de lui-même, et par la seule action du magnétisme général; cependant tous les fers étant posés dans une situation perpendiculaire à l'horizon prendront dans nos climats quelque portion de vertu magnétique. M. le chevalier de Lamanon, ayant examiné les fers employés dans tous les vaisseaux qu'il a vus dans le port de Brest en 1785, a trouvé que tous ceux qui étoient placés verticalement avoient acquis la vertu magnétique. Il faut seulement un assez long temps pour que cet effet se manifeste dans les fers qui sont gros et courts, moins de temps pour ceux qui sont épais et longs, et beaucoup moins pour ceux qui sont longs et menus. Ces derniers s'aimantent en quelques minutes, et il faut des mois et des années pour les autres. De quelque manière même que le fer ait reçu la vertu magnétique, il paroît que jusqu'à un certain point, et toutes choses égales, la force qu'il acquiert est en raison de sa longueur; les barreaux de fer qui sont aux fenêtres des anciens édifices ont souvent acquis, avec le temps, une assez grande force magnétique pour pouvoir, comme de véritables aimants, attirer et repousser d'une manière sensible l'aiguille aimantée à plusieurs pieds de distance.

¹ Nous devons cependant observer que le fer prend, à la vérité, plus de force magnétique dans l'état d'incandescence, mais qu'il ne la conserve pas en même quantité après son refroidissement. Un fer, tant qu'il est rouge, attire l'aiguille aimantée plus fortement et la fait mouvoir de plus loin quand il est refroidi.

Mais cette communication du magnétisme au fer s'opère très inégalement suivant les différents climats ; on s'est assuré, par l'observation, que dans toutes les contrées des zones tempérées et froides le fer tenu verticalement acquiert plus promptement et en plus grande mesure la vertu magnétique que dans les régions qui sont sous la zone torride, dans lesquelles même il ne prend souvent que peu ou point de vertu magnétique dans cette position verticale.

Nous avons dit que les aimants ont proportionnellement d'autant plus de force qu'ils sont en plus petit volume. Une pierre d'aimant dont le volume excède vingt-sept ou trente pouces cubiques peut à peine porter un poids égal à celui de sa masse, tandis que dans les petites pierres d'aimant, d'un ou deux pouces cubiques, il s'en trouve qui portent vingt, trente, et même cinquante fois leur poids. Mais, pour faire des comparaisons exactes, il faut que le fer soit de la même qualité, et que les dimensions et la figure de chaque morceau soient semblables et égales ; car un aimant qui soutiendrait un cube de fer du poids d'une livre ne pourra soutenir un fil de fer long d'un pied, qui ne pèseroit pas un gros ; et si les masses à soutenir ne sont pas entièrement de fer, quoique de même forme ; si par exemple on applique à l'aimant deux masses d'égal poids et de figure semblable, dont l'une seroit entièrement de fer et dont l'autre ne seroit de fer que dans la partie supérieure, et de cuivre ou d'autre matière dans la partie inférieure, cette masse composée de deux matières ne sera pas attirée ni soutenue avec la même force que la masse de fer continu, et elle tiendra d'autant moins à l'aimant que la portion de fer sera plus petite, et que celle de l'autre matière sera plus grande.

Lorsqu'on divise un gros aimant en plusieurs parties, chaque fragment, quelque petit qu'il soit, aura toujours des pôles. La vertu magnétique augmentera au lieu de diminuer par cette division ; ces fragments, pris séparément, porteront beaucoup plus de poids que quand ils étoient réunis en un seul bloc. Cependant les gros aimants, même les plus foibles, répandent en proportion leur force à de plus grandes distances que les

petits aimants les plus forts; et si l'on joint ensemble plusieurs petits aimants pour n'en faire qu'une masse, la vertu de cette masse s'étendra beaucoup plus loin que celle d'aucun des morceaux dont ce bloc est composé. Dans tous les cas cette force agit de plus loin sur un autre aimant, ou sur le fer aimanté, que sur le fer qui ne l'est pas.

On peut reconnoître assez précisément les effets de l'attraction de l'aimant sur le fer, et sur le fer aimanté, par le moyen des boussoles, dont l'aiguille nous offre aussi par son mouvement les autres phénomènes du magnétisme général. La direction de l'aiguille vers les parties polaires du globe terrestre, sa déclinaison et son inclinaison dans les différents lieux du globe, sont les effets de ce magnétisme dont nous avons tiré le grand moyen de parcourir les mers et les terres inconnues, sans autre guide que cette aiguille, qui seule peut nous conduire lorsque l'aspect du ciel nous manque, et que tous les astres sont voilés par les nuages, les brouillards et les brumes.

Ces aiguilles une fois bien aimantées sont de véritables aimants; elles nous en présentent tous les phénomènes, et même les démontrent d'une manière plus précise qu'on ne pourroit les reconnoître dans les aimants mêmes: car l'aimant et le fer bien aimanté produisent les mêmes effets; et lorsqu'une petite barre d'acier a été aimantée au point de prendre toute la vertu magnétique dont elle est susceptible, c'est dès lors un aimant qui, comme le véritable aimant, peut communiquer sa force, sans en rien perdre, à tous les fers et à tous les aciers qu'on lui présentera.

Mais ni l'aimant naturel ni ces aimants artificiels ne communiquent pas d'abord autant de force qu'ils en ont; une lame de fer ou d'acier passée sur l'aimant en reçoit une certaine mesure de vertu magnétique, qu'on estime par le poids que cette lame peut soutenir; si l'on passe une seconde lame sur la première, cette seconde lame ne recevra de même qu'une partie de la force de la première, et ne pourra soutenir qu'un moindre poids; une troisième lame passée sur la seconde ne prendra de même qu'une portion de la force de cette seconde lame; et

enfin dans une quatrième lame passée sur la troisième, la vertu communiquée sera presque insensible ou même nulle.

Chacune de ces lames conserve néanmoins toute la vertu qu'elle a reçue, sans perte ni diminution, quoiqu'elles paroissent en faire largesse en la communiquant; car l'aimant ou le fer aimanté ne font aucune dépense réelle de cette force : elle ne leur appartient donc pas en propre, et ne fait pas partie de leur substance; ils ne font que la déterminer plus ou moins vers le fer qui ne l'a pas encore reçue.

Ainsi, je le répète, cette force ne réside pas en quantité réelle et matérielle dans l'aimant, puisqu'elle passe sans diminution de l'aimant au fer et du fer au fer, qu'elle se multiplie au lieu de s'évanouir, et qu'elle augmente au lieu de diminuer par cette communication; car chaque lame de fer en acquiert sans que les autres en perdent, et la force reste évidemment la même dans chacune, après mille et mille communications. Cette force est donc extérieure, et, de plus, elle est pour ainsi dire infinie relativement aux petites masses de l'aimant et du fer qui ne font que la déterminer vers leur propre substance : elle existe à part, et n'en existeroit pas moins quand il n'y auroit point de fer ni d'aimant dans le monde; mais il est vrai qu'elle ne produiroit pas les mêmes effets, qui tous dépendent du rapport particulier que la matière ferrugineuse se trouve avoir avec l'action de cette force.

ARTICLE IV.

Divers procédés pour produire et compléter l'aimantation du fer.

Plusieurs circonstances concourent à rendre plus ou moins complète la communication de la force magnétique de l'aimant au fer. Premièrement, tous les aimants ne donnent pas au même fer une égale force attractive : les plus forts lui communiquent ordinairement plus de vertu que les aimants plus faibles. Secondement, la qualité du fer influe beaucoup sur la quantité de vertu magnétique qu'il peut recevoir du même aimant; plus le fer est pur, et plus il peut s'aimanter forte-

ment; l'acier, qui est le fer le plus épuré, reçoit plus de force magnétique et la conserve plus long-temps que le fer ordinaire. Troisièmement, il faut une certaine proportion dans les dimensions du fer ou de l'acier que l'on veut aimanter, pour qu'ils reçoivent la plus grande force magnétique qu'ils peuvent comporter. La longueur, la largeur et l'épaisseur de ces fers ou aciers, ont leurs proportions et leurs limites : ces dimensions respectives ne doivent être ni trop grandes ni trop petites, et ce n'est qu'après une infinité de tâtonnements qu'on a pu déterminer à peu près leurs proportions relatives dans les masses de fer ou d'acier que l'on veut aimanter au plus haut degré.

Lorsqu'on présente à un aimant puissant du fer doux et du fer dur, les deux fers acquièrent la vertu magnétique, et en reçoivent autant qu'ils peuvent en comporter ; et le fer dur, qui en comporte le plus, peut en recevoir davantage : mais si l'aimant n'est pas assez puissant pour communiquer aux deux fers toute la force qu'ils peuvent recevoir, on trouvera que le fer tendre, qui reçoit avec plus de facilité la vertu magnétique, aura, dans le même temps, acquis plus de force que le fer dur. Il peut aussi arriver que l'action de l'aimant sur les fers soit telle, que le fer tendre sera pleinement imprégné, tandis que le fer dur n'aura pas été exposé à cette action pendant assez de temps pour recevoir toute la force magnétique qu'il peut comporter, de sorte que tous deux peuvent présenter, dans ces deux cas, des forces magnétiques égales ; ce qui explique les contradictions des artistes sur la qualité du fer qu'on doit préférer pour faire des aimants artificiels.

Une verge de fer, longue et menue, rougie au feu, et ensuite plongée perpendiculairement dans l'eau, acquiert en un moment la vertu magnétique. L'on pourroit donc aimanter promptement des aiguilles de boussole sans aimant : il suffiroit, après les avoir fabriquées, de les faire rougir au feu et de les tremper ensuite dans l'eau froide ¹. Mais ce qui paroît

¹ Nous devons cependant observer que ces aiguilles ne sont pas aussi actives ni aussi précises que celles qu'on a aimantées en les passant vingt ou trente fois dans le même sens sur le pôle d'un aimant bien armé.

singulier, quoique naturel, c'est-à-dire dépendant des mêmes causes, c'est que le fer en incandescence, comme l'on voit, s'aimante très promptement, en le plongeant verticalement dans l'eau pour le refroidir, au lieu que le fer aimanté perd sa vertu magnétique par le feu, et ne la reprend pas étant de même plongé dans l'eau : et c'est parce qu'il conserve un peu de cette vertu, que le feu ne lui enlève pas tout entière, car cette portion qu'il conserve de son ancien magnétisme l'empêche d'en recevoir un nouveau.

On peut faire avec l'acier des aimants aussi puissants, aussi durables que les meilleurs aimants naturels; on a même observé qu'un aimant bien armé donne à l'acier plus de vertu magnétique qu'il n'en a lui-même. Ces aimants artificiels demandent seulement quelques attentions dans la fabrication, et de justes proportions dans leurs dimensions. Plusieurs physiciens, et quelques artistes habiles, ont dans ces derniers temps, si bien réussi, tant en France ¹ qu'en Angleterre, qu'on pourroit, au moyen d'un de ces aimants artificiels, se passer à l'avenir des aimants de nature.

Il y a plus; on peut sans aimant ni fer aimanté, et par un procédé aussi remarquable qu'il est simple, exciter dans le fer la vertu magnétique à un très haut degré. Ce procédé consiste à poser la surface polie d'une forte pièce de fer, telle qu'une enclume, des barreaux d'acier, et à les frotter un grand nombre de fois, en les retournant sur leurs différentes faces; toujours dans le même sens, au moyen d'une grosse barre de fer tenue verticalement, et dont l'extrémité inférieure, pour le plus grand effet, doit être aciérée et polie. Les barreaux d'acier se trouvent, après ces frottements, fortement aimantés, sans que l'enclume ni la barre, qui semblent leur communiquer la vertu magnétique, la possèdent ou la prennent sensiblement elles-

¹ M. Le Noble, chanoine de Saint-Louis du Louvre, s'est surtout distingué dans cet art : il a composé des aimants artificiels de plusieurs lames d'acier réunies; il a trouvé le moyen de les aimanter plus fortement, et de leur donner les figures et les dimensions convenables pour produire les plus grands effets; et, comparaison faite des aimants de M. Le Noble avec ceux d'Angleterre, ils m'ont paru au moins égaux, et même supérieurs.

mêmes; et rien ne semble plus propre à démontrer l'affinité réelle et le rapport intime du fer avec la force magnétique, lors même qu'elle ne s'y manifeste pas sensiblement, et qu'elle n'est pas fortement établie, puisque ne la possédant pas, il la communique en déterminant son cours, et ne lui servant que de conducteur.

MM. Mitchel et Canton, au lieu de se servir d'une seule barre de fer pour produire des aimants artificiels, ont employé avec succès deux barres déjà magnétiques; leur méthode a été appelée *méthode du double contact*, à cause du double moyen qu'ils ont préféré. Elle a été perfectionnée par M. Épinus, qui a cherché et trouvé la manière la plus avantageuse de placer les forces dans les aimants artificiels, afin que celles qui attirent et celles qui repoussent se servent le plus et se nuisent le moins possible. Voici son procédé, qui est l'un des meilleurs auxquels on puisse avoir recours pour cet effet; et nous pensons qu'on doit le préférer pour aimanter les aiguilles des boussoles. M. Épinus suppose que l'on veuille augmenter jusqu'au degré de saturation la vertu de quatre barres déjà douées de quelque magnétisme: il en met deux horizontalement, parallèlement, et à une certaine distance l'une de l'autre, entre deux parallépipèdes de fer; il place sur une de ces barres horizontales les deux autres barres qui lui restent; il les incline, l'une à droite, l'autre à gauche, de manière qu'elles forment un angle de quinze à vingt degrés avec la barre horizontale, et que leurs extrémités inférieures ne soient séparées que par un espace de quelques lignes; il les conduit ensuite d'un bout de la barre à l'autre, alternativement dans les deux sens, et en les tenant toujours à la même distance l'une de l'autre. Après que la première barre horizontale a été ainsi frottée sur ses deux surfaces, il répète l'opération sur la seconde barre; il remplace alors la première paire de barres par la seconde, qu'il place de même entre les deux parallépipèdes, et qu'il frotte de la même manière que nous venons de le dire avec la première paire; il recommence ensuite l'opération sur cette première paire, et il continue de frotter alter-

nativement une paire sur l'autre, jusqu'à ce que les barres ne puissent plus acquérir de magnétisme. M. Épinus emploie le même procédé avec trois barres, ou avec un plus grand nombre : mais, selon lui, la manière la plus courte et la plus sûre est d'aimanter quatre barres. On peut coucher entièrement les aimants sur la barre que l'on frotte, au lieu de leur faire former un angle de quinze ou vingt degrés, si la barre est assez courte pour que ses extrémités ne se trouvent pas trop voisines des pôles extérieurs des aimants, qui jouissent de forces opposées à celles de ces extrémités.

Lorsque la barre à aimanter est très longue, il peut se faire que l'ingénieux procédé de M. Épinus, ainsi que celui de M. Canton, produise une suite de pôles alternativement contraires, surtout si le fer est mou, et par conséquent susceptible de recevoir plus promptement le magnétisme.

M. Épinus s'est servi du procédé du double contact de deux manières : 1^o avec quatre barres d'un fer médiocrement dur, longues de deux pieds, larges d'un pouce et demi, épaisses d'un demi-pouce, et douze lames d'acier de six pouces de long, de quatre lignes de large, et d'une demi-ligne d'épais. Les quatre premières étoient d'un acier mou ; quatre autres avoient la dureté de l'acier ordinaire avec lequel on fait les ressorts ; et les quatre autres barres étoient d'un acier dur jusqu'au plus haut degré de fragilité. Il a tenu verticalement une des grandes barres, et l'a frappée fortement, environ deux cents fois, à l'aide d'un gros marteau. Elle a acquis, par cette percussion, une vertu magnétique assez forte pour soutenir un petit clou de fer : l'extrémité inférieure a reçu la vertu du pôle boréal ; et l'extrémité supérieure, la vertu du pôle austral. Il a aimanté de même les autres trois grandes barres. Il a ensuite placé l'une des petites lames d'acier mou sur une table entre deux des grandes barres, comme dans le procédé du double contact, et l'a frottée, suivant le même procédé, avec les deux autres grandes barres ; il l'a ainsi magnétisée. Il l'a successivement remplacée par les trois autres lames d'acier mou, et a porté la force magnétique de ces quatre lames au degré de

saturation. Il a placé , après cela , deux des lames qui avoient la dureté des ressorts entre deux parallépipèdes de fer mou , les a frottées avec deux faisceaux formés des quatre grandes barres , a fait la même opération sur les deux autres , a remplacé les quatre grandes barres par les quatre petites lames d'acier mou , et a porté ainsi jusqu'à la saturation la force magnétique des quatre lames ayant la dureté des ressorts : il a terminé son procédé par répéter la même opération ; et pour aimanter jusqu'à saturation les lames qui présentoient le plus de dureté , il les a substituées à celles qui n'avoient que la dureté du ressort , et il a mis celles-ci à la place des grandes barres.

La seconde manière que M. Épinus a employée ne diffère de la première qu'en ce qu'il a fait faire les quatre grandes barres d'un fer très mou , et qu'il a mis la petite lame molle à aimanter , ainsi que les deux grandes barres placées à son extrémité , dans la direction de l'inclinaison de l'aiguille aimantée. Il a ensuite frotté la petite lame d'acier avec les deux autres grandes barres , en les tenant parallèlement à la petite lame , ou en ne leur faisant former qu'un angle très aigu.

Si l'on approche d'un aimant une longue barre de fer , la portion la plus voisine de l'aimant acquiert à cette extrémité , comme nous l'avons dit , un pôle opposé à celui qu'elle touche ; une seconde portion de cette même barre offre un pôle contraire à celui de la portion contiguë à l'aimant ; une troisième présente le même pôle que la première ; une quatrième , que la seconde ; et ainsi de suite. Les pôles alternativement opposés de ces quatre parties de la barre sont d'autant plus foibles qu'ils s'éloignent davantage de l'aimant ; et leur nombre , toutes choses égales , est proportionné à la longueur de la barre.

Si on applique le pôle d'un aimant sur le milieu d'une lame , elle acquiert dans ce point un pôle contraire , et dans les deux extrémités deux pôles semblables à celui qui la touche. Si le fer est épais , la surface opposée à l'aimant acquiert aussi un pôle semblable à celui qui est appliqué contre le fer ; et si la barre est un peu longue , les deux extrémités présentent la

suite des pôles alternativement contraires, et dont nous venons de parler.

La facilité avec laquelle le fer reçoit la vertu magnétique par le contact ou le voisinage d'un aimant, l'attraction mutuelle des pôles opposés, et la répulsion des pôles semblables, sont confirmées par les phénomènes suivants.

Lorsque l'on donne à un morceau de fer la forme d'une fourche, et qu'on applique une des branches à un aimant, le fer devient magnétique, et son extrémité inférieure peut soutenir une petite masse de fer : mais si on approche de la seconde branche de la fourche un aimant dont le pôle soit opposé à celui du premier aimant, le morceau de fer soumis à deux forces qui tendent à se détruire, recevant deux vertus contraires, ou, pour mieux dire, n'en recevant plus aucune, perd son magnétisme, et laisse échapper le poids qu'il soutenoit.

Si l'on suspend un petit fil de fer mou, long de quelques pouces, et qu'on approche un aimant de son extrémité inférieure, en présentant aussi à cette extrémité un morceau de fer, ce morceau acquerra une vertu opposée à celle du pôle voisin de l'aimant; il repoussera l'extrémité inférieure du fil de fer qui aura obtenu une force semblable à celle qu'il possèdera, et attirera l'extrémité supérieure qui jouira d'une vertu contraire.

Lorsqu'on suspend un poids à une lame d'acier mince, aimantée et horizontale, et que l'on place au-dessus de cette lame une seconde lame aimantée, de même force, d'égale grandeur, couchée sur la première, la recouvrant en entier, et présentant un pôle opposé au pôle qui soutient le poids, ce poids n'est plus retenu. Si la lame supérieure jouit d'une plus grande force que l'inférieure, le poids tombera avant qu'elle ne touche la seconde lame : mais en continuant de l'approcher, elle agira par son excès de force sur les nouveaux poids qu'on lui présentera, et les soutiendra, malgré l'action contraire de la lame inférieure.

Lorsqu'on suspend un poids à un aimant, et que l'on approche un second aimant au-dessus de ce poids, la force du

premier aimant est augmentée dans le cas où les pôles contraires sont opposés, et se trouve diminuée quand les pôles semblables sont les plus voisins. Les mêmes effets arriveront, et le poids sera également soumis à deux forces agissant dans la même direction, si l'on remplace le second aimant par un morceau de fer auquel la proximité du premier aimant communiquera une vertu magnétique opposée à celle du pôle le plus voisin. Ceci avoit été observé précédemment par M. de Réaumur, qui a reconnu qu'un aimant enlevoit une masse de fer placée sur une enclume de fer avec plus de facilité que lorsqu'elle étoit placée sur une autre matière.

Les faits que nous venons de rapporter nous démontrent pourquoi un aimant acquiert une nouvelle vertu en soutenant du fer qu'il aimante par son voisinage, et pourquoi, si on lui enlève des poids qu'on étoit parvenu à lui faire porter en le chargeant graduellement, il refuse de les soutenir lorsqu'on les lui rend tous à la fois.

L'expérience nous apprend, dit M. Épinus, que le fer exposé à un froid très âpre devient beaucoup plus dur et plus cassant : ainsi, lorsqu'on aimante une barre de fer, le degré de la force qu'elle acquiert dépend, selon lui, en grande partie, du degré de froid auquel elle est exposée, en sorte que la même barre aimantée de la même manière n'acquiert pas dans l'été la même vertu que dans l'hiver, surtout pendant un froid très rigoureux. Néanmoins ce savant physicien convient qu'il faudroit confirmer ce fait par des expériences exactes et réitérées. Au reste, on peut assurer qu'en général la grande chaleur et le grand froid diminuent la vertu magnétique des aimants et des fers aimantés, en modifiant leur état, et en les rendant par là plus ou moins susceptibles de l'action de l'électricité générale ¹.

On peut voir, dans l'*Essai sur le fluide électrique* de feu M. le comte de Tressan, une expérience du docteur Knight, que j'ai cru devoir rapporter ici, parce qu'elle est relative à l'aimantation du fer, et d'ailleurs parce qu'elle peut servir à

¹ M. de Rozières, que nous avons déjà cité, l'a prouvé par plusieurs expériences.

rendre raison de plusieurs autres expériences surprenantes en apparence, et dont la cause a été pendant long-temps cachée aux physiciens ¹. Au reste, elle s'explique très aisément par la répulsion des pôles semblables et l'attraction des pôles de différent nom.

ARTICLE V

De la direction de l'Aimant, et de sa déclinaison.

Après avoir considéré les effets de la force attractive de l'aimant, considérons les phénomènes de ses forces directives. Un aimant, ou, ce qui revient au même, une aiguille aimantée, se

¹ L'expérience, dit M. de Tressan, la plus singulière à faire sur les aimants artificiels du docteur Knight est celle dont il m'envoya les détails de Londres en 1748, avec l'appareil nécessaire pour la répéter. Non-seulement M. Knight avoit déjà trouvé alors le secret de donner un magnétisme puissant à des barres de quinze pouces de longueur faites d'un acier parfaitement dur, telles que celles qui sont aujourd'hui connues, mais il avoit inventé une composition, dont il s'est réservé le secret, avec laquelle il forme de petites pierres d'une matière noire (en apparence pierreuse et métallique). Celles qu'il m'a envoyées ont un pouce de long, huit lignes de large, et deux bonnes lignes d'épaisseur : il y a joint plusieurs petites balles de la même composition ; les petites balles que j'ai ont, l'une cinq, l'autre quatre, et les autres trois lignes de diamètre. Il nomme ces petites sphères *terrella*.

Je fus moins surpris de trouver un fort magnétisme dans les petits carrés longs, que je ne le fus de le trouver égal dans les petites *terrella*, dont les pôles sont bien décidés et bien fixes, ces petites sphères s'attirant et se repoussant vivement, selon les pôles qu'elles se présentent.

Je préparai donc (selon l'instruction que j'avois reçue de M. Knight) une glace bien polie et posée bien horizontalement : je disposai en rond cinq de ces *terrella*, et je plaçai au milieu un de ces aimants factices de la même matière lequel je pouvois tourner facilement sur son centre ; je vis sur-le-champ toutes les *terrella* s'agiter et se retourner pour présenter à l'aimant factice la polarité correspondante à la sienne : les plus légères furent plusieurs fois attirées jusqu'au contact, et ce ne fut qu'avec peine que je parvins à les placer à la distance proportionnelle, en raison composée de leurs sphères d'activité respective. Alors, en tournant doucement l'aimant factice sur son centre, j'eus la satisfaction de voir toutes ces *terrella* tourner sur elles-mêmes par une rotation correspondante à celle de cet aimant ; et cette rotation étoit pareille à celle qu'éprouve une roue de rencontre lorsqu'elle est mue par une autre roue à dents ; de sorte que lorsque je retournois mon aimant de la droite à la gauche, la rotation des *terrella* étoit de la gauche à la droite ; et l'inverse arrivoit toujours lorsque je tournois mon aimant de l'autre sens.

dirige toujours vers les pôles du globe , soit directement , soit obliquement , en déclinant à l'est ou à l'ouest , selon les temps et les lieux ; car ce n'est que pendant un assez petit intervalle de temps , eomme de quelques années , que dans un même lieu la direction de l'aimant paroît être eonstante ; et en tout temps il n'y a que quelques endroits sur la terre où l'aiguille se dirige droit aux pôles du globe , tandis que partout ailleurs elle décline de plus ou moins de degrés à l'est ou à l'ouest , suivant les différentes positions de ees mêmes lieux.

Les grandes ou petites aiguilles aimantées sur un aimant fort ou foible , eontre les pôles ou eontre les autres parties de la surface de ces aimants , prennent toutes la même direction , en marquant également la même déclinaison dans chaque lieu particulier.

Les François sont , de l'aveu même des étrangers , les premiers en Europe qui aient fait usage de cette connoissance de la direction de l'aimant pour se conduire dans leurs navigations¹. Dès le commencement du douzième siècle , ils naviguoient sur la Méditerranée , guidés par l'aiguille aimantée , qu'ils appeloient la *marinette* ; et il est à présumer que , dans ce temps , la direction de l'aimant étoit eonstante , car eette aiguille n'auroit pu guider des navigateurs qui ne eonnoissoient pas ses variations ; et ee n'est que dans les siècles suivants qu'on a observé sa déclinaison dans les différents lieux de la terre , et même aujourd'hui l'art nécessaire à la précision de ces observation n'est pas eencore à sa perfection. La marinette n'étoit qu'une boussole imparfaite ; et notre eompas de mer , qui est la boussole perfectionnée , n'est pas eencore un

¹ Par le témoignage des auteurs chinois , dont MM. Le Roux et de Guignes ont fait l'extrait , il paroît certain que la propriété qu'a le fer aimanté de se diriger vers les pôles a été très anciennement connue des Chinois. La forme de ces premières boussoles étoit une figure d'homme qui tournoit sur un pivot , et dont le bras droit monroit toujours le midi. Le temps de cette invention , suivant certaines chroniques de la Chine , est de 1115 ans avant l'ère chrétienne , et 2700 selon d'autres. Voyez l'*Extrait des annales de la Chine* , par MM. Le Roux et de Guignes. Mais , malgré l'ancienneté de cette découverte , il ne paroît pas que les Chinois en aient jamais tiré l'avantage de faire de longs voyages

guide aussi fidèle qu'il seroit à désirer : nous ne pouvons même guère espérer de le rendre plus sûr, malgré les observations très multipliées des navigateurs dans toutes les parties du monde, parce que la déclinaison de l'aimant change selon les lieux et les temps. Il faut donc chercher à reconnoître ces changements de direction en différents temps, pendant un aussi grand nombre d'années que les observations peuvent nous l'indiquer, et ensuite les comparer aux changements de cette déclinaison dans un même temps en différents lieux.

En recueillant le petit nombre d'observations faites à Paris dans les seizième et dix-septième siècles, il paroît qu'en l'année 1580 l'aiguille aimantée déclinait de onze degrés trente minutes vers l'est, qu'en 1618 elle déclinait de huit degrés, et qu'en l'année 1663 elle se dirigeoit droit au pôle. L'aiguille aimantée s'est donc successivement approchée du pôle de onze degrés trente minutes pendant cette suite de quatre-vingt-trois ans : mais elle n'est demeurée qu'un an ou deux stationnaire dans cette direction, où la déclinaison est nulle; après quoi l'aiguille s'est de plus en plus éloignée de la direction au pôle¹,

¹ Dans l'année 1670 la déclinaison étoit de 1 degré 30 minutes vers l'ouest, et l'aiguille a continué de décliner dans les années suivantes; toujours vers l'ouest; en 1680 elle déclinait de 2 deg. 40 min.; en 1681, de 2 deg. 30 min.; en 1683, de 3 deg. 50 min.; en 1684, de 4 deg. 10 min.; en 1685, de 4 deg. 10 min.; en 1686, de 4 deg. 30 min.; en 1692, de 5 deg. 50 min.; en 1693, de 6 deg. 20 min.; en 1695, de 6 deg. 48 min.; en 1696, de 7 deg. 8 min.; en 1698, de 7 deg. 40 min.; en 1699, de 8 deg. 10 min.; en 1700, de 8 deg. 12 min.; en 1701, de 8 deg. 25 min.; en 1702, de 8 deg. 48 min.; en 1703, de 9 deg. 6 min.; en 1704, de 9 deg. 20 min.; en 1705, de 9 deg. 35 min.; en 1706, de 9 deg. 48 min.; en 1707, de 10 deg. 10 min.; en 1708, de 10 deg. 15 min.; en 1709, de 11 deg. 15 min.; en 1714, de 11 deg. 30 min.; en 1717, de 12 deg. 20 min.; en 1719, de 12 deg. 30 min.; en 1720, 1721, 1722, 1723 et 1724, de 13 deg.; en 1725, de 13 deg. 15 min.; en 1727 et 1728, de 14 degrés. (Musschenbroeck, *Dissertatio de magnete*, pag. 152.) En 1729, de 14 deg. 10 min.; en 1730, de 14 deg. 25 min.; en 1731, de 14 deg. 45 min.; en 1732 et 1733, de 15 deg. 15 min.; en 1734 et 1740, de 15 deg. 45 min.; en 1744, 1745, 1746, 1747 et 1749, de 16 deg. 30 min. (*Encyclopédie*, article *Aiguille aimantée*.) En 1755, de 17 deg. 30 min.; en 1756, de 17 deg. 45 min.; en 1757 et 1758, de 18 deg.; en 1759, de 18 deg. 10 min.; en 1760, de 18 deg. 20 min.; en 1765, de 18 deg. 55 min. 20 sec.; en 1767, de 19 deg. 16 min.; en 1768, de 19 deg. 25 min. (*Connoissance des temps*, années 1769, 1770, 1771 et 1772.)

toujours en déclinant vers l'ouest : de sorte qu'en 1785 , le 30 mai , la déclinaison étoit à Paris de vingt-deux degrés. De même on peut voir, par les observations faites à Londres, qu'avant l'année 1657 l'aiguille déclinait à l'est ; et après cette année 1657. où sa direction tendoit droit au pôle, elle a décliné successivement vers l'ouest ¹.

La déclinaison s'est donc trouvée nulle à Londres six ans plus tôt qu'à Paris, et Londres est plus occidental que Paris de deux degrés vingt-cinq minutes. Le méridien magnétique coïncidoit avec le méridien de Londres en 1657, et avec le méridien de Paris en 1663. Il a donc subi, pendant ce temps, un changement d'occident en orient, par un mouvement de deux degrés vingt-cinq minutes en six ans, et l'on pourroit croire que ce mouvement seroit relatif à l'intervalle des méridiens terrestres, si d'autres observations ne s'opposaient pas à cette supposition. Le méridien magnétique de la ligne sans déclinaison passoit par Vienne en Autriche dès l'année 1638 : cette ligne auroit donc dû arriver à Paris plus tôt qu'à Londres, et cependant c'est à Londres qu'elle est arrivée six ans plus tôt qu'à Paris. Cela nous démontre que le mouvement de cette ligne n'est point du tout relatif aux intervalles des méridiens terrestres.

Il ne me paroît donc pas possible de déterminer la marche de ce mouvement de déclinaison, parce que sa progression est plus qu'irrégulière, et n'est point du tout proportionnelle au temps, non plus qu'à l'espace : elle est tantôt plus prompte, tantôt plus lente, et quelquefois nulle, l'aiguille demeurant stationnaire, et même devenant rétrograde pendant quelques

¹ L'aiguille aimantée n'avoit aucune déclinaison à Vienne en Autriche dans l'année 1638 ; elle n'en avoit de même aucune en 1600 au cap des Aiguilles en Afrique ; et, avant ces époques, la déclinaison étoit vers l'est dans tous les lieux de l'Europe et de l'Afrique. — Ceci semble prouver que la marche de la ligne sans déclinaison ne se fait pas par un mouvement régulier qui ramèneroit successivement la déclinaison de l'est à l'ouest ; car Vienne étant à quatorze degrés deux minutes trente secondes à l'est de Paris, cette ligne sans déclinaison auroit dû arriver à Paris plus tôt qu'à Londres, qui est à l'ouest de Paris ; et l'on voit que c'est tout le contraire, puisqu'elle est arrivée six ans plus tôt à Londres qu'à Paris.

années, et reprenant ensuite un mouvement de déclinaison dans le même sens progressif. M. Cassini, l'un de nos plus savants astronomes, a été informé qu'à Québec la déclinaison n'a varié que de trente minutes pendant trente-sept ans consécutifs : c'est peut-être le seul exemple d'une station aussi longue. Mais on a observé plusieurs stations moins longues en différents lieux : par exemple, à Paris l'aiguille a marqué la même déclinaison pendant cinq années, depuis 1720 jusqu'en 1724, et aujourd'hui ce mouvement progressif est fort ralenti ; car, pendant seize années, la déclinaison n'a augmenté que de deux degrés, ce qui ne fait que sept minutes et demie par an, puisqu'en 1769 la déclinaison étoit de vingt degrés, et qu'en 1785 elle s'est trouvée de vingt-deux¹. Je ne crois donc pas que l'on puisse, par des observations ultérieures, et même très multipliées, déterminer quelque chose de précis sur le mouvement progressif ou rétrograde de l'aiguille aimantée, parce que ce mouvement n'est point l'effet d'une cause constante, ou d'une loi de la nature, mais dépend de circonstances accidentelles, particulières à certains lieux, et variables selon les temps. Je crois pouvoir assurer, comme je l'ai dit, que le défrichement des terres, et la découverte ou l'enfouissement des mines de fer, soit par les tremblements de terre, les effets des foudres souterraines et de l'éruption des volcans, soit par l'incendie des forêts, et même par le travail des hommes, doivent changer la position des pôles magnétiques sur le globe, et fléchir en même temps la direction de l'aimant.

En 1785, la déclinaison de l'aiguille aimantée étoit de vingt-deux degrés ; en 1784, elle n'a été que de vingt-un degrés vingt-une minutes ; en 1783, de vingt-un degrés onze minutes ; en 1782, de vingt-un degrés trente-six minutes.

Et en consultant les observations qui ont été faites par l'un de nos plus habiles physiciens, M. Cotte, nous voyons qu'en prenant le terme moyen entre les résultats des observations

¹ Ce fait est confirmé par les observations de M. Cotte, qui prouvent que la déclinaison moyenne de l'aiguille aimantée, en 1786, n'a été à Laon que de 21 degrés 31 minutes.

faites à Montmorency près Paris, tous les jours de l'année, le matin, à midi, et le soir, c'est-à-dire le terme moyen de 1095 observations, la déclinaison en l'année 1781 a été de vingt degrés seize minutes cinquante-huit secondes; et les différences entre les observations ont été si petites, que M. Cotte a cru pouvoir les regarder comme nulles.

En 1780, cette même déclinaison moyenne a été de dix-neuf degrés cinquante-cinq minutes vingt-sept secondes; en 1779, de dix-neuf degrés quarante-une minutes huit secondes; en 1778, de dix-neuf degrés trente-deux minutes cinquante-cinq secondes; en 1777, de dix-neuf degrés trente-cinq minutes cinquante-cinq secondes; en 1776, de dix-neuf degrés trente-trois minutes trente-une secondes; en 1775, de dix-neuf degrés quarante-une minutes quarante-une secondes¹.

¹ En 1780, la déclinaison moyenne, prise d'après 6022 observations, a été de 19 degrés 55 minutes 27 sec. Mais les variations de cette déclinaison ont été bien plus considérables qu'en 1781 : car la plus grande déclinaison s'est trouvée de 20 degrés 15 minutes le 29 juillet; et la moindre de 18 degrés 40 minutes le même jour. La différence a donc été de 1 degré 35 minutes; et cette variation, qui s'est faite le même jour, c'est-à-dire en douze ou quinze heures, est plus considérable que le progrès de la déclinaison pendant quinze ans, puisqu'en 1761 la déclinaison étoit de 18 degrés 55 minutes 20 secondes, c'est-à-dire de quinze min. 20 secondes plus grande que celle du 29 juillet, à l'heure qu'elle s'est trouvée de 18 degrés 40 minutes..... En 1779, la déclinaison moyenne pendant l'année a été de 19 degrés 41 minutes 8 secondes. La plus grande déclinaison s'est trouvée de 20 degrés le 6 décembre, à la suite d'une aurore boréale, et la plus petite de 19 degrés 15 minutes en janvier et février; la différence a donc été de 45 minutes. L'observateur remarque que l'augmentation moyenne a augmenté de 8 à 9 minutes depuis l'année précédente, et que la variation diurne s'est soutenue avec beaucoup de régularité, excepté dans certains jours où elle a été troublée, le plus souvent à l'approche ou à la suite d'une aurore boréale. Au reste, ajoutait-il, l'aiguille aimantée tend à se rapprocher du nord, chaque jour, depuis trois ou quatre heures du soir jusqu'à cinq ou six heures du matin, et elle tend à s'en éloigner depuis cinq ou six heures du matin jusqu'à trois ou quatre heures du soir..... En 1778, la déclinaison moyenne, pendant l'année, a été de 19 degrés 32 minutes 55 secondes. La plus grande déclinaison a été de 20 degrés le 29 juin; on avoit observé une aurore boréale la veille à onze heures du soir : la plus petite déclinaison a été de 18 degrés 54 minutes le 26 janvier; ainsi la différence a été de 1 degré 6 minutes. En 1777, la déclinaison moyenne pendant l'année, a été de 19 degrés 35 minutes. La plus grande déclinaison s'est trouvée de 19 degrés 58 minutes le 19 juin,

Ces observations sont les plus exactes qui aient jamais été faites; celles des années précédentes, quoique bonnes, n'offrent pas le même degré d'exactitude; et à mesure qu'on remonte dans le passé, les observations deviennent plus rares et moins précises, parce qu'elles n'ont été faites qu'une fois ou deux par mois, et même par année.

Comparant donc ces observations entre elles, on voit que, pendant les onze années depuis 1775 jusqu'en 1785, l'augmentation de la déclinaison vers l'ouest n'a été que de deux degrés dix-huit minutes dix-neuf secondes; ce qui n'excède pas de beaucoup la variation de l'aiguille dans un seul jour, qui quelquefois est de plus d'un degré et demi. On ne peut donc pas en conclure affirmativement que la progression actuelle de l'aiguille vers l'ouest soit considérable. Il se pourroit, au contraire, que l'aiguille fût presque stationnaire depuis quelques années, d'autant qu'en 1774 la déclinaison moyenne a été de dix-neuf degrés cinquante-cinq minutes trente-cinq secondes; en 1773, de vingt degrés une minute quinze secondes; en 1772, de dix-neuf degrés cinquante-cinq minutes vingt-cinq secondes : et cette augmentation de la déclinaison vers l'ouest a été encore plus petite dans les années précédentes, puisqu'en 1771 cette déclinaison a été de dix-neuf degrés cinquante-cinq minutes, comme en 1772; qu'en 1770 elle a été de dix-neuf degrés cinquante-cinq minutes, et en 1769 de vingt degrés.

Le mouvement en déclinaison vers l'ouest paroît donc s'être très ralenti depuis près de vingt ans. Cela semble indiquer que ce mouvement pourra, dans quelque temps, devenir rétrograde, ou du moins que sa progression ne s'étendra qu'à quelques degrés de plus; car je ne pense pas qu'on puisse sup-

et la plus petite de 18 degrés 45 minutes au mois de décembre : ainsi la différence a été de 1 degré 13 minutes..... En 1776, la déclinaison moyenne, pendant l'année, a été de 19 degrés 33 minutes 31 secondes. La plus grande déclinaison s'est trouvée de 20 degrés en mars, avril et mai; la plus petite déclinaison en janvier et février, de 19 degrés : ainsi la différence a été de 1 degré..... En 1775, la déclinaison moyenne, pendant l'année, a été de 19 degrés 41 minutes 41 secondes; la plus grande déclinaison s'est trouvée de 20 degrés 10 minutes le 15 avril, et la plus petite de 19 degrés le 15 décembre : ainsi la différence a été de 1 degré 10 minutes.

poser ici une révolution entière, c'est-à-dire de trois cent soixante degrés dans le même sens. Il n'y a aucun fondement à cette supposition, quoique plusieurs physiciens l'aient admise, et que même ils en aient calculé la durée d'après les observations qu'ils avaient pu recueillir; et si nous voulions supposer et calculer de même, d'après les observations rapportées ci-dessus, nous trouverions que la durée de cette révolution seroit de 1996 ans et quelques mois, puisqu'en 122 années, c'est-à-dire depuis 1663 à 1785, la progression a été de vingt-deux degrés : mais ne seroit-il pas nécessaire de supposer encore que le mouvement de cette progression fût assez uniforme pour faire dans l'avenir à peu près autant de chemin que dans le passé? ce qui est plus qu'incertain, et même peu vraisemblable par plusieurs raisons, toutes mieux fondées que ces fausses suppositions.

Car si nous remontons au delà de l'année 1663, et que nous prenions pour premier terme de la progression de ce mouvement l'année 1580, dans laquelle la déclinaison étoit de onze degrés trente minutes vers l'est, le progrès de ce mouvement en deux cent cinq ans, c'est-à-dire depuis 1580 jusqu'à l'année 1785 comprise, a été en totalité de trente degrés trente minutes; ce qui donneroit environ 2201 ans pour la révolution totale de trois cent soixante degrés. Mais ce mouvement n'est pas, à beaucoup près, uniforme, puisque depuis 1580 jusqu'en 1663, c'est-à-dire en quatre-vingt-trois ans, l'aiguille a parcouru onze degrés trente minutes par son mouvement de l'est au nord, tandis que dans les cinquante-deux années suivantes, c'est-à-dire depuis 1663 jusqu'en 1715, elle a parcouru du nord à l'ouest un espace égal de onze degrés trente minutes, et que dans les cinquante années suivantes, c'est-à-dire depuis 1715 jusqu'en 1765, le progrès de cette déclinaison n'a été que d'environ sept degrés et demi; car, dans cette année 1765, l'aiguille aimantée déclinait à Paris de dix-huit degrés cinquante-cinq minutes vingt secondes; et nous voyons que depuis cette année 1765 jusqu'en 1785, c'est-à-dire en vingt ans, la déclinaison n'a augmenté que de deux

degrés; différence si petite, en comparaison des précédentes, qu'on peut présumer avec fondement que le mouvement total de cette déclinaison à l'ouest est borné, quant à présent, à un arc de vingt-deux ou vingt trois degrés.

La supposition que le mouvement suit la même marche de l'est au nord que du nord à l'ouest n'est nullement appuyée par les faits; car si l'on consulte les observations faites à Paris depuis l'année 1610 jusqu'en 1663, c'est-à-dire dans les cinquante-trois ans qui ont précédé l'année où la déclinaison étoit nulle, l'aiguille n'a parcouru que huit degrés de l'est au nord, tandis que dans un espace de temps presque égal, c'est-à-dire dans les cinquante-neuf années suivantes, depuis 1663 jusqu'en 1712, elle a parcouru treize degrés vers l'ouest. On ne peut donc pas supposer que le mouvement de la déclinaison suive la même marche en s'approchant qu'en s'éloignant du nord, puisque ces observations démontrent le contraire.

Tout cela prouve seulement que ce mouvement ne suit aucune règle, et qu'il n'est pas l'effet d'une cause constante. Il paroît donc certain que cette variation ne dépend que de causes accidentelles ou locales, et spécialement de la découverte ou de l'enfouissement des mines et grandes masses ferrugineuses, et de leur aimantation plus ou moins prompte et plus ou moins étendue, selon qu'elles sont plus ou moins découvertes et exposées à l'action du magnétisme général. Ces changements, comme nous l'avons dit, peuvent être produits par les tremblements de terre, l'éruption des volcans, ou les coups des foudres souterraines, l'incendie des forêts, et même par le travail des hommes sur les mines de fer. Il doit dès lors se former de nouveaux pôles magnétiques, plus foibles ou plus puissants que les anciens, dont on peut aussi supposer l'anéantissement par les mêmes causes. Ce mouvement ne peut donc

¹ Dans le *Supplément aux Voyages de Thévenot*, publié en 1681, page 30, il est dit que la déclinaison de l'aiguille aimantée avoit été observée de cinq degrés vers l'est en 1669. Si l'on connoissoit le lieu où cette observation a été faite, elle pourroit démontrer que la déclinaison est quelquefois rétrograde, et par conséquent que son mouvement ne produit pas une révolution entière.

pas être considéré comme un grand balancement qui se feroit par des oscillations régulières, mais comme un mouvement qui s'opère par secousses plus ou moins sensibles, selon le changement plus ou moins prompt des pôles magnétiques; changement qui ne peut provenir que de la découverte et de l'aimantation des mines ferrugineuses, lesquelles seules peuvent former des pôles.

Si nous considérons les mouvements particuliers de l'aiguille aimantée, nous verrons qu'elle est presque continuellement agitée par de petites vibrations, dont l'étendue est au moins aussi variable que la durée. M. Graham en Angleterre, et M. Cotte à Paris, ont donné, dans leurs tables d'observations, toutes les alternatives, toutes les vicissitudes de ce mouvement de trépidation, chaque mois, chaque jour, et chaque heure. Mais nous devons remarquer que les résultats de ces observations doivent être modifiés. Ces physiciens ne se sont servis que de boussoles dans lesquelles l'aiguille portoit sur un pivot, dont le frottement influoit plus que toute autre cause sur la variation; car M. Coulomb, capitaine au corps royal du génie, de l'Académie des Sciences, ayant imaginé une suspension dans laquelle l'aiguille est sans frottement, M. le comte de Cassini, de l'Académie des Sciences, et arrière-petit-fils du grand astronome Cassini, a reconnu, par une suite d'expériences, que cette variation diurne ne s'étendoit tout au plus qu'à quinze ou seize minutes, et souvent beaucoup moins, tandis qu'avec les boussoles à pivot cette variation diurne est quelquefois de plus d'un degré et demi: mais comme jusqu'à présent les navigateurs ne se sont servis que de boussoles à pivot, on ne peut compter qu'à un degré et demi, et même à deux degrés près, sur la certitude de leurs observations.

En consultant les observations faites par les voyageurs récents, on voit qu'il y a plusieurs points sur le globe où la déclinaison est actuellement nulle ou moindre d'un degré, soit à l'est, soit à l'ouest, tant dans l'hémisphère boréal que dans l'hémisphère austral; et la suite de ces points où la déclinaison

est nulle, ou presque nulle, forme des lignes et même des bandes qui se prolongent dans les deux hémisphères. Ces mêmes observations nous indiquent aussi que les endroits où la déclinaison est la plus grande, dans l'un et l'autre hémisphère, se trouvent aux plus hautes latitudes, et beaucoup plus près des pôles que de l'équateur.

Les causes qui font varier la déclinaison et la transportent, pour ainsi dire, avec le temps, de l'est à l'ouest, ou de l'ouest à l'est du méridien terrestre, ne dépendent donc que de circonstances accidentelles et locales, sur lesquelles néanmoins nous pouvons asseoir un jugement en rapprochant les différents faits ci-devant indiqués.

Nous avons dit qu'en l'année 1580 l'aiguille déclinait à Paris de onze degrés trente minutes vers l'est : or nous remarquons que c'est depuis cette année 1580 que la déclinaison paroît avoir commencé de quitter cette direction vers l'est, pour se porter vers le nord et ensuite vers l'ouest : car en l'année 1610 l'aiguille, ainsi que nous l'avons déjà remarqué, ne déclinait plus que de huit degrés vers l'est, en 1640 elle ne déclinait plus que de trois degrés, et en 1663 elle se dirigeoit droit au pôle. Enfin, depuis cette époque, elle n'a pas cessé de se porter vers l'ouest. J'observerai donc que la période de ce progrès dans l'ouest, auquel il faut joindre encore la période du retour ou du rappel de la déclinaison de l'est au nord, puisque ce mouvement s'est opéré dans le même sens ; j'observerai, dis-je, que ces périodes de temps semblent correspondre, à l'époque du défrichement et de la dénudation de la terre dans l'Amérique septentrionale, et aux progrès de l'établissement des colonies dans cette partie du Nouveau-Monde. En effet l'ouverture du sein de cette nouvelle terre par la culture, les incendies des forêts dans de vastes étendues, et l'exploitation des mines de fer par les Européens dans ce continent, dont les habitants sauvages n'avoient jamais connu ni recherché ce métal, n'ont-elles pas dû produire un nouveau pôle magnétique, et déterminer vers cette partie occidentale du globe la direction de l'aimant, qui précédem-

ment n'éprouvoit pas cette attraction, et, au lieu d'obéir à deux forces, étoit uniquement déterminée par le courant électrique qui va de l'équateur aux pôles de la terre?

J'ai remarqué ci-devant que la déclinaison s'est trouvée constante à Québec durant une période de trente-sept ans; ce qui semble prouver l'action constante d'un nouveau pôle magnétique dans les régions septentrionales de l'Amérique. Enfin le ralentissement actuel du progrès de la déclinaison dans l'ouest offre encore un rapport suivi avec l'état de cette terre du Nouveau-Monde, où le principal produit de la dénudation du sol et de l'exploitation des mines de fer paroît actuellement être à peu près aussi complet que dans les régions septentrionales de l'ancien continent.

On peut donc assurer que cette déclinaison de l'aimant, dans divers lieux et selon les différents temps, ne dépend que du gisement des grandes masses ferrugineuses dans chaque région, et de l'aimantation plus ou moins prompte de ces mêmes masses par des causes accidentelles ou des circonstances locales, telles que le travail de l'homme, l'incendie des forêts, l'éruption des volcans, et même les coups que frappe l'électricité souterraine sur de grands espaces, causes qui peuvent toutes donner également le magnétisme aux matières ferrugineuses; et ce qui en complète les preuves, c'est qu'après les tremblements de terre on a vu souvent l'aiguille aimantée soumise à de grandes irrégularités dans ses variations.

Au reste, quelque irrégulière que soit la variation de l'aiguille aimantée dans sa direction, il me paroît néanmoins que l'on peut en fixer les limites, et même placer entre elles un grand nombre de points intermédiaires qui, comme ces limites mêmes, seront constants et presque fixes pour un certain nombre d'années, parce que, le progrès de ce mouvement de déclinaison ne se faisant actuellement que très lentement, on peut le regarder comme constant pour le prochain avenir d'un petit nombre d'années; et c'est pour arriver à cette détermination, ou du moins pour en approcher autant qu'il est possible, que j'ai réuni toutes les observations que j'ai pu recueillir

dans les voyages et navigations faits depuis vingt ans , et dont je placerai d'avance les principaux résultats dans l'article suivant.

ARTICLE VI.

De l'inclinaison de l'Aimant.

La direction de l'aimant , ou de l'aiguille aimantée , n'est pas l'effet d'un mouvement simple , mais d'un mouvement composé qui suit la courbure du globe de l'équateur aux pôles. Si l'on pose un aimant sur du mercure , dans une situation horizontale , et sous le méridien magnétique du lieu , il s'inclinera de manière que le pôle austral de cet aimant s'élèvera au-dessus , et que le pôle boréal s'abaissera au-dessous de la ligne horizontale dans notre hémisphère boréal ; et le contraire arrive dans l'hémisphère austral. Cet effet est encore plus aisé à mesurer au moyen d'une aiguille aimantée placée dans un plan vertical : la boussole horizontale indique la direction avec ses déclinaisons , et la boussole verticale démontre l'inclinaison de l'aiguille. Cette inclinaison change souvent plus que la déclinaison , suivant les lieux ; mais elle est plus constante pour les temps ; et l'on a même observé que la différence de hauteur , comme du sommet d'une montagne à sa vallée , ne change rien à cette inclinaison. M. le chevalier de Lamanon m'écrivit qu'étant sur le Pic-de-Ténériffe , à 1900 toises au-dessus du niveau de la mer , il avoit observé que l'inclinaison de l'aiguille étoit la même qu'à Sainte-Croix ; ce qui semble prouver que les émanations du globe qui produisent l'électricité et le magnétisme s'élèvent à une très grande hauteur dans les climats chauds. Au reste , l'inclinaison et la déclinaison sont sujettes à des trépidations presque continuelles de jour en jour , d'heure en heure , et pour ainsi dire de moment en moment.

Les aiguilles des boussoles verticales doivent être faites et placées de manière que leur centre de gravité coïncide avec leur centre de mouvement , au lieu que dans les boussoles horizontales le centre du mouvement de l'aiguille est un peu plus élevé que son centre de gravité.

Lorsqu'on commence à mettre en mouvement cette aiguille placée verticalement, elle se meut par des oscillations qu'on a voulu comparer à celle du pendule de la gravitation : mais les effets qu'ils présentent sont très différents ; car la direction de cette aiguille, dans son inclinaison, varie selon les différents lieux, au lieu que celle du pendule est constante dans tous les lieux de la terre, puisqu'elle est toujours perpendiculaire à la surface du globe.

Nous avons dit que les particules de la limaille de fer sont autant de petites aiguilles qui prennent des pôles par le contact de l'aimant : ces aiguilles se dressent perpendiculairement sur les deux pôles de l'aimant ; mais la position de ces particules aimantées devient d'autant plus oblique qu'elles sont plus éloignées de ces mêmes pôles, et jusqu'à l'équateur de l'aimant, où il ne leur reste qu'une attraction sans inclinaison. Cet équateur est le point de partage entre les deux directions et inclinaisons en sens contraire ; et nous devons observer que cette ligne de séparation des deux courants magnétiques ne se trouve pas précisément à la même distance des deux pôles dans les aimants non plus que dans le globe terrestre, et qu'elle est toujours à une moindre distance du pôle le plus foible. Les particules de limaille s'attachent horizontalement sur cette partie de l'équateur des aimants, et leur inclinaison ne se manifeste bien sensiblement qu'à quelque distance de cette partie équatoriale ; la limaille commence alors à s'incliner sensiblement vers l'un et l'autre pôle en-deçà et au-delà de cet équateur : son inclinaison vers le pôle austral est donc en contre-sens de la première, qui tend au pôle boréal de l'aimant, et cette limaille se dresse de même perpendiculairement sur le pôle austral comme sur le pôle boréal. Ces phénomènes sont constants dans tous les aimants ou fer aimantés ; et comme le globe terrestre possède en grand les mêmes puissances que l'aimant nous présente en petit, l'aiguille doit être perpendiculaire par une inclinaison de 90 degrés sur les pôles magnétiques du globe : ainsi les lieux où l'inclinaison de l'aiguille sera de 90 degrés seront en effet les vrais pôles magnétiques sur la terre.

Nous n'avons rien négligé pour nous procurer toutes les observations qui ont été faites jusqu'ici sur la déclinaison et l'inclinaison de l'aiguille aimantée¹. Nous croyons que personne avant nous n'en avoit recueilli un aussi grand nombre : nous les avons comparées avec soin, et nous avons reconnu que c'est aux environs de l'équateur que l'inclinaison est presque toujours nulle ; que l'équateur magnétique est au-dessus de l'équateur terrestre dans la partie de la mer des Indes située vers le quatre-vingt-dix-septième degré de longitude², et qu'il paroît, au contraire, au-dessous de la ligne, dans la portion de la mer Pacifique qui correspond au cent quatre-vingt-dix-septième degré : on peut donc conjecturer que le pôle magnétique est éloigné vers l'est du pôle de la terre, relativement aux mers des Indes et Pacifique, et par conséquent il doit être situé dans les terres les plus septentrionales de l'Amérique, ainsi que nous l'avons déjà dit.

Dans la mer Atlantique, l'espace où l'aiguille a été observée sans déclinaison³ se prolonge jusqu'au cinquante-huitième degré de latitude australe ; et à l'égard de son étendue vers le nord, on le peut suivre jusqu'au trente-cinquième degré, ou environ, de latitude, ce qui lui donneroit en tout quatre-vingt-treize degrés de longueur, si l'on avoit fait jusqu'à présent assez d'observations pour que nous fussions assurés qu'il n'est interrompu par aucun endroit où l'aiguille décline de plus de deux degrés vers l'est ou vers l'ouest. Cet espace ou cette bande sans déclinaison peut sur tout être interrompu dans le voisinage des continents et des îles : car on ne peut douter que la proximité des terres n'influe beaucoup sur la direction de l'ai-

De tous nos voyageurs, M. Ekeberg et M. Le Gentil, savant astronome de l'Académie des Sciences, sont ceux qui ont donné le plus d'attention à l'inclinaison de l'aimant dans les régions qu'ils ont parcourues.

Nous devons remarquer que, dans les articles de la déclinaison et de l'inclinaison de l'aimant, nous avons toujours compté les longitudes à l'est du méridien de Paris.

³ Je dois observer ici que j'ai regardé comme nulles toutes les déclinaisons qui ne s'étendoient pas à deux degrés au-dessous de zéro, parce que les variations diurnes, et sur tout les accidents des aurores boréales et des tempêtes, font souvent changer la direction de l'aiguille de plus de deux degrés.

guille. Cette déviation dépend des masses ferrugineuses qui peuvent se trouver à la surface de ces terres, et qui, agissant sur le magnétisme général, comme autant de pôles magnétiques particuliers, doivent fléchir son cours, et en changer plus ou moins la direction : et si le voisinage de certaines côtes a paru, au contraire, repousser l'aiguille aimantée, la nouvelle direction de l'aiguille n'a point été, dans ces cas particuliers, l'effet d'une répulsion qui n'a été qu'apparente ; mais elle a été produite par le magnétisme général, ou par l'attraction particulière de quelques autres terres plus ou moins éloignées, et dont l'action aura cessé d'être troublée dans le voisinage de certaines côtes dépourvues de mines de fer ou d'aimant. Lors donc qu'à l'approche des terres l'aiguille aimantée éprouve constamment des changements très marqués dans sa déclinaison, on peut en conclure l'existence ou le défaut des mines de fer ou d'aimant dans ces mêmes terres, suivant qu'elles attirent ou repoussent l'aiguille aimantée.

En général, les bandes sans déclinaison se trouvent toujours plus près des côtes orientales des grands continents que des côtes occidentales : celle qui a été observée dans la mer Atlantique est, dans tous ses points, beaucoup plus voisine des côtes orientales de l'Amérique que des côtes occidentales de l'Afrique et de l'Europe ; et celle qui traverse la mer de l'Inde et la grande mer Pacifique est placée à une assez petite distance à l'est des côtes de l'Asie.

La bande sans déclinaison de la mer des Indes, et qui se prolonge dans la mer Pacifique boréale, paroît s'étendre depuis environ le cinquante-neuvième degré de latitude sud jusqu'au quarantième degré de latitude nord.

Il est important d'observer que, sous la latitude boréale de dix-neuf degrés, ainsi que sous la latitude australe de cinquante-trois degrés, la bande sans déclinaison de la mer Atlantique et celle de la mer des Indes sont éloignées l'une de l'autre d'environ cent cinquante-sept degrés, c'est-à-dire de près de la moitié de la circonférence du globe. Il est également remarquable que, à partir de quelques degrés de l'équateur, on

n'a observé, dans la mer Pacifique boréale, aucune déclinaison vers l'ouest qu'on ne puisse rapporter aux variations instantanées et irrégulières de l'aiguille : ceci joint à toutes les directions des inclinaisons, tant de la mer Atlantique que de la mer des Indes, confirme l'existence d'un pôle magnétique très puissant dans le nord des terres de l'Amérique ; et ce qui confirme encore cette vérité, c'est que la plus grande déclinaison orientale dans la mer Pacifique boréale a été observée, par le capitaine Cook, de trente-six degrés dix-neuf minutes aux environs de soixante-dix degrés de latitude nord et du cent quatre-vingt-quinzième de longitude, c'est-à-dire à deux degrés, ou à peu près, au nord des terres de l'Amérique les plus voisines de l'Asie. D'un autre côté, M. le chevalier de Langle a trouvé une déclinaison vers l'ouest de quarante-cinq degrés, dans un point de la mer Atlantique situé très près des côtes orientales et boréales de l'Amérique. C'est donc dans ces terres septentrionales du nouveau continent que toutes les directions des déclinaisons se réunissent et coïncident au pôle magnétique, dont l'existence nous paroît démontrée par tous les phénomènes.

La déclinaison n'éprouve que de petites vicissitudes dans les basses latitudes, surtout dans la grande mer de l'Inde, où l'on n'observe jamais qu'un petit nombre de degrés de déclinaison dans le voisinage de l'équateur, tandis que, dans les plus hautes latitudes de l'hémisphère austral, il paroît que la déclinaison de l'aiguille varie beaucoup de l'est à l'ouest, ou de l'ouest à l'est, dans un très petit espace.

La ligne sans déclinaison qui passe entre Malaca, Bornéo, le détroit de la Sonde, se replie vers l'est, et son inflexion semble être produite par les terres de la Nouvelle-Hollande.

Il y a dans la mer Pacifique une troisième bande sans déclinaison, qui paroît s'étendre depuis le septième degré de latitude nord jusqu'au cinquante-cinquième degré de latitude sud. Cette bande traverse l'équateur vers le deux cent trente-deuxième degré de longitude : mais, à vingt-quatre degrés de latitude australe, elle paroît fléchir vers les côtes occidentales

de l'Amérique méridionale; ce qui paroît être l'effet des masses ferrugineuses que l'on doit trouver dans ces contrées si souvent brûlées par les feux des volcans, et agitées par les coups de la foudre souterraine.

La déclinaison la plus considérable qui ait été trouvée dans l'hémisphère austral est celle de quarante-trois degrés six minutes, observée par Cook en février 1773, sous le soixantième degré de latitude et le quatre-vingt-douzième degré trente-cinq minutes de longitude, loin de toute terre connue; et la plus forte déclinaison qu'on ait trouvée dans l'hémisphère boréal, et, en même temps, la plus grande de toutes celles qui ont été remarquées dans les derniers temps, est celle de quarante-cinq degrés, dont nous avons déjà parlé, et qui a été observée par M. le chevalier de Langle vers le soixante-deuxième degré de latitude et le deux cent quatre-vingt-dix-sept ou le deux cent quatre-vingt-dix-huitième de longitude, entre le Groenland et la terre de Labrador; elles sont toutes les deux vers l'ouest, et toutes les deux ont eu lieu dans des endroits éloignés de l'équateur d'environ soixante degrés.

Tels sont les principaux faits, tant pour la déclinaison que pour l'inclinaison, qu'offre ce qu'on a reconnu de l'état actuel des forces magnétiques, qui s'étendent de l'équateur aux pôles; et si nous voulons tirer quelques résultats du petit nombre d'observations plus anciennes, nous trouverons que, depuis 1700, l'inclinaison de l'aiguille aimantée a varié en différents endroits: mais tout ce que l'on peut conclure de ces observations, qui sont en trop petit nombre, c'est que les changements de la déclinaison et de l'inclinaison ont été inégaux et irréguliers dans les divers points des deux hémisphères.

Et, pour ne considérer d'abord que les variations de la déclinaison, la plus grande irrégularité des changements qu'elle a éprouvés sur les différents points du globe suffit pour empêcher d'admettre l'hypothèse de Halley, qui supposoit dans l'intérieur de la terre un gros noyau magnétique doué d'une sorte de mouvement de rotation, indépendant de celui du globe, et qui, par sa déclinaison, produiroit celle des aimants

placés à la surface de la terre. M. Épinus, qui d'abord paroisoit tenté d'adopter l'opinion de Halley, a vu lui-même qu'elle ne pourroit pas s'accorder avec l'irrégularité des changements de la déclinaison magnétique : au lieu du mouvement régulier d'une sorte de grand aimant imaginé par Halley, il a proposé d'admettre des changements irréguliers et locaux dans le noyau de la terre. Mais, indépendamment de l'impossibilité d'assigner les causes de ces changements intérieurs, ils ne pourroient agir sur la déclinaison des aiguilles qu'autant que les portions du noyau gagneroient ou perdroient la vertu magnétique; et nous avons vu que les masses ferrugineuses ne pouvoient s'aimer naturellement que très près de la surface du globe, et par les influences de l'atmosphère.

Depuis 1580, la déclinaison de l'aiguille a varié, dans les divers endroits de la surface du globe, d'une manière très inégale : elle s'est portée vers l'est avec des vitesses très différentes, non-seulement selon les temps, mais encore selon les lieux; et ceci est d'autant plus important à observer, que ses mouvements ont toujours été très irréguliers, et que nous ne faisons ici aucune attention aux petites causes locales qui ont pu la déranger. Ces causes, dont les effets ne sont pas constants, mais passagers, peuvent être de même nature que les causes plus générales du changement de déclinaison d'un grand nombre de degrés, jusqu'à la faire aller en diminuant lorsqu'elle devoit s'accroître, et peuvent même tout à coup la faire changer de l'est à l'ouest, ou de l'ouest à l'est. Par exemple, dans l'année 1618, la déclinaison étoit orientale de six degrés dans l'île de Candie, tandis qu'elle étoit nulle à Malte et dans le détroit de Gibraltar, et qu'elle étoit de six degrés vers l'ouest à Palerme et à Alexandrie; ce que l'on ne peut attribuer qu'à des causes particulières, et à ces effets passagers que nous venons d'indiquer.

La bande sans déclinaison qui se trouve actuellement dans la mer Atlantique gisoit auparavant dans notre continent : en 1594, elle passoit à Narva en Finlande; elle étoit en même temps bien plus avancée du côté de l'est dans les régions plus

voisines de l'équateur, et, par conséquent, il y a près de deux cents ans qu'elle étoit inclinée du côté de l'ouest, relativement à l'équateur terrestre, puisqu'elle n'a passée qu'en 1600 à Constantinople, qui est à peu près sous le même méridien que Farva. Cette bande sans déclinaison est parvenue, en s'avancant vers l'ouest, jusqu'au deux cent quatre-vingt-deuxième degré de longitude, et à la latitude de trente-cinq degrés, où elle se trouve actuellement.

En 1616, la déclinaison fut trouvée de cinquante-sept degrés à soixante dix-huit degrés de latitude boréale, et deux cent quatre-vingts de longitude. C'est la plus grande déclinaison qu'on ait observée; elle étoit vers l'ouest, ainsi que les deux fortes déclinaisons dont nous devons la connoissance à M. le chevalier de Langle et au capitaine Cook; elle a eu également lieu sous une très haute latitude, et elle a été reconnue dans un endroit peu éloigné de celui où M. de Langle a trouvé la déclinaison de quarante-cinq degrés, la plus grande de toutes celles qui ont été observées dans les derniers temps. Néanmoins, dans la même année 1616, la bande sans déclinaison qui traversoit l'Europe, et qui s'avançoit toujours vers l'occident, n'étoit pas encore parvenue au vingt-unième degré de longitude; et dans des points situés à l'ouest de cette bande, comme, par exemple, à Paris, à Rome, etc., l'aiguille déclinait vers l'est; et cela provient de ce que les régions septentrionales de l'Amérique n'avoient pas encore éprouvé toutes les révolutions qui ont établi le pôle magnétique que l'on doit y supposer à présent.

Quoi qu'il en soit, nous ne pouvons pas douter qu'il n'y ait actuellement un pôle magnétique dans cette région du nord de l'Amérique, puisque la déclinaison vers l'ouest est plus grande en Angleterre qu'en France, plus grande en France qu'en Allemagne, et toujours moindre à mesure qu'on s'éloigne de l'Amérique, en s'avancant vers l'orient.

Dans l'hémisphère austral l'aiguille d'inclinaison, au rapport du voyageur Noël, se tenoit perpendiculaire au trente-cinquième ou trente-sixième degré de latitude, et cette perpen-

dicularité de l'aimant se soutenoit dans une longue étendue sous différentes longitudes, depuis la mer de la Nouvelle-Hollande jusqu'à sept ou huit cents milles du cap de Bonne-Espérance. Cette observation s'accorde avec le fait rapporsé par Abel Tasman, dans son voyage, en 1642 : ce voyageur dit avoir observé que l'aiguille de ces boussoles horizontales ne se dirigeoit plus vers aucun point fixe dans la partie de la mer voisine, à l'occident, de la terre de Diémen ; et cela doit arriver en effet lorsqu'on se trouve sur un pôle magnétique. En comptant donc sur cette observation du voyageur Noël, on est en droit d'en conclure qu'un des pôles magnétiques de l'hémisphère austral étoit situé, dans ce temps, sous la latitude de trente-cinq ou trente-six degrés, et que, quoiqu'il y eût une assez grande étendue en longitude où l'aiguille n'avoit point de direction constante, on doit supposer sur cette ligne un espace qui seroit de centre à ce pôle, et dans lequel, comme sur les parties polaires de la pierre d'aimant, la force magnétique étoit la plus concentrée ; et ce centre étoit probablement l'endroit où Tasman a vu que l'aiguille de ses boussoles horizontales ne pouvoit se fixer.

Le pôle magnétique qui se trouve dans le nord de l'Amérique n'est pas le seul qui soit dans notre hémisphère ; le savant et ingénieux Halley en comptoit quatre sur le globe entier, et en plaçoit deux dans l'hémisphère boréal et deux dans l'hémisphère austral. Nous croyons devoir en compter également deux dans chaque hémisphère, ainsi que nous l'avons déjà dit, puisqu'on y a reconnu trois lignes ou bandes sur lesquelles l'aiguille se dirige droit au pôle terrestre, sans aucune déviation.

De la même manière que les pôles d'un aimant ne sont pas

* Le capitaine Cook dit que l'inclinaison de l'aiguille fut de 64 degrés 36 minutes les trois différentes fois qu'il relâcha à la Nouvelle-Zélande, dans une baie située par 41 degrés 5 minutes 56 secondes de latitude, et 172 degrés 0 minute 7 secondes de longitude. Il me paroît que l'on peut compter sur cette observation de Cook, avec d'autant plus de raison qu'elle a été répétée, comme l'on voit par son récit, jusqu'à trois fois différentes dans le même lieu, en différentes années.

des points mathématiques, et qu'ils occupent quelques lignes d'étendue superficielle, les pôles magnétiques du globe terrestre occupent un assez grand espace; et en comptant sur le globe quatre pôles magnétiques, il doit se trouver un certain nombre de régions dans lesquelles l'inclinaison de l'aiguille sera très grande, et de plus de quatre-vingts degrés.

Quoique le globe terrestre ait en grand les mêmes propriétés que l'aimant nous offre en petit, ces propriétés ne se présentent pas aussi évidemment ni par des effets aussi constants et aussi réguliers sur le globe que sur la pierre d'aimant. Cette différence entre les effets du magnétisme général du globe et du magnétisme particulier de l'aimant peut provenir de plus d'une cause. Premièrement, de la figure sphéroïde de la terre : on a éprouvé, en aimantant de petits globes de fer, qu'il est difficile de leur donner des pôles bien déterminés; et c'est probablement en raison de sa sphéricité que les pôles magnétiques ne sont pas aussi distincts sur le globe terrestre qu'ils le sont sur des aimants non sphériques. Secondement, la position de ces pôles magnétiques, qui sont plus ou moins voisins des vrais pôles de la terre, et plus ou moins éloignés de l'équateur, doit influencer puissamment sur la déclinaison dans chaque lieu particulier, suivant sa situation plus ou moins distante de ces mêmes pôles magnétiques, dont la position n'est point encore assez déterminée.

Le magnétisme du globe, dont les effets viennent de nous paroître si variés, et même si singuliers, n'est donc pas le produit d'une force particulière, mais une modification d'une force générale, qui est celle de l'électricité, dont la cause doit être attribuée aux émanations de la chaleur propre du globe, lesquelles, partant de l'équateur et des régions adjacentes, se portent, en se courbant et se plongeant sur les régions polaires où elles tombent, dans des directions d'autant plus approchantes de la perpendiculaire, que la chaleur est moindre, et que ces émanation se trouvent, dans les régions froides, plus complètement éteintes ou supprimées. Or cette augmentation d'inclinaison, à mesure que l'on s'avance vers les pôles de la terre,

représente parfaitement l'incidence de plus en plus approchante de la perpendiculaire des rayons ou faisceaux d'un fluide animé par les émanations de la chaleur du globe, lesquelles, par les lois de l'équilibre, doivent se porter en convergeant et s'abaissant de l'équateur vers les deux pôles.

La force particulière des pôles magnétiques, dans l'action qu'ils exercent sur l'inclinaison, est assez d'accord avec la force générale qui détermine cette inclinaison vers les pôles terrestres, puisque l'une et l'autre de ces forces agissent presque également dans une direction qui tend plus ou moins à la perpendiculaire. Dans la déclinaison, au contraire, l'action des pôles magnétiques se croise, et forme un angle avec la direction générale et commune de tout le système du magnétisme vers les pôles de la terre. Les éléments de l'inclinaison sont donc plus simples que ceux de la déclinaison, puisque celle-ci résulte de la combinaison de deux forces agissantes dans deux directions différentes, tandis que l'inclinaison dépend principalement d'une cause simple, dans une direction inclinée et relative à la courbure du globe. C'est par cette raison que l'inclinaison paroît être et est en effet plus régulière, plus suivie et plus constante que la déclinaison dans toutes les parties de la terre.

On peut donc espérer, comme je l'ai dit, qu'en multipliant les observations sur l'inclinaison, et déterminant par ce moyen la position des lieux, soit sur terre, soit sur mer, l'art de la navigation tirera du recueil de ces observations autant et plus d'utilité que de tous les moyens astronomiques ou mécaniques employés, jusqu'à ce jour. à la recherche des longitudes.

ARRANGEMENT DES MINÉRAUX

EN TABLE MÉTHODIQUE,

RÉDIGÉ D'APRÈS LA CONNOISSANCE DE LEURS PROPRIÉTÉS NATURELLES.

Cette table présente les minéraux, non-seulement avec leurs vrais caractères, qui sont leurs propriétés naturelles, mais encore avec l'ordre successif de leur *génésie* ou filiation, selon qu'ils ont été produits par l'action du feu, de l'air et de l'eau, sur l'élément de la terre.

Ces propriétés naturelles sont :

1° La densité ou pesanteur spécifique de chaque substance, qu'on peut toujours reconnoître avec précision par la balance hydrostatique ;

2° La dureté, dont la connoissance n'est pas aussi précise, parce que l'effet du choc ou du frottement ne peut se mesurer aussi exactement que celui de la pesanteur par la balance, mais qu'on peut néanmoins estimer et comparer par des essais assez faciles ;

3° L'homogénéité ou simplicité de substance dans chaque matière, qui se reconnoît avec toute précision dans les corps transparents, par la simple ou double réfraction que la lumière souffre en les traversant, et que l'on peut connoître, quoique moins exactement, dans les corps opaques, en les soumettant à l'action des acides ou du feu ;

4° La fusibilité et la résistance plus ou moins grande des différentes matières à l'action du feu avant de se calciner, se fondre ou se vitrifier ;

5° La combustibilité ou destruction des différentes substances par l'action du feu libre, c'est-à-dire par la combinaison de l'air et du feu.

Ces cinq propriétés sont les plus essentielles de toute matière, et leur connoissance doit être la base de tout système minéralogique et de tout arrangement méthodique : aussi cette connoissance, autant que j'ai pu l'acquérir, m'a servi de guide dans la composition de cet ouvrage sur les minéraux ; et c'est d'après ces mêmes propriétés, qui constituent la nature de chaque substance, que j'ai rédigé la table suivante.

TABLE MÉTHODIQUE DES MINÉRAUX.

PREMIER ORDRE.

MATIÈRES VITREUSES.

PREMIÈRE CLASSE.

Matières vitreuses produites par le feu primitif.

MATIÈRES.	SORTES.	VARIÉTÉS.
Verres primitifs.	Quartz. — Feldspath. — Schorl. — Jaspe. — Mica.	
Substances composées.	Roches de 1, 2, 3 et 4 substances vitreuses.	Pierre de Laponie.
	Porphyre.	rouge. } tous deux ponctués de blanc. brun. }
	Granite.	rouge.—gris.— à gros grains.— à petits grains.

DEUXIÈME CLASSE.

Matières vitreuses extraites des premières, et produites par l'intermède de l'eau.

PREMIÈRE DIVISION.

Produits du quartz.

Vitreuses produites par l'intermède de l'eau, demi-transparentes.	Quartz de seconde formation.	blanchâtre.—rougeâtre.— gras. feuilleté.— grenu.
Transparentes. . .	Cristal de roche.	blanc.— nuageux.— rougeâtre. bleuâtre.—jaune.—vert.—brun. noir.—opaque.—irisé.
	Améthyste.	violette.— pourprée.
	Cristal - topaze.	d'un jaune plus ou moins foncé et enfumé.
	Chrysolite.	d'un jaune mêlé de plus ou moins de vert.
	Aigue-marine. . . .	d'un vert bleuâtre, ou d'un bleu verdâtre.

SECONDE DIVISION.

Produits du feld-spath seul, et du quartz mêlé de feld-spath.

MATIÈRES.	SORTES.	VARIÉTÉS.
Demi - transparentes.	Saphir d'eau.	plus ou moins bleuâtre et à demi chatoyant.
	Pierre de Russie, ou de Labrador.	chatoyante, avec reflets verdâtres et bleuâtres.
Toutes chatoyantes.	OËil-de-chat.	gris. — jaune. — mordoré.
	OËil-de-poisson.	blanc intense. — blanc bleuâtre.
	OËil-de-loup.	brun rougeâtre. — brun verdâtre. à fond blanc. — à fond bleuâtre. — à fond noir. — sans paillettes.
	Opale.	— semée de paillettes brillantes rouges, bleues, et d'autres couleurs.
Opaques.	Aventurine.	rouge, plus ou moins semée de paillettes brillantes de différentes couleurs.

TROISIÈME DIVISION.

Produits du schorl seul, et du quartz et feld-spath mêlés de schorl.

Transparentes. . .	Émeraude.	du Pérou. — vert pur plus ou moins clair. — du Brésil. — vert plus ou moins foncé.
	Saphir du Brésil.	bleu. — blanc.
	Béryl. .	vert bleuâtre. — bleu verdâtre.
	Péridot. .	plus ou moins dense. — vert plus ou moins mêlé de jaune.
	OËil-de-chat noir ou noirâtre.	
	Rubis et Topaze du Brésil.	plus ou moins rougeâtres. — plus ou moins jaune foncé.
	Topaze de Saxe. . .	jaune doré. — jaune clair. — blanche.
	Grenat.	rouge violet, <i>syrien</i> . rouge couleur de feu, <i>escarboucle</i> .
	Hyacinthe.	rouge brun demi-transparent ou opaque.
	Demi - transparentes	Tourmaline.
Opaques. . .	Pierre-de-croix. . .	brune. — noirâtre.

QUATRIÈME DIVISION.

Stalactites vitreuses non cristallisées, produites par le mélange du quartz et des autres verres primitifs

MATIÈRES.	SORTES.	VARIÉTÉS.
Demi transparentes.	Agate.	blanche. — laiteuse. — veinée. — ponctuée. — herborisée.
	Cornaline.	rouge pur plus ou moins intense. — veinée. — ponctuée.
	Sardoine.	orangée. — veinée. — herborisée.
	Prase.	vert plus ou moins foncé.
Transparentes imbibées d'eau.	Calcédoine.	blanchâtre. — bleuâtre. — rougeâtre. — toujours laiteuse.
	Pierre hydrophane	grise. — bleuâtre. — rougeâtre.
Demi-transparentes aux parties minces.	Péto-silex.	blanc. — rougeâtre. — de toutes couleurs. — veiné. — taché.
	Onyx.	composée de lits, ou couches de différentes couleurs.
Opagues.	Cailloux.	veinés. — œillés. — herborisés.
	Poudingues.	en plus gros ou plus petits cailloux.
	Jaspes de seconde formation.	sanguin. — héliotrope. — fleuri. — universel.
CINQUIÈME DIVISION.		
<i>Produits et agrégats du mica et du talc.</i>		
Opagues et demi-transparentes.	Jade.	blanchâtre. — vert. — olivâtre. tachée de toutes couleurs. — verte sans tache. — veinée. — fibreuse. grenue.
	Serpentine.	blanchâtre. — verdâtre. — semée de points talqueux. — veinée. — feuilletée.
	Pierre ollaire.	pure. — noirâtre. — plombée. — mêlée de soufre. — plombagine.
	Molybdène.	blanche. — rougeâtre.
	Pierre-de-lard.	blanche. — grise.
	Craie d'Espagne.	blanche. — plus ou moins fine.
Demi-transparentes.	Craie de Briançon.	blanc. — verdâtre. — jaunâtre. — rougeâtre.
	Talc.	en filets plus ou moins longs, et plus ou moins fins. — blanchâtre. jaunâtre. — verdâtre.
	Amiante.	en épis. — en filets plus ou moins courts. — gris. — jaunâtre. — blanchâtre.
Opagues.	Asbeste.	plus ou moins poreux et léger. — blanc. — jaunâtre. — en lames plates, ou feuillets superposés.
	Cuir de montagne.	jaunâtre. — blanchâtre. — en cornets, ou feuillets contournés. — plus ou moins caverneux et léger.
	Liège de montagne.	

TROISIÈME CLASSE.

Détriments des matières vitreuses.

MATIÈRES.	SORTES.	VARIÉTÉS.
Opaques.	Porphyres de seconde formation.	vert taché de blanc.—de couleurs variées.
	Granites de seconde formation.	rougeâtre à gros grains, et grandes lames talqueuses.—rougeâtre à petits grains ; <i>granitelle</i> . pur. — mélé de mica. — à grains plus ou moins fins. — de substance plus ou moins compacte.
	Grès.	—blanc. — jaunâtre. — rougeâtre. — brun. — grès poreux. — grès à filtrer.
	Argiles.	blanche et pure. — bleuâtre. — verdâtre. — rougeâtre. — jaunâtre. — noirâtre.
	Schiste et ardoise..	grisâtre. — bleuâtre. — noirâtre. — plus ou moins dur, et en grains plus ou moins fins.

QUATRIÈME CLASSE.

Concrétions vitreuses et argileuses formées par l'intermède de l'eau.

Concrétions argileuses.	Ampélite.	plus ou moins noire. — à grain plus ou moins fin.
	Smectis, ou argile à foulon.	blanc. — cendré. — verdâtre. — noirâtre.
Grès mêlés d'argile	Pierre à rasoir.	composée de couches alternatives de gris-blanc ou jaunâtre, et d'un gris-brun.
	Cos, ou pierres à aiguiser.	plus ou moins dures. — blanches. brunes. — bleuâtres. — jaunes. — rougeâtres. — grès de Turquie.

DEUXIÈME ORDRE.

MATIÈRES CALCAIRES TOUTES PRODUITES PAR L'INTERMÈDE DE L'EAU.

PREMIÈRE CLASSE.

Matières calcaires primitives avec leurs détriments et agrégats.

Substances calcaires primitiv..	<ul style="list-style-type: none"> (Coquilles. . Madrépores. . Polypiers de toutes sortes. 	<ul style="list-style-type: none"> (Les variétés de ces corps marins à substance coquilleuse sont innombrables.
---------------------------------	--	---

MATIÈRES.	SORTES.	VARIÉTÉS.
Détriments des matières calcaires primitives en grandes masses.	Craie.	plus ou moins blanche et plus ou moins dure. de première formation ; <i>pierres coquilleuses</i> . de seconde formation.
	Pierres calcaires.	plus ou moins dures. à grain plus ou moins fin. blanches ou teintes de différentes couleurs.
	Marbres	de première formation. marbres coquilleux. — brèches. poudingues calcaires. de seconde formation. — blancs. de toutes couleurs uniformes ou variées.
	Albâtre.	veiné. — ondé. — blanchâtre. — jaune. — rougeâtre. — mêlé de gris, de brun et de noir. — herborisé.
	Plâtre.	blanc. — grisâtre. — rougeâtre. — veiné.
DEUXIÈME CLASSE.		
<i>Stalactites et concrétions calcaires.</i>		
Produits des matières calcaires transparentes.	Spath calcaire.	cristal d'Islande. — spath blanc. — jaune rougeâtre.
Demi transparents.	Perles.	blanches; <i>perles d'huîtres</i> . — jaunâtres. — brunâtres ; <i>perles de patelles et de moules</i> . de vieille roche.
Opaques mêlés de substance osseuse	Turquoises.	de nouvelle roche. d'un bleu plus ou moins pur et plus ou moins foncé. — verdâtres.
Incrustations et pétrifications calcaires	Tous les corps organisés incrustés, ou pétrifiés par la substance calcaire. Coquilles pétrifiées Madrépores et autres corps marins incrustés et pétrif. Bois et végétaux incrustés et pétrifiés.	
TROISIÈME CLASSE		
<i>Matières vitreuses mêlées d'une petite quantité de substances calcaires.</i>		
Plus vitreuses que calcaires et opaques.	Zéolite. Lapis-lazuli.	blanche. — rougeâtre. — bleuâtre. bleu. — taché de blanc. — mêlé de veines pyriteuses.

MATIÈRES.	SORTES.	VARIÉTÉS.
Demi-transparentes.	Pierre à fusil.	grise. — jaunâtre. — rougeâtre. — noirâtre.
Opagues.	Pierre meulière.	plus ou moins dure et plus ou moins trouée.
Transparentes.	Spath fluor.	rouge; faux rubis. — jaune; fausse topaze. — vert; fausse émeraude. — bleu; faux saphir.
TROISIÈME ORDRE.		
MATIÈRES PROVENANT DES DÉBRIS ET DU DÉTRIMENT DES ANIMAUX ET DES VÉGÉTAUX.		
PREMIÈRE CLASSE.		
<i>Produits en grandes masses de la terre végétale.</i>		
Provenant des végétaux et des animaux, plus ou moins mélangées de parties hétérogènes opaques.	Terreau.	terre de jardin plus ou moins décomposée et plus ou moins mélangée.
	Terre franche.	terreau décomposé, dont les parties sont plus ou moins atténuées.
	Terre limoneuse.	terreau dont les parties sont encore plus décomposées.
	Bol.	terre végétale entièrement décomposée. — blanc. — rouge. — gris. — vert.
Mélangées de bitume.—Opagues.	Tourbe.	terreau plus ou moins bitumineux. matière végétale plus ou moins bitumineuse.
	Charbon de terre.	plus ou moins pyriteuse. plus ou moins mélangée de matière calcaire, schisteuse, etc.
DEUXIÈME CLASSE.		
<i>Concrétions et produits de la terre limoneuse.</i>		
Produites par la terre limoneuse, phosphorescentes et combustibles.	Spath pesant.	pierre de Bologne. — spath pesant octaèdre. — blanc. — cristallisé. — mat. — de couleurs différentes.
Opagues et combustibles.	Pyrite.	cubique lisse. — cubique strié à la surface. — globuleux ou elliptique. marcassite. — plus ou moins dure. — recevant le poli, et non efflorescente.
	Soufre minéral.	plus ou moins décomposé.
Liquides et concrètes, transparentes, demi-transparentes, opaques et combustibles.	Bitumes.	naphte. — pétrole. — asphalte. — succin. — ambre gris. — poix de montagne. — jayet.

MATIÈRES.	SORTES.	VARIÉTÉS.
Produites par la terre limoneuse, transparentes et homogènes. Combustibles.	Diamant.	blanc. — octaèdre. — dodécaèdre. — jaune. — couleur de rose. — vert. — bleuâtre. — noirâtre.
	Vrai rubis.	rouge de feu. — rouge pourpre; <i>spinelle</i> . — rouge clair; <i>balais</i> . — rouge orangé; <i>vermeille</i> .
	Vraie topaze.	jaune vif. — jaune d'or velouté. — bleu. — bleu céleste. — bleu foible. — blanc. — bleu foncé. — bleu mêlé de rouge; <i>girasol</i> .
	Vrai saphir.	

QUATRIÈME ORDRE.

MATIÈRES SALINES.

PREMIÈRE CLASSE.

Sels simples, Acide, Alkali et Arsenic

Produits de l'acide aérien sur les matières vitreuses.	<i>Acide aérien.</i>	alun de roche. — alun de plume. — vitriol. — vitriol en masses. — vitriol en stalactites. — vitriol vert; <i>vitriol ferrugineux</i> . — vitriol bleu; <i>vitriol cuivreux</i> . — vitriol blanc; <i>vitriol de zinc</i> . — beurre fossile.
	Acide et sels vitrioliques.	
Produits de l'acide aérien sur les subst. animales et végétales.	Alkali.	natron. — soude. — alkali minéral. — alkali fixe végétal. — alkali volatil. — alkali caustique. — alkali fluor.
	Acide des végétaux et des animaux.	vinaigre. — acide du tartre. — acerbe. — acide des fourmis, etc.
Autres produits de l'acide aérien sur les substances animales et végétales.	Acide phosphorique.	
	Acide marin.	mêlé d'alkali. — sel gemme. — sel marin.
Produits de l'acide aérien sur les matières calcaires et alcalines.	Nitre.	salpêtre de houssage.
Produits de l'acide aérien sur les matières alcalines, animales, végétales et minérales.	Arsenic.	mêlé de parties métalliques, en fleurs blanches. — cristallisé. — mêlé de soufre. — orpiment. — réalgar.
	Borax.	<i>tinckal ou borax brut</i> . — d'une consistance molle et rougeâtre. — d'une consistance ferme, grise ou verdâtre. — sel sédatif.

DEUXIÈME CLASSE

Sels sublimés par le feu.

Substance du feu saisie par l'acide vitriolique.	Soufre.	soufre vif — cristallisé. — en grains
--	---------	---------------------------------------

MATIÈRES.	SORTES.	VARIÉTÉS.
Produits sublimés de l'acide marin et de l'alcali volatil.	Sel ammoniac.	composé de l'alcali volatil et de l'acide marin. de l'alcali volatil et de l'acide vitriolique. de l'alcali volatil et de l'acide nitreux
Composées de l'acide vitriolique et de la matière du feu libre.	Acides sulfureux volatil.	

TROISIÈME CLASSE.

Sels composés par l'intermède de l'eau.

Composées de soufre et d'alcali.	Foie de soufre.
Composées de l'acide vitriolique et d'alcali minéral.	Sel de Glauber.
Composées de l'acide vitriolique et de la magnésie.	Sel d'Epsom.

CINQUIÈME ORDRE.

MATIÈRES MÉTALLIQUES.

PREMIÈRE CLASSE.

Matières métalliques produites par le feu primitif, ou métalliques simples et dans leur état de nature.

Métaux.	Or primitif en état de métal.	en filets. — en lames. — en grains. — en masses. — en pépites. — en végétations. — jaune. — rougeâtre. — blanchâtre. — cristallisé en octaèdre par le feu. toujours allié d'argent par la nature.
	Argent primitif en état de métal.	en ramifications. — en feuilles. — en grains. toujours allié d'or et quelquefois d'autres substances métalliques. cristallisé en octaèdre par le feu.
	Cuivre primitif en état de métal.	en blocs plus ou moins gros.
	Plomb en état de chaux.	mélangé dans les roches vitreuses.
	Etain en état de chaux.	mélangé dans les roches vitreuses.
	Fer en état de fonte.	mélangé dans les roches vitreuses. — aimant. — émeril. — mâchefer. — sablon magnétique.

DEUXIÈME CLASSE.

Matières métalliques formées par l'intermède de l'eau, ou concrétion et mines des métaux dans leur état d'agrégation et de minéralisation.

MATIÈRES.	SORTES.	VARIÉTÉS.
Métaux.	Or.	en paillettes.—pyrites aurifères. en paillettes.—pyrites argentifères.—mine d'argent vitrée, brune, noirâtre, ou grise.—mine d'argent cornée, jaunâtre, à demi transparente et opaque.—mine d'argent rouge.
	Argent.	minerais pyriteux du cuivre, ou pyrites cuivreuses.—mine de cuivre vitreuse.—mine de cuivre cornée.—mine de cuivre soyeuse.—malachite.—mine cristallisée.—mine veloutée.—mine fibreuse.
	Cuivre.	mine mamelonnée.—pierre arménienne.—azur bleu de montagne.—vert de montagne.—mine de cuivre antimoniale.
	Plomb.	galène.—mine de plomb vitreuse et cristallisée.—blanche.—noirâtre.—rouge.—verte.—jaune.
	Étain.	mine d'étain en filous.—en couches.—en rognons.—en grenailles.—en cristaux.—noirs.—blancs.—jaunâtres.—rouges.
	Fer.	mine spathique.—spéculaire.—en grains.—en géode.—en ocre.—en rouille plus ou moins décomposée.—hématite.
TROISIÈME CLASSE.		
<i>Matières semi-métalliques, ou demi-métaux dans leur état de nature.</i>		
Eau métallique.	Mercure.	en cinabre.—en état coulant.
Demi-métaux.	Antimoine.	en minerais blancs et gris. mine d'antimoine en aiguilles. mine d'antimoine en plumes, souvent mêlé d'argent.
	Bismuth	en état métallique.—mêlé de cobalt.—jaunâtre.—rougeâtre.
	Zinc	en pierre calaminaire.—en blende.—noire.—grise.—jaunâtre.—rougeâtre, etc.—cristallisée.—transparente.—opaque.—en vitriol blanc.

QUATRIÈME CLASSE.

Alliages métalliques faits par la nature.

MATIÈRES.	SORTES.	VARIÉTÉS.
Alliages métalliques tous mêlés de fer.	Platine.	en grenaille toujours mêlée de sable magnétique, et alliée de fer dans sa substance.
	Cobalt.	toujours plus ou moins mêlé de fer par un alliage intime.
	Nickel.	mêlé de fer et de cobalt par un alliage intime.—grenu.—lamelleux.
	Manganèse.	grise.—noirâtre.—cristallisée.—non cristallisée.— toujours mêlée de fer par un alliage intime.
SIXIÈME ET DERNIER ORDRE.		
PRODUITS VOLCANIQUES.		
Matières fondues par le feu des volcans.	Laves.	plus ou moins compactes. plus ou moins trouées. noirâtres, brunes et rougeâtres. plus ou moins mêlé de fer, ainsi que les laves, et de différentes figures, depuis trois jusqu'à neuf faces dans sa longueur, articulé ou non dans son épaisseur.—noirâtre.—grisâtre.—verdâtre.
	Basalte.	à grain plus ou moins fin.—noire. brune.—grise.
	Pierre de touche.	à grains plus ou moins proéminents et plus ou moins rougeâtres.
Terre cuite par le feu des volcans. Détriments des matières volcaniques.	Pierre variolite.	
	Tripoli.	blanc.—jaunâtre.—noirâtre.
	Pouzzolaue.	plus ou moins sèche et rude au toucher.—grise.—rouge.—blanchâtre. etc.

EXPÉRIENCES
SUR
LES VÉGÉTAUX.

EXPÉRIENCES

SUR

LES VÉGÉTAUX

PREMIER MÉMOIRE.

Expériences sur la force du Bois.

Le principal usage du bois dans les bâtiments et dans les constructions de toute espèce est de supporter des fardeaux. La pratique des ouvriers qui l'emploient n'est fondée que sur des épreuves, à la vérité souvent répétées, mais toujours assez grossières : ils ne connoissent que très imparfaitement la force et la résistance des matériaux qu'ils mettent en œuvre. J'ai tâché de déterminer avec quelque précision la force du bois, et j'ai cherché les moyens de rendre mon travail utile aux constructeurs et aux charpentiers. Pour y parvenir, j'ai été obligé de faire rompre plusieurs poutres et plusieurs solives de différentes longueurs. On trouvera, dans la suite de ce mémoire, le détail exact de toutes ces expériences : mais je vais auparavant en présenter les résultats généraux, après avoir dit un mot de l'organisation du bois et de quelques circonstances particulières qui me paroissent avoir échappé aux physiciens qui se sont occupés de ces matières.

Un arbre est un corps organisé dont la structure n'est point encore bien connue. Les expériences de Grew, de Malpighi, et surtout celles de Hales, ont, à la vérité, donné de grandes lumières sur l'économie végétale, et il faut avouer qu'on leur doit presque tout ce qu'on sait en ce genre : mais dans ce genre, comme dans tous les autres, on ignore beaucoup plus

de choses qu'on n'en sait. Je ne ferai point ici la description anatomique des différentes parties d'un arbre, cela seroit inutile pour mon dessein; il me suffira de donner une idée de la manière dont les arbres croissent, et de la façon dont le bois se forme.

Une semence d'arbre, un gland qu'on jette en terre au printemps, produit au bout de quelques semaines un petit jet tendre et herbacé, qui augmente, s'étend, grossit, durcit, et contient déjà, dès la fin de la première année, un filet de substance ligneuse. A l'extrémité de ce petit arbre est un bouton qui s'épanouit l'année suivante, et dont il sort un second jet semblable à celui de la première année, mais plus vigoureux, qui grossit et s'étend davantage, durcit dans le même temps, et produit un autre bouton qui contient le jet de la troisième année, et ainsi des autres jusqu'à ce que l'arbre soit parvenu à toute sa hauteur : chacun de ces boutons est une espèce de germe qui contient le petit arbre de chaque année. L'accroissement des arbres en hauteur se fait donc par plusieurs productions semblables et annuelles; de sorte qu'un arbre de cent pieds de haut est composé, dans sa longueur, de plusieurs petits arbres mis bout à bout, dont le plus long n'a souvent pas deux pieds de hauteur. Tous ces petits arbres de chaque année ne changent jamais dans leurs dimensions; ils existent dans un arbre de cent ans sans avoir grossi ni grandi; ils sont seulement devenus plus solides. Voilà comment se fait l'accroissement en hauteur; l'accroissement en grosseur en dépend. Ce bouton qui fait le sommet du petit arbre de la première année tire sa nourriture à travers la substance et le corps même de ce petit arbre : mais les principaux canaux qui servent à conduire la sève se trouvent entre l'écorce et le filet ligneux; l'action de cette sève en mouvement dilate ces canaux et les fait grossir, tandis que le bouton, en s'élevant, les tire et les allonge; de plus, la sève, en y coulant continuellement, y dépose des parties fixes qui en augmentent la solidité : ainsi, dès la seconde année, un petit arbre contient déjà dans son milieu un filet ligneux en forme de cône fort allongé,

qui est la production en bois de la première année, et une couche ligneuse aussi conique qui enveloppe ce premier filet et le surmonte, et qui est la production de la seconde année. La troisième couche se forme comme la seconde; il en est de même de toutes les autres qui s'enveloppent successivement et continûment; de sorte qu'un gros arbre est un composé d'un grand nombre de cônes ligneux qui s'enveloppent et se recouvrent tant que l'arbre grossit. Lorsqu'on vient à l'abattre, on compte aisément, sur la coupe transversale du tronc, le nombre de ces cônes, dont les sections forment des cercles ou plutôt des couronnes concentriques; et on reconnoît l'âge de l'arbre par le nombre de ces couronnes, car elles sont distinctement séparées les unes des autres. Dans un chêne vigoureux, l'épaisseur de chaque couche ou couronne est de deux ou trois lignes; cette épaisseur est d'un bois dur et solide : mais la substance qui unit ensemble ces couronnes, dont le prolongement forme les cônes ligneux, n'est pas à beaucoup près aussi ferme; c'est la partie foible du bois, dont l'organisation est différente de celle des cônes ligneux, et dépend de la façon dont ces cônes s'attachent et s'unissent les uns aux autres, que nous allons expliquer en peu de mots. Les canaux longitudinaux qui portent la nourriture au bouton non-seulement prennent de l'étendue et acquièrent de la solidité, par l'action et le dépôt de la sève, mais ils cherchent encore à s'étendre d'une autre façon; ils se ramifient dans toute leur longueur et poussent de petits filaments, comme de petites branches, qui, d'un côté, vont produire l'écorce, et, de l'autre, vont s'attacher au bois de l'année précédente, et forment entre les deux couches du bois un tissu spongieux qui, coupé transversalement, même à une assez grande épaisseur, laisse voir plusieurs petits trous à peu près comme on en voit dans la dentelle; les couches du bois sont donc unies les unes aux autres par une espèce de réseau. Ce réseau n'occupe pas à beaucoup près autant d'espace que la couche ligneuse; il n'a qu'environ une demi-ligne d'épaisseur : cette épaisseur est à peu près la même dans tous les arbres de même espèce, au

lieu que les couches ligneuses sont plus ou moins épaisses, et varient si considérablement dans la même espèce d'arbre, comme dans le chêne, que j'en ai mesuré qui avoient trois lignes et demie, et d'autres qui n'avoient qu'une demi-ligne d'épaisseur.

Par cette simple exposition de la texture du bois, on voit que la cohérence longitudinale doit être bien plus considérable que l'union transversale; on voit que dans les petites pièces de bois, comme dans un barreau d'un pouce d'épaisseur, s'il se trouve quatorze ou quinze couches ligneuses, il y aura treize ou quatorze cloisons, et que par conséquent ce barreau sera moins fort qu'un pareil barreau qui ne contiendra que cinq ou six couches et quatre ou cinq cloisons; on voit aussi que, dans ces petites pièces, s'il se trouve une ou deux couches ligneuses qui soient tranchées par la scie, ce qui arrive souvent, leur force sera considérablement diminuée: mais le plus grand défaut de ces petites pièces de bois, qui sont les seules sur lesquelles on ait jusqu'à ce jour fait des expériences, c'est qu'elles ne sont pas composées comme les grosses pièces; la position des couches ligneuses et des cloisons dans un barreau est fort différente de la position de ces mêmes couches dans une poutre; leur figure est même différente, et par conséquent on ne peut pas estimer la force d'une grosse pièce par celle d'un barreau. Un moment de réflexion fera sentir ce que je viens de dire. Pour former une poutre, il ne faut qu'équarrir l'arbre, c'est-à-dire enlever quatre segments cylindriques d'un bois blanc et imparfait qu'on appelle *aubier*; dans le cœur de l'arbre, la première couche ligneuse reste au milieu de la pièce, toutes les autres couches enveloppent la première en forme de cercles ou de couronnes cylindriques; le plus grand de ces cercles entiers a pour diamètre l'épaisseur de la pièce; au-delà de ce cercle, tous les autres sont tranchés, et ne forment plus que des portions de cercles qui vont toujours en diminuant vers les arêtes de la pièce: ainsi une poutre carrée est composée d'un cylindre continu de bon bois bien solide, et de quatre portions angulaires tranchées

d'un bois moins solide et plus jeune. Un barreau tiré du corps d'un gros arbre, ou pris dans une planche, est tout autrement composé : ce sont de petits segments longitudinaux des couches annuelles, dont la courbure est insensible; des segments qui tantôt se trouvent posés parallèlement à une des surfaces du barreau, et tantôt plus ou moins inclinés; des segments qui sont plus ou moins longs et plus ou moins tranchés, et par conséquent plus ou moins forts. De plus, il y a toujours dans un barreau deux positions, dont l'une est plus avantageuse que l'autre; car ces segments de couches ligneuses forment autant de plans parallèles. Si vous posez le barreau de manière que ces plans soient verticaux, il résistera davantage que dans une position horizontale; c'est comme si on faisoit rompre plusieurs planches à la fois, elles résisteroient bien davantage étant posées sur le côté que sur le plat. Ces remarques font déjà sentir combien on doit peu compter sur les tables calculées, ou sur les formules que différents auteurs nous ont données de la force du bois, qu'ils n'avoient éprouvée que sur des pièces dont les plus grosses étoient d'un ou deux pouces d'épaisseur, et dont ils ne donnent ni le nombre des couches ligneuses que ces barreaux contenoient, ni la position de ces couches, ni le sens dans lequel se sont trouvées ces couches lorsqu'ils ont fait rompre le barreau; circonstances cependant essentielles, comme on le verra par mes expériences et par les soins que je me suis donnés pour découvrir les effets de toutes ces différences. Les physiciens qui ont fait quelques expériences sur la force du bois n'ont fait aucune attention à ces inconvénients; mais il y en a d'autres peut-être encore plus grands qu'ils ont aussi négligé de prévoir ou de prévenir. Le jeune bois est moins fort que le bois plus âgé : un barreau tiré du pied d'un arbre résiste plus qu'un barreau qui vient du sommet du même arbre; un barreau pris à la circonférence près de l'aubier est moins fort qu'un pareil morceau pris au centre de l'arbre. D'ailleurs le degré de dessèchement du bois fait beaucoup à sa résistance : le bois vert casse bien plus difficilement que le bois sec. Enfin le temps qu'on emploie à charger les pièces

pour les faire rompre doit aussi entrer en considération , parce qu'une pièce qui soutiendra pendant quelques minutes un certain poids , ne pourra pas soutenir ce poids pendant une heure; et j'ai trouvé que des poutres qui avoient chacune supporté sans se rompre pendant un jour entier neuf milliers avoient rompu au bout de cinq ou six mois sous la charge de six milliers , c'est-à-dire qu'elles n'avoient pas pu porter pendant six mois les deux tiers de la charge qu'elles avoient portée pendant un jour. Tout cela prouve assez combien les expériences que l'on a faites sur cette matière sont imparfaites , et peut-être cela prouve aussi qu'il n'est pas trop aisé de les bien faire.

Mes premières épreuves, qui sont en très grand nombre , n'ont servi qu'à me faire connoître tous les inconvénients dont je viens de parler. Je fis d'abord rompre quelques barreaux , et je calculai quelle devoit être la force d'un barreau plus long et plus gros que ceux que j'avois mis à l'épreuve ; et ensuite ayant fait rompre de ces derniers , et ayant comparé le résultat de mon calcul avec la charge actuelle , je trouvai de si grandes différences , que je répétai plusieurs fois la même chose sans pouvoir rapprocher le calcul de l'expérience; j'essayai sur d'autres longueurs et d'autres grosseurs , l'événement fut le même; enfin je me déterminai à faire une suite complète d'expériences qui pût me servir à dresser une table de la force du bois , sur laquelle je pouvois compter, et que tout le monde pourra consulter au besoin.

Je vais rapporter, en aussi peu de mots qu'il me sera possible , la manière dont j'ai exécuté mon projet.

J'ai commencé par choisir, dans un canton de mes bois, cent chênes sains et bien vigoureux , aussi voisins les uns des autres qu'il a été possible de les trouver, afin d'avoir du bois venu en même terrain, car les arbres de différents pays et de différents terrains ont des résistances différentes ; autre inconvénient qui seul sembloit d'abord anéantir toute l'utilité que j'espérois tirer de mon travail. Tous ces chênes étoient aussi de la même espèce, de la belle espèce qui produit du gros gland attaché un à un ou deux à deux sur la branche; les plus

petits de ces arbres avoient environ deux pieds et demi de circonférence, et les plus gros cinq pieds : je les ai choisis de différente grosseur, afin de me rapprocher davantage de l'usage ordinaire. Lorsque les charpentiers ont besoin d'une pièce de cinq ou six pouces d'équarrissage, ils ne la prennent pas dans un arbre qui peut porter un pied, la dépense seroit trop grande, et il ne leur arrive que trop souvent d'employer des arbres trop menus et où ils laissent beaucoup d'aubier : car je ne parle pas ici des solives de sciage qu'on emploie quelquefois, et qu'on tire d'un gros arbre ; cependant il est bon d'observer en passant que ces solives de sciage sont foibles, et que l'usage en devoit être proscrit. On verra, dans la suite de ce mémoire, combien il est avantageux de n'employer que du bois de brin.

Comme le degré de dessèchement du bois fait varier très considérablement celui de sa résistance, et que d'ailleurs il est fort difficile de s'assurer de ce degré de dessèchement, puisque souvent de deux arbres abattus en même temps l'un se dessèche en moins de temps que l'autre, j'ai voulu éviter cet inconvénient, qui auroit dérangé la suite comparée de mes expériences, et j'ai cru que j'aurois un terme plus fixe et plus certain en prenant le bois vert. J'ai donc fait couper mes arbres un à un à mesure que j'en avois besoin : le même jour qu'on abattoit un arbre on le conduisoit au lieu où il devoit être rompu ; le lendemain les charpentiers l'équarrissoient, et des menuisiers le travailloient à la varlope, afin de lui donner des dimensions exactes, et le surlendemain on le mettoit à l'épreuve.

Voici en quoi consistoit la machine avec laquelle j'ai fait le plus grand nombre de mes expériences. Deux forts tréteaux de sept pouces d'équarrissage, de trois pieds de hauteur, et d'autant de longueur, renforcés dans leur milieu par un bois debout ; on posoit sur ces tréteaux les deux extrémités de la pièce qu'on vouloit rompre. Plusieurs boucles carrées de fer rond, dont la plus grosse portoit près de neuf pouces de largeur intérieure, et étoit d'un fer de sept à huit pouces de tour ;

la seconde boucle portoit sept pouces de largeur, et étoit faite d'un fer de cinq à six pouces de tour, les autres plus petites; on passoit la pièce à rompre dans la boucle de fer : les grosses boucles servoient pour les grosses pièces, et les petites boucles pour les barreaux. Chaque boucle, à la partie supérieure, avoit intérieurement une arête; elle étoit faite pour empêcher la boucle de s'incliner, et aussi pour faire voir la largeur du fer qui portoit sur les bois à rompre. A la partie inférieure de cette boucle carrée, on avoit forgé deux crochets de fer de même grosseur que le fer de la boucle; ces deux crochets se séparaient, et formoient une boucle ronde d'environ neuf pouces de diamètre dans laquelle on mettoit une clef de bois de même grosseur et de quatre pieds de longueur. Cette clef portoit une forte table de quatorze pieds de longueur sur six pieds de largeur, qui étoit faite de solives de cinq pouces d'épaisseur, mises les unes contre les autres, et retenues par de fortes barres : on la suspendoit à la boucle par le moyen de la grosse clef de bois, et elle servoit à placer les poids, qui consistoient en trois cents quartiers de pierre, taillés et numérotés, qui pesoient chacun 25, 50, 100, 150 et 200 livres; on portoit ces pierres sur la table, et on bâtissoit un massif de pierres large et long comme la table, et aussi haut qu'il étoit nécessaire pour faire rompre la pièce. J'ai cru que cela étoit assez simple pour pouvoir en donner l'idée nette sans le secours d'une figure.

On avoit soin de mettre de niveau la pièce et les tréteaux, que l'on cramponnoit afin de les empêcher de reculer; huit hommes chargeoient continuellement la table, et commençoient par placer au centre les poids de 200 livres, ensuite ceux de 150, ceux de 100, ceux de 50, et enfin au-dessus ceux de 25 livres. Deux hommes portés par un échafaud suspendu en l'air par des cordes plaçoient les poids de 50 et 25 livres, qu'on n'auroit pu arranger depuis le bas sans courir risque d'être écrasé; quatre autres hommes appuyoient et soutenoient les quatre angles de la table pour l'empêcher de vaciller et pour la tenir en équilibre; un autre, avec une longue règle

de bois, observoit combien la pièce plioit à mesure qu'on la chargeoit, et un autre marquoit le temps et écrivoit la charge, qui souvent s'est trouvée monter à 20, 25, et jusqu'à près de 28 milliers de livres.

J'ai fait rompre de cette façon plus de cent pièces de bois, tant poutres que solives, sans compter 300 barreaux, et ce grand nombre de pénibles épreuves a été à peine suffisant pour me donner une échelle suivie de la force du bois pour toutes les grosseurs et longueurs; j'en ai dressé une table que je donne à la fin de ce mémoire: si on la compare avec celles de M. Musschenbroeck et des autres physiciens qui ont travaillé sur cette matière, on verra combien leurs résultats sont différents des miens.

Afin de donner d'avance une idée juste de cette opération par laquelle j'ai fait rompre les pièces de bois pour en reconnoître la force, je vais rapporter le procédé exact de l'une de mes expériences, par laquelle on pourra juger de toutes les autres.

Ayant fait abattre un chêne de cinq pieds de circonférence, je l'ai fait amener et travailler le même jour par des charpentiers; le lendemain des menuisiers l'ont réduit à huit pouces d'équarrissage et à douze pieds de longueur. Ayant examiné avec soin cette pièce, je jugeai qu'elle étoit fort bonne; elle n'avoit d'autre défaut qu'un petit nœud à l'une des faces. Le surlendemain j'ai fait peser cette pièce; son poids se trouva être de 409 livres. Ensuite l'ayant passée dans la boucle de fer, et ayant tourné en haut la face où étoit le petit nœud, je fis disposer la pièce de niveau sur les tréteaux; elle portoit de six pouces sur chaque traiteau: cette portée de six pouces étoit celle des pièces de douze pieds, celles de vingt-quatre pieds portoient de douze pouces, et ainsi des autres, qui portoient toujours d'un demi-pouce par pied de longueur. Ayant ensuite fait glisser la boucle de fer jusqu'au milieu de la pièce, on souleva à force de leviers la table, qui, seule avec les boucles et la clef, pesoit 2500 livres. On commença à trois heures cinquante-six minutes: huit hommes chargeoient continuel-

lement la table ; à cinq heures trente-neuf minutes la pièce n'avoit encore plié que de deux pouces, quoique chargée de 16 milliers ; à cinq heures quarante - cinq minutes elle avoit plié de deux pouces et demi, et elle étoit chargée de 18500 livres ; à cinq heures cinquante-une minutes elle avoit plié de trois pouces, et étoit chargée de 21 milliers ; à six heures une minute elle avoit plié de trois pouces et demi, et elle étoit chargée de 23625 livres : dans cet instant elle fit un éclat comme un coup de pistolet ; aussitôt on discontinua de charger, et la pièce plia d'un demi-pouce de plus, c'est-à-dire de quatre pouces en tout. Elle continua d'éclater avec grande violence pendant plus d'une heure, et il en sortoit par les bouts une espèce de fumée avec un sifflement. Elle plia de près de sept pouces avant que de rompre absolument, et supporta, pendant tout ce temps, la charge de 23625 livres. Une partie des fibres ligneuses étoit coupée net comme si on l'eût sciée, et le reste s'étoit rompu en se déchirant, en se tirant, et laissant des intervalles à peu près comme on en voit entre les dents d'un peigne ; l'arête de la boucle de fer, qui avoit trois lignes de largeur, et sur laquelle portoit toute la charge, étoit entrée d'une ligne et demie dans le bois de la pièce, et avoit fait refouler de chaque côté un faisceau de fibres ; et le petit nœud qui étoit à la face supérieure n'avoit point du tout contribué à la faire rompre.

J'ai un journal où il y a plus de cent expériences aussi détaillées que celles-ci, dont il y en a plusieurs qui sont plus fortes. J'en ai fait sur des pièces de 10, 12, 14, 16, 18, 20, 22, 24, 26 et 28 pieds de longueur et de toutes grosseurs, depuis quatre jusqu'à huit pouces d'équarrissage, et j'ai toujours pour une même longueur et grosseur fait rompre trois ou quatre pièces pareilles, afin d'être assuré de leur force respective.

La première remarque que j'ai faite, c'est que le bois ne casse jamais sans avertir, à moins que la pièce ne soit fort petite ou fort sèche : le bois vert casse plus difficilement que le bois sec, et en général le bois qui a du ressort résiste beau-

coup plus que celui qui n'en a pas : l'aubier, le bois des branches, celui du sommet de la tige d'un arbre, tout le bois jeune est moins fort que le bois plus âgé. La force du bois n'est pas proportionnelle à son volume, une pièce double ou quadruple d'une autre pièce de même longueur est beaucoup plus du double ou du quadruple plus forte que la première : par exemple, il ne faut pas quatre milliers pour rompre une pièce de dix pieds de longueur et de quatre pouces d'équarrissage, et il en faut dix pour rompre une pièce double ; il faut vingt-six milliers pour rompre une pièce quadruple, c'est-à-dire une pièce de dix pieds de longueur sur huit pouces d'équarrissage. Il en est de même pour la longueur. Il semble qu'une pièce de huit pieds et de même grosseur qu'une pièce de seize pieds doit, par les règles de la mécanique, porter juste le double ; cependant elle porte beaucoup moins. Je pourrais donner les raisons physiques de tous ces faits, mais je me borne à donner des faits : le bois qui, dans le même terrain, croît le plus vite est le plus fort ; celui qui a crû lentement, et dont les cercles annuels, c'est-à-dire les couches ligneuses, sont minces, est plus faible que l'autre.

J'ai trouvé que la force du bois est proportionnelle à sa pesanteur, de sorte qu'une pièce de même longueur et grosseur, mais plus pesante qu'une autre pièce, sera aussi plus forte à peu près en même raison. Cette remarque donne les moyens de comparer la force des bois qui viennent de différents pays et de différents terrains, et étend infiniment l'utilité de mes expériences : car, lorsqu'il s'agira d'une construction importante ou d'un ouvrage de conséquence, on pourra aisément, au moyen de ma table et en pesant les pièces, ou seulement des échantillons de ces pièces, s'assurer de la force du bois qu'on emploie, et on évitera le double inconvénient d'employer trop ou trop peu de cette matière, que souvent on prodigue mal à propos, et que quelquefois on ménage avec encore moins de raison.

On seroit porté à croire qu'une pièce qui, comme dans mes expériences, est posée librement sur deux tréteaux doit porter

beaucoup moins qu'une pièce retenue par les deux bouts, et infixée dans une muraille, comme sont les poutres et les solives d'un bâtiment; mais si on fait réflexion qu'une pièce que je suppose de vingt-quatre pieds de longueur, en baissant de six pouces dans son milieu, ce qui est souvent plus qu'il n'en faut pour la faire rompre, ne hausse en même temps que d'un demi-pouce à chaque bout, et que même elle ne hausse guère que de trois lignes, parce que la charge tire le bout hors de la muraille, souvent beaucoup plus qu'elle ne le fait hausser, on verra bien que mes expériences s'appliquent à la position ordinaire des poutres dans un bâtiment : la force qui les fait rompre, en les obligeant de plier dans le milieu et de hausser par les bouts, est cent fois plus considérable que celle des plâtres et des mortiers, qui cèdent et se dégradent aisément; et je puis assurer, après l'avoir éprouvé, que la différence de force d'une pièce posée sur deux appuis et libre par les bouts, et de celle d'une pièce fixée par les deux bouts dans une muraille bâtie à l'ordinaire, est si petite, qu'elle ne mérite pas qu'on y fasse attention.

J'avoue qu'en retenant une pièce par des ancrs de fer, en la posant sur des pierres de taille dans une bonne muraille, on augmente considérablement sa force. J'ai quelques expériences sur cette position, dont je pourrai donner les résultats. J'avouerai même de plus que si cette pièce étoit invinciblement retenue et inébranlablement contenue par les deux bouts dans des enchâtres d'une matière inflexible et parfaitement dure, il faudroit une force presque infinie pour la rompre; car on peut démontrer que, pour rompre une pièce ainsi posée, il faudroit une force beaucoup plus grande que la force nécessaire pour rompre une pièce de bois de bout, qu'on tireroit ou qu'on presseroit suivant sa longueur.

Dans les bâtiments et les *contignations* ordinaires, les pièces de bois sont chargées dans toute leur longueur et en différents points, au lieu que, dans mes expériences, toute la charge est réunie dans un seul point au milieu : cela fait une différence considérable, mais qu'il est aisé de déterminer au

juste ; c'est une affaire de calcul que tout constructeur un peu versé dans la mécanique pourra suppléer aisément.

Pour essayer de comparer les effets du temps sur la résistance du bois , et pour reconnoître combien il diminue de sa force , j'ai choisi quatre pièces de dix-huit pieds de longueur sur sept pouces de grosseur ; j'en ai fait rompre deux , qui , en nombres ronds , ont porté neuf milliers chacune pendant une heure : j'ai fait charger les deux autres de six milliers seulement , c'est-à-dire des deux tiers de la première charge , et je les ai ainsi chargées , résolu d'attendre l'événement. L'une de ces pièces a cassé au bout de cinq mois et vingt-cinq jours , et l'autre au bout de six mois et dix-sept jours. Après cette expérience , je fis travailler deux autres pièces toutes pareilles , et je ne les fis charger que de la moitié , c'est-à-dire de 4500 livres ; je les ai tenues pendant plus de deux ans ainsi chargées : elles n'ont pas rompu , mais elles ont plié assez considérablement. Ainsi , dans des bâtimens qui doivent durer long-temps , il ne faut donner au bois tout au plus que la moitié de la charge qui peut le faire rompre , et il n'y a que dans des cas pressants et dans des constructions qui ne doivent pas durer , comme lorsqu'il faut faire un pont pour passer une armée , ou un échafaud pour secourir ou assaillir une ville , qu'on peut hasarder de donner au bois les deux tiers de sa charge.

Je ne sais s'il est nécessaire d'avertir que j'ai rebuté plusieurs pièces qui avoient des défauts , et que je n'ai compris dans ma table que les expériences dont j'ai été satisfait. J'ai encore rejeté plus de bois que je n'en ai employé : les nœuds , le fil tranché et les autres défauts du bois sont assez aisés à voir ; mais il est difficile de juger de leur effet par rapport à la force d'une pièce ; il est sûr qu'ils la diminuent beaucoup , et j'ai trouvé un moyen d'estimer à peu près la diminution de force causée par un nœud. On sait qu'un nœud est une espèce de cheville adhérente à l'intérieur du bois ; on peut même connoître , à peu près , par le nombre des cercles annuels qu'il contient , la profondeur à laquelle il pénètre. J'ai fait faire des trous en forme de cône et de même profondeur dans des pièces

qui étoient sans nœuds, et j'ai rempli ces trous avec des chevilles de même figure; j'ai fait rompre ces pièces, et j'ai reconnu par-là combien les nœuds ôtent de force au bois, ce qui est beaucoup au-delà de ce qu'on pourroit imaginer : un nœud qui se trouvera ou une cheville qu'on mettra à la face inférieure, et surtout à l'une des arêtes, diminue quelquefois d'un quart la force de la pièce. J'ai aussi essayé de reconnoître, par plusieurs expériences, la diminution de force causée par le fil tranché du bois. Je suis obligé de supprimer les résultats de ces épreuves, qui demandent beaucoup de détail : qu'il me soit permis cependant de rapporter un fait qui paroîtra singulier; c'est qu'ayant fait rompre des pièces courbes, telles qu'on les emploie pour la construction des vaisseaux, des dômes, etc., j'ai trouvé qu'elles résistent davantage en opposant à la charge le côté concave. On imagineroit d'abord le contraire, et on penseroit qu'en opposant le côté convexe, comme la pièce fait voûte, elle devoit résister davantage : cela seroit vrai pour une pièce dont les fibres longitudinales seroient courbes naturellement, c'est-à-dire pour une pièce courbe dont le fil du bois seroit continu et non tranché; mais, comme les pièces courbes dont je me suis servi, et presque toutes celles dont on se sert dans les constructions, sont prises dans un arbre qui a de l'épaisseur, la partie intérieure de ces courbes est beaucoup plus tranchée que la partie extérieure, et par conséquent elle résiste moins, comme je l'ai trouvé par mes expériences.

Il sembleroit que des épreuves faites avec tant d'appareil et en si grand nombre ne devoient rien laisser à désirer, surtout dans une matière aussi simple que celle-ci : cependant je dois convenir, et je l'avouerai volontiers, qu'il reste encore bien des choses à trouver; je n'en citerai que quelques-unes. On ne connoît pas le rapport de la force de la cohérence longitudinale du bois à la force de son union transversale, c'est-à-dire quelle force il faut pour rompre et quelle force il faut pour fendre une pièce. On ne connoît pas la résistance du bois dans des positions différentes de celles que supposent mes

expériences ; positions cependant assez ordinaires dans les bâtimens, et sur lesquelles il seroit très important d'avoir des règles certaines : je veux parler de la force des bois debout, des bois inclinés, des bois retenus par une seule de leurs extrémités, etc. Mais, en partant des résultats de mon travail, on pourra parvenir aisément à ces connoissances qui nous manquent. Passons maintenant aux détails de mes expériences.

J'ai d'abord recherché quels étoient la densité et les poids du bois de chêne dans les différents âges, quelle proportion il y a entre la pesanteur du bois qui occupe le centre et la pesanteur du bois de la circonférence, et encore entre la pesanteur du bois parfait et celle de l'aubier, etc. M. Duhamel m'a dit qu'il avoit fait des expériences à ce sujet : l'attention scrupuleuse avec laquelle les miennes ont été faites me donne lieu de croire qu'elles se trouveront d'accord avec les siennes.

J'ai fait tirer un bloc du pied d'un chêne abattu le même jour ; et ayant posé la pointe d'un compas au centre des cercles annuels, j'ai décrit une circonférence de cercle autour de ce centre, et ensuite ayant posé la pointe du compas au milieu de l'épaisseur de l'aubier, j'ai décrit un pareil cercle dans l'aubier ; j'ai fait ensuite tirer de ce bloc deux petits cylindres, l'un de cœur de chêne, et l'autre d'aubier, et les ayant posés dans le bassin d'une bonne balance hydrostatique, et qui penchoit sensiblement à un quart de grain, je les ai ajustés en diminuant peu à peu le plus pesant des deux ; et lorsqu'ils m'ont paru parfaitement en équilibre, je les ai pesés ; ils pesoient également chacun 371 grains : les ayant ensuite pesés séparément dans l'eau, où je ne fis que les plonger un moment, j'ai trouvé que le morceau de cœur perdoit dans l'eau 317 grains, et le morceau d'aubier 344 des mêmes grains. Le peu de temps qu'ils demeurèrent dans l'eau rendit insensible la différence de leur augmentation de volume par l'imbibition de l'eau, qui est très différente dans le cœur du chêne et dans l'aubier.

Le même jour, j'ai fait deux autres cylindres, l'un de cœur

et l'autre d'aubier de chêne, tirés d'un autre bloc, pris dans un arbre à peu près du même âge que le premier et à la même hauteur de terre : ces deux cylindres pesoient chacun 1978 grains ; le morceau de cœur de chêne perdit dans l'eau 1635 grains, et le morceau d'aubier 1784. En comparant cette expérience avec la première, on trouve que le cœur de chêne ne perd dans cette expérience que 307 ou environ sur 371, au lieu de $317 \frac{1}{2}$, et, de même, que l'aubier ne perd sur 371 grains que 330, au lieu de 344 ; ce qui est à peu près la même proportion entre le cœur et l'aubier : la différence réelle ne vient que de la densité différente, tant du cœur que de l'aubier du second arbre, dont tout le bois en général étoit plus solide et plus dur que le bois du premier.

Trois jours après, j'ai pris, dans un des morceaux d'un autre chêne abattu le même jour que les précédents, trois cylindres, l'un au centre de l'arbre, l'autre à la circonférence du cœur et le troisième à l'aubier, qui pesoient tous trois 975 grains dans l'air ; et les ayant pesés dans l'eau, le bois du centre perdit 873 grains, celui de la circonférence du cœur perdit 906, et l'aubier 938 grains. En comparant cette troisième expérience avec les deux précédentes, on trouve que 371 grains du cœur du premier chêne perdant $317 \frac{1}{2}$ grains, 371 grains du cœur du second chêne auroient dû perdre 332 grains à peu près ; et de même, que 371 grains d'aubier du premier chêne perdant 344 grains, 371 grains du second chêne auroient dû perdre 330 grains, et 371 grains de l'aubier du troisième chêne auroient dû perdre 356 grains ; ce qui ne s'éloigne pas beaucoup de la première proposition, la différence réelle de la perte, tant du cœur que de l'aubier de ce troisième chêne, venant de ce que son bois étoit plus léger et un peu plus sec que celui des deux autres. Prenant donc la mesure moyenne entre ces trois différents bois de chêne, on trouve que 371 grains de cœur perdent dans l'eau $319 \frac{1}{2}$ grains de leur poids, et que 371 grains d'aubier perdent 343 grains de leur poids : donc le volume du cœur du chêne est au volume de l'aubier : : $319 \frac{1}{2}$: 343, et les masses : : 343 : $319 \frac{1}{2}$; ce qui fait

environ un quinzième pour la différence entre les poids spécifiques du cœur et de l'aubier.

J'avois choisi pour faire cette troisième expérience un morceau de bois dont les couches ligneuses m'avoient paru assez égales dans leur épaisseur, et j'enlevai mes trois cylindres de telle façon, que le centre de mon cylindre du milieu, qui étoit pris à la circonférence du cœur, étoit également éloigné du centre de l'arbre, où j'avois enlevé mon premier cylindre de cœur, et du centre du cylindre d'aubier : par là j'ai reconnu que la pesanteur du bois décroît à peu près en progression arithmétique; car la perte du cylindre du centre étant 873, et celle du cylindre d'aubier, étant 938, on trouvera, en prenant la moitié de la somme de ces deux nombres, que le bois de la circonférence du cœur doit perdre $905\frac{1}{2}$, et, par l'expérience, je trouve qu'il a perdu 906 : ainsi le bois, depuis le centre jusqu'à la dernière circonférence de l'aubier, diminue de densité en progression arithmétique.

Je me suis assuré, par des épreuves semblables à celles que je viens d'indiquer, de la diminution de pesanteur du bois dans sa longueur : le bois du pied d'un arbre pèse plus que le bois du tronc au milieu de sa hauteur, et celui de ce milieu pèse plus que le bois du sommet, et cela à peu près en progression arithmétique, tant que l'arbre prend de l'accroissement; mais il vient un temps où le bois du centre et celui de la circonférence du cœur pèsent à peu près également, et c'est le temps auquel le bois est dans sa perfection.

Les expériences ci-dessus ont été faites sur des arbres de soixante ans, qui croissoient encore, tant en hauteur qu'en grosseur, et, les ayant répétées sur des arbres de quarante-six ans, j'ai toujours trouvé que le bois, du centre à la circonférence, et du pied de l'arbre au sommet, diminuoit de pesanteur à peu près en progression arithmétique.

Mais, comme je viens de l'observer, dès que les arbres cessent de croître, cette proportion commence à varier. J'ai pris dans le tronc d'un arbre d'environ cent ans trois cylindres, comme dans les épreuves précédentes, qui tous trois pesoient 2004 grains

dans l'air ; celui du centre perdit dans l'eau 1713 grains, celui de la circonférence du cœur 1718 grains, et celui de l'aubier 1779 grains.

Par une seconde épreuve, j'ai trouvé que de trois autres cylindres pris dans le tronc d'un arbre d'environ cent dix ans, et qui pesoit dans l'air 1122 grains, celui du centre perdit 1002 grains dans l'eau, celui de la circonférence du cœur 997 grains, et celui de l'aubier 1023 grains. Cette expérience prouve que le cœur n'étoit plus la partie la plus solide de l'arbre, et elle prouve en même temps que l'aubier est plus pesant et plus solide dans les vieux que dans les jeunes arbres.

J'avoue que, dans les différents climats, dans les différents terrains, et même dans le même terrain, cela varie prodigieusement, et qu'on peut trouver des arbres situés assez heureusement pour prendre encore de l'accroissement en hauteur à l'âge de cent cinquante ans ; ceux-ci font une exception à la règle : mais, en général, il est constant que le bois augmente de pesanteur jusqu'à un certain âge dans la proportion que nous avons établie ; qu'après cet âge le bois des différentes parties de l'arbre devient à peu près d'égale pesanteur, et c'est alors qu'il est dans sa perfection ; et enfin que, sur son déclin, le centre de l'arbre venant à s'obstruer, le bois du cœur se dessèche, faute de nourriture suffisante, et devient plus léger que le bois de la circonférence à proportion de la profondeur, de la différence du terrain et du nombre des circonstances qui peuvent prolonger ou raccourcir le temps de l'accroissement des arbres.

Ayant reconnu, par les expériences précédentes, la différence de la densité du bois dans les différents âges et dans les différents états où il se trouve avant que d'arriver à sa perfection, j'ai cherché quelle étoit la différence de la force aussi dans les mêmes différents âges ; et pour cela j'ai fait tirer du centre de plusieurs arbres, tous du même âge, c'est-à-dire d'environ soixante ans, plusieurs barreaux de trois pieds de longueur sur un pouce d'équarrissage, entre lesquels

j'en ai choisi quatre qui étoient les plus parfaits; ils pesoient

1 ^{er}	2 ^d	3 ^e	4 ^e	barreau.
onces	onces	onces	onces	
26 $\frac{3}{2}$	26 $\frac{2}{3}$	26 $\frac{1}{3}$	26 $\frac{1}{2}$	

Ils ont rompu sous la charge de

301 ^l	289 ^l	272 ^l	272 ^l
------------------	------------------	------------------	------------------

Ensuite j'ai pris plusieurs morceaux du bois de la circonférence du cœur, de même longueur et de même équarrissage, c'est-à-dire de trois pieds sur un pouce, entre lesquels j'ai choisi quatre des plus parfaits; ils pesoient :

1 ^{er}	2 ^d	3 ^e	4 ^e	barreau.
onces	onces	onces	onces	
25 $\frac{2}{3}$	25 $\frac{2}{3}$	25 $\frac{1}{3}$	25 $\frac{1}{2}$	

Ils ont rompu sous la charge de

262 ^l	258 ^l	255 ^l	253 ^l
------------------	------------------	------------------	------------------

Et de même ayant pris quatre morceaux d'aubier, ils pesoient :

1 ^{er}	2 ^d	3 ^e	4 ^e	barreau.
onces	onces	onces	onces	
25 $\frac{5}{2}$	24 $\frac{3}{2}$	24 $\frac{2}{3}$	24 $\frac{2}{3}$	

Ils ont rompu sous la charge de

248 ^l	242 ^l	241 ^l	250 ^l
------------------	------------------	------------------	------------------

Ces épreuves me firent soupçonner que la force du bois pourroit bien être proportionnelle à sa pesanteur; ce qui s'est trouvé vrai, comme on le verra par la suite de ce mémoire. J'ai répété les mêmes expériences sur des barreaux de deux pieds, sur d'autres de dix-huit pouces de longueur et d'un pouce d'équarrissage. Voici le résultat de ces expériences.

BARREAUX DE DEUX PIEDS¹.

	<i>Poids.</i>				barreau.
	1 ^{er}	2 ^d	3 ^e	4 ^e	
	onces	onces	onces	onces	
Centre.	17 $\frac{2}{32}$	16 $\frac{31}{32}$	16 $\frac{24}{32}$	16 $\frac{21}{32}$	
Circonf.	15 $\frac{28}{32}$	15 $\frac{1}{32}$	15 $\frac{7}{32}$	15 $\frac{16}{32}$	
Aubier.	15 $\frac{27}{32}$	14 $\frac{26}{32}$	14* $\frac{4}{32}$	14 $\frac{22}{32}$	
<i>Charges.</i>					
Centre.	439 ^l	428 ^l	415 ^l	405 ^l	
Circonf.	356 ^l	350 ^l	346 ^l	346 ^l	
Aubier.	340 ^l	334 ^l	325 ^l	316 ^l	

BARREAUX DE DIX-HUIT POUCES.

	<i>Poids.</i>				barreau.
	1 ^{er}	2 ^d	3 ^e	4 ^e	
	onces	onces	onces	onces	
Centre.	13 $\frac{10}{32}$	13 $\frac{6}{32}$	13 $\frac{4}{32}$	13	
Circonf.	12 $\frac{16}{32}$	12 $\frac{15}{32}$	12 $\frac{8}{32}$	12 $\frac{4}{32}$	
Aubier.	11 $\frac{27}{32}$	11 $\frac{23}{32}$	11 $\frac{18}{32}$	11 $\frac{16}{32}$	
<i>Charges.</i>					
Centre.	388 ^l	486 ^l	478 ^l	477 ^l	
Circonf.	460 ^l	451 ^l	443 ^l	443 ^l	
Aubier.	439 ^l	438 ^l	428 ^l	428 ^l	

BARREAUX D'UN PIED.

	<i>Poids.</i>				barreau.
	1 ^{er}	2 ^d	3 ^e	4 ^e	
	onces	onces	onces	onces	
Centre.	8 $\frac{19}{32}$	8 $\frac{19}{32}$	8 $\frac{16}{32}$	8 $\frac{15}{32}$	
Circonf.	8 $\frac{3}{32}$	7 $\frac{22}{32}$	7 $\frac{20}{32}$	7 $\frac{20}{32}$	
Aubier.	7 $\frac{10}{32}$	7 $\frac{2}{32}$	7	7 $\frac{26}{32}$	
<i>Charges.</i>					
Centre.	764	761 ^l	750 ^l *	751 ^l	
Circonf.	721 ^l	760 ^l	698 ^l	698 ^l	
Aubier.	668 ^l	652 ^l	651 ^l	643 ^l	

* Il faut remarquer que, comme l'arbre étoit assez gros, le bois de la circonférence étoit beaucoup plus éloigné du bois du centre que de celui de l'aubier.

En comparant toutes ces expériences, on voit que la force du bois ne suit pas bien exactement la même proportion que sa pesanteur; mais on voit toujours que cette pesanteur diminue, comme dans les premières expériences, du centre à la circonférence. On ne doit pas s'étonner de ce que ces expériences ne sont pas suffisantes pour juger exactement de la force du bois; car les barreaux tirés du centre de l'arbre sont autrement composés que les barreaux de la circonférence ou de l'aubier, et je ne fus pas long-temps sans m'apercevoir que cette différence dans la position, tant des couches ligneuses que des cloisons qui les unissent, devoit influer beaucoup sur la résistance du bois.

J'examinai donc avec plus d'attention la forme et la situation des couches ligneuses dans les différents barreaux tirés des différentes parties du tronc de l'arbre: je vis que les barreaux tirés du centre contenoient dans le milieu un cylindre de bois rond, et qu'ils n'étoient tranchés qu'aux arêtes; je vis que ceux de la circonférence du cœur formoient des plans presque parallèles entre eux, avec une courbure assez sensible, et que ceux de l'aubier étoient presque absolument parallèles avec une courbure insensible. J'observai de plus que le nombre des couches ligneuses varioit très considérablement dans les différents barreaux, de sorte qu'il y en avoit qui ne contenoient que sept couches ligneuses, et d'autres en contenoient quatorze dans la même épaisseur d'un pouce. Je m'aperçus aussi que la position de ces couches ligneuses et le sens où elles se trouvoient lorsqu'on faisoit rompre le barreau devoient encore faire varier leur résistance, et je cherchai les moyens de connoître au juste la proportion de cette variation.

J'ai fait tirer du même pied d'arbre, à la circonférence du cœur, deux barreaux de trois pieds de longueur sur un pouce et demi d'équarrissage; chacun de ces deux barreaux contenoit quatorze couches ligneuses presque parallèles entre elles. Le premier pesoit 3 livres deux onces $\frac{1}{8}$, et le second 3 livres 2 onces $\frac{1}{4}$. J'ai fait rompre ces deux barreaux en les exposant de façon que, dans le premier, les couches ligneuses se trou-

voient posées horizontalement; et, dans le second, elles étoient situées verticalement. Je prévoyois que cette dernière position devoit être avantageuse; et en effet le premier rompit sous la charge de 832 livres, et le second ne rompit que sous celle de 972 livres.

J'ai fait même tirer plusieurs petits barreaux d'un pouce d'équarrissage sur un pied de longueur; l'un de ces barreaux, qui pesoit 7 onces $\frac{3}{32}$, et contenoit douze couches ligneuses posées horizontalement, a rompu sous 784 livres; l'autre, qui pesoit 8 onces, et contenoit aussi douze couches ligneuses posées verticalement, n'a rompu que sous 860 livres.

De deux autres pareils barreaux, dont le premier pesoit 7 onces et contenoit huit couches ligneuses, et le second 7 onces $\frac{1}{32}$, et contenoit aussi huit couches ligneuses, le premier, dont les couches ligneuses étoient posées horizontalement, a rompu sous 778 livres; et l'autre, dont les couches étoient posées verticalement, a rompu sous 828.

J'ai de même fait tirer des barreaux de deux pieds de longueur sur un pouce et demi d'équarrissage. L'un de ces barreaux, qui pesoit 2 livres 7 onces $\frac{1}{6}$, et contenoit douze couches ligneuses posées horizontalement, a rompu sous 1217 livres; et l'autre, qui pesoit 2 livres 7 onces $\frac{1}{8}$, et qui contenoit aussi douze couches ligneuses, a rompu sous 1294 livres.

Toutes ces expériences concourent à prouver qu'un barreau ou une solive résiste bien davantage lorsque les couches ligneuses qui le composent sont situées perpendiculairement; elles prouvent aussi que plus il y a de couches ligneuses dans les barreaux ou autres petites pièces de bois, plus la différence de la force de ces pièces dans les deux positions opposées est considérable. Mais comme je n'étois pas encore pleinement satisfait à cet égard, j'ai fait la même expérience sur des planches mises les unes contre les autres, et je les rapporterai dans la suite, ne voulant point interrompre ici l'ordre des temps de mon travail, parce qu'il me paroît plus naturel de donner les choses comme on les a faites.

Les expériences précédentes ont servi à me guider pour

celles qui doivent suivre ; elles m'ont appris qu'il y a une différence considérable entre la pesanteur et la force du bois dans un même arbre , selon que ce bois est pris au centre ou à la circonférence de l'arbre : elles m'ont fait voir que la situation des couches ligneuses faisoit varier la résistance de la même pièce de bois ; elles m'ont encore appris que le nombre des couches ligneuses influe sur la force du bois , et dès lors j'ai reconnu que les tentatives qui ont été faites jusqu'à présent sur cette matière sont insuffisantes pour déterminer la force du bois , car toutes ces tentatives ont été faites sur de petites pièces d'un pouce ou d'un pouce et demi d'équarrissage , et on a fondé sur ces expériences le calcul des tables qu'on nous a données pour la résistance des poutres , solives et pièces de toute grosseur et longueur , sans avoir fait aucune des remarques que nous avons énoncées ci-dessus.

Après ces premières connoissances de la force du bois , qui ne sont encore que des notions assez peu complètes , j'ai cherché à en acquérir de plus précises ; j'ai voulu m'assurer d'abord si de deux morceaux de bois de même longueur et de même figure , mais dont le premier étoit double du second pour la grosseur , le premier avoit une résistance double ; et pour cela j'ai choisi plusieurs morceaux pris dans les mêmes arbres et à la même distance du centre , ayant le même nombre d'années , situés de la même façon , avec toutes les circonstances nécessaires pour établir une juste comparaison.

J'ai pris à la même distance du centre d'un arbre quatre morceaux de bois parfait , chacun de deux pouces d'équarrissage sur dix-huit pouces de longueur ; ces quatre morceaux ont rompu sous 3226 , 3062 , 2983 et 2890 livres , c'est-à-dire sous la charge moyenne de 3040 livres. J'ai de même pris quatre morceaux de dix-sept lignes , foibles d'équarrissage , sur la même longueur , ce qui fait à très peu près la moitié de grosseur des quatre premiers morceaux , et j'ai trouvé qu'ils ont rompu sous 1304 , 1274 , 1331 , 1198 livres , c'est-à-dire , au pied moyen , sous 1252 livres. Et de même j'ai pris quatre morceaux d'un pouce d'équarrissage , sur la même longueur

de dix-huit pouces, ce qui fait le quart de grosseur des premiers, et j'ai trouvé qu'ils ont rompu sous 526, 517, 500, 496 livres, c'est-à-dire, au pied moyen, sous 510 livres. Cette expérience fait voir que la force d'une pièce n'est pas proportionnelle à sa grosseur; car ces grosseurs étant 1, 2, 4, les charges devroient être 510, 1020, 2040, au lieu qu'elles sont en effet 510, 1252, 3040; ce qui est fort différent, comme l'avoient déjà remarqué quelques auteurs qui ont écrit sur la résistance des solides.

J'ai pris de même plusieurs barreaux d'un pied, de dix-huit pouces, de deux pieds et de trois pieds de longueur, pour reconnoître si les barreaux d'un pied porteroient une fois autant que ceux de deux pieds, et pour m'assurer si la résistance des pièces diminue justement dans la même raison que leur longueur augmente. Les barreaux d'un pied supportèrent, au pied moyen, 765 livres; ceux de dix-huit pouces, 500 livres; ceux de deux pieds, 369 livres; et ceux de trois pieds, 230 livres. Cette expérience me laissa dans le doute, parce que les charges n'étoient pas fort différentes de ce qu'elles devoient être; car, au lieu de 765, 500, 369 et 230, la règle du levier demandoit 765, $510 \frac{1}{2}$, 382 et 255 livres, ce qui ne s'éloigne pas assez pour pouvoir conclure que la résistance des pièces de bois ne diminue pas en même raison que leur longueur augmente: mais, d'un autre côté, cela s'éloigne assez pour qu'on suspende son jugement, et en effet on verra par la suite que l'on a ici raison de douter.

J'ai ensuite cherché quelle étoit la force du bois, en supposant la pièce inégale dans ses dimensions; par exemple, en la supposant d'un pouce d'épaisseur sur un pouce et demi de largeur, et en la plaçant sur l'une et ensuite sur l'autre de ces dimensions; et pour cela j'ai fait faire quatre barreaux d'aubier de dix-huit pouces de longueur sur un pouce et demi d'une face, et sur un pouce de l'autre face. Ces quatre barreaux, posés sur la face d'un pouce, ont supporté, au pied moyen, 723 livres; et quatre autres barreaux tout semblables, posés sur la face d'un pouce et demi, ont supporté, au pied

moyen, 935 livres et demie. Quatre barreaux de bois parfait, posés sur la face d'un pouce, ont supporté, au pied moyen, 775, et sur la surface d'un pouce et demi, 998 livres. Il faut toujours se souvenir que dans ces expériences j'avois soin de choisir des morceaux de bois à peu près de même pesanteur, et qui contenoient le même nombre de couches ligneuses posées du même sens.

Avec toutes ces précautions et toute l'attention que je donnois à mon travail, j'avois souvent peine à me satisfaire ; je m'apercevois quelquefois d'irrégularités et de variations qui dérangoient les conséquences que je voulois tirer de mes expériences, et j'en ai plus de mille rapportées sur un registre, que j'ai faites à plusieurs desseins, dont cependant je n'ai pu rien tirer, et qui m'ont laissé dans une incertitude manifeste à bien des égards. Comme toutes ces expériences se faisoient avec des morceaux de bois d'un pouce, d'un pouce et demi ou de deux pouces d'équarrissage, il falloit une attention très scrupuleuse dans le choix du bois, une égalité presque parfaite dans la pesanteur, le même nombre dans les couches ligneuses ; et, outre cela, il y avoit un inconvénient presque inévitable, c'étoit l'obliquité de la direction des fibres, qui souvent rendoit les morceaux de bois tranchés, les uns d'une couche, les autres d'une demi-couche, ce qui diminueoit considérablement la force du barreau. Je ne parle pas des nœuds, des défauts du bois, de la direction très oblique des couches ligneuses ; on sent bien que tous ces morceaux étoient rejetés, sans se donner la peine de les mettre à l'épreuve. Enfin, de ce grand nombre d'expériences que j'ai faites sur de petits morceaux, je n'en ai pu tirer rien d'assuré que les résultats que j'ai donnés ci-dessus, et je n'ai pas cru devoir hasarder d'en tirer des conséquences générales pour faire des tables sur la résistance du bois.

Ces considérations et les regrets des peines perdues me déterminèrent à entreprendre de faire des expériences en grand : je voyois clairement la difficulté de l'entreprise, mais je ne pouvois me résoudre à l'abandonner ; et heureusement j'ai été beaucoup plus satisfait que je ne l'espérois d'abord.

PREMIÈRE EXPÉRIENCE.

J'ai fait abattre un chêne de trois pieds de circonférence et d'environ vingt-cinq pieds de hauteur; il étoit droit et sans branches jusqu'à la hauteur de quinze à seize pieds : je l'ai fait scier à quatorze pieds, afin d'éviter les défauts du bois, causés par l'éruption des branches, et ensuite j'ai fait scier par le milieu cette pièce de quatorze pieds; cela m'a donné deux pièces de sept pieds chacune : je les ai fait équarrir le lendemain par des charpentiers, et le surlendemain je les ai fait travailler à la varlope par des menuisiers, pour les réduire à quatre pouces justes d'équarrissage. Ces deux pièces étoient fort saines et sans aucun nœud apparent : celle qui provenoit du pied de l'arbre pesoit 60 livres; celle qui venoit du dessus du tronc pesoit 56 livres. On employa à charger la première vingt-neuf minutes de temps : elle plia dans son milieu de trois pouces et demi avant que d'éclater; à l'instant que la pièce eut éclaté, on discontinua de la charger; elle continua d'éclater et de faire beaucoup de bruit pendant vingt-deux minutes; elle baissa dans son milieu de quatre pouces et demi, et rompit sous la charge de 5350 livres. La seconde pièce, c'est-à-dire celle qui provenoit de la partie supérieure du tronc, fut chargée en vingt-deux minutes : elle plia dans son milieu de quatre pouces six lignes avant que d'éclater; alors on cessa de la charger; elle continua d'éclater pendant huit minutes, et elle baissa dans son milieu de six pouces six lignes et rompit sous la charge de 5275 livres.

DEUXIÈME EXPÉRIENCE.

Dans le même terrain où j'avois fait couper l'arbre qui m'a servi à l'expérience précédente, j'en ai fait abattre un presque semblable au premier; il étoit seulement un peu plus élevé, quoiqu'un peu moins gros : sa tige étoit assez droite; mais elle laissoit paroître plusieurs petites branches de la grosseur d'un doigt dans la partie supérieure, et à la hauteur de dix-sept pieds elle se divisoit en deux grosses branches; j'ai fait tirer

de cet arbre deux solives de huit pieds de longueur sur quatre pouces d'équarrissage , et je les ai fait rompre deux jours après, c'est-à-dire immédiatement après qu'on les eut travaillées et réduites à la juste mesure. La première solive , qui provenoit du pied de l'arbre , pesoit 68 livres ; et la seconde , tirée de la partie supérieure de la tige , ne pesoit que 63 livres. On chargea cette première solive en quinze minutes : elle plia dans son milieu de trois pouces neuf lignes avant que d'éclater ; dès qu'elle eut éclaté , on cessa de charger ; la solive continua d'éclater pendant dix minutes ; elle baissa dans son milieu de huit pouces , après quoi elle rompit , en faisant beaucoup de bruit , sous le poids de 4600 livres. La seconde solive fut chargée en treize minutes : elle plia de quatre pouces huit lignes avant que d'éclater ; et après le premier éclat , qui se fit à trois pieds deux pouces du milieu , elle baissa de onze pouces en six minutes , et rompit au bout de ce temps sous la charge de 4500 livres.

TROISIÈME EXPÉRIENCE.

Le même jour je fis abattre un troisième chêne voisin des deux autres , et j'en fis scier la tige par le milieu ; on en tira deux solives de neuf pieds de longueur chacune sur quatre pouces d'équarrissage ; celle du pied pesoit 77 livres , et celle du sommet 71 livres ; et les ayant fait mettre à l'épreuve , la première fut chargée en quatorze minutes ; elle plia de quatre pouces dix lignes avant que d'éclater , et ensuite elle baissa de sept pouces et demi , et rompit sous la charge de 4100 livres : celle du dessus de la tige , qui fut chargée en douze minutes , plia de cinq pouces et demi , et éclata ; ensuite elle baissa jusqu'à neuf pouces , et rompit net sous la charge de 3950 livres.

Ces expériences font voir que le bois du pied d'un arbre est plus pesant que le bois du haut de la tige ; elles apprennent aussi que le bois du pied est plus fort et moins flexible que celui du sommet.

QUATRIÈME EXPÉRIENCE.

J'ai choisi dans le même canton où j'avois déjà pris les arbres qui m'ont servi aux expériences précédentes deux chênes de même espèce, de même grosseur, et à peu près semblables en tout; leur tige avoit trois pieds de tour, et n'avoit guère que onze à douze pieds de hauteur jusqu'aux premières branches : je les fis équarrir et travailler tous deux en même temps, et on tira de chacun une solive de dix pieds de longueur sur quatre pouces d'équarrissage; l'une de ces solives pesoit 84 livres, et l'autre 82; la première rompit sous la charge de 3625 livres, et la seconde sous celle de 3600 livres. Je dois observer ici qu'on employa un temps égal à les charger, et qu'elles éclatèrent toutes deux au bout de quinze minutes; la plus légère plia un peu plus que l'autre, c'est-à-dire de six pouces et demi, et l'autre de cinq pouces dix lignes.

CINQUIÈME EXPÉRIENCE.

J'ai fait abattre, dans le même endroit, deux autres chênes de deux pieds dix à onze pouces de grosseur, et d'environ quinze pieds de tige; j'en ai fait tirer deux solives de douze pieds de longueur et de quatre pouces d'équarrissage : la première pesoit 100 livres, et la seconde 98; la plus pesante a rompu sous la charge de 3050 livres, et l'autre sous celle de 2925 livres, après avoir plié dans leur milieu, la première jusqu'à sept et la seconde jusqu'à huit pouces.

Voilà toutes les expériences que j'ai faites sur des solives de quatre pouces d'équarrissage; je n'ai pas voulu aller au delà de la longueur de douze pieds, parce que, dans l'usage ordinaire, les constructeurs et les charpentiers n'emploient que très rarement des solives de douze pieds sur quatre pouces d'équarrissage, et qu'il n'arrive jamais qu'ils se servent de pièces de quatorze ou quinze pieds de longueur et de quatre pouces de grosseur seulement.

En comparant les différentes pesanteurs des solives em-

ployées à faire les expériences ci-dessus, on trouve, par la première de ces expériences, que le pied cube de ce bois pesoit 74 livres $\frac{4}{7}$; par la seconde, 73 livres $\frac{6}{8}$; par la troisième, 74; par la quatrième, 74 $\frac{7}{10}$; et par la cinquième, 74 $\frac{1}{4}$; ce qui marque que le pied cube de ce bois pesoit en nombre moyen 74 livres $\frac{3}{10}$.

En comparant les différentes charges des pièces avec leur longueur, on trouve que les pièces de sept pieds de longueur supportent 5313 livres; celles de huit pieds, 4550; celles de neuf pieds, 4025; celles de dix pieds, 3612; et celles de douze pieds, 2987 livres: au lieu que, par les règles ordinaires de la mécanique, celles de sept pieds ayant supporté 5313 livres, celles de huit pieds auroient dû supporter 4649 livres; celles de neuf pieds, 4121; celles de dix pieds, 3719; et celles de douze pieds, 3099 livres; d'où l'on peut déjà soupçonner que la force du bois décroît plus qu'en raison inverse de sa longueur. Comme il me paroissoit important d'acquérir une certitude entière sur ce fait, j'ai entrepris de faire les expériences suivantes sur des solives de cinq pouces d'équarrissage, et de toutes longueurs, depuis sept pieds jusqu'à vingt-huit.

SIXIÈME EXPÉRIENCE.

Comme je m'étois astreint à prendre dans le même terrain tous les arbres que je destinois à mes expériences, je fus obligé de me borner à des pièces de vingt-huit pieds de longueur: n'ayant pu trouver dans ce canton des chênes plus élevés, j'en ai choisi deux dont la tige avoit vingt-huit pieds sans grosses branches, et qui en tout avoient plus de quarante-cinq à cinquante pieds de hauteur; ces chênes avoient à peu près cinq pieds de tour au pied. Je les ai fait abattre le 14 mars 1740, et, les ayant fait amener le même jour, je les ai fait équarrir le lendemain: on tira de chaque arbre une solive de vingt-huit pieds de longueur sur cinq pouces d'équarrissage. Je les examinai avec attention pour reconnoître s'il n'y auroit pas quelques nœuds ou quelque défaut de bois vers le milieu; et je trouvai que ces deux longues pièces étoient fort saines: la pre-

mière pesoit 364 livres, et la seconde 360. Je fis charger la plus pesante avec un équipage léger : on commença à deux heures cinquante-cinq minutes; à trois heures, c'est-à-dire au bout de cinq minutes, elle avoit déjà plié de trois pouces dans son milieu, quoiqu'elle ne fût encore chargée que de 500 livres; à trois heures cinq minutes, elle avoit plié de sept pouces, et elle étoit chargée de 1000 livres; à trois heures dix minutes, elle avoit plié de quatorze pouces sous la charge de 1500 livres; enfin à trois heures douze à treize minutes, elle avoit plié de dix-huit pouces, et elle étoit chargée de 1800 livres. Dans cet instant la pièce éclata violemment; elle continua d'éclater pendant quatorze minutes, et baissa de vingt-cinq pouces, après quoi elle rompit net au milieu sous ladite charge de 1800 livres. La seconde pièce fut chargée de cette façon : on commença à quatre heures cinq minutes : on la chargea d'abord de 500 livres, en cinq minutes elle avoit plié de cinq pouces; dans les cinq minutes suivantes on la chargea encore de 500 livres, elle avoit plié de onze pouces et demi; au bout de cinq autres minutes, elle avoit plié de dix-huit pouces et demi sous la charge de 1500 livres; deux minutes après elle éclata sous celle de 1750 livres, et, dans ce moment, elle avoit plié de vingt-deux pouces. On cessa de la charger; elle continua d'éclater pendant six minutes, et baissa jusqu'à vingt-huit pouces avant que de rompre entièrement sous cette charge de 1750 livres.

SEPTIÈME EXPÉRIENCE.

Comme la plus pesante des deux pièces de l'expérience précédente avoit rompu net dans son milieu et que le bois n'étoit point éclaté ni fendu dans les parties voisines de la rupture, je pensai que les deux morceaux de cette pièce rompue pourroient me servir pour faire des expériences sur la longueur de quatorze pieds : je prévoyois que la partie supérieure de cette pièce pèseroit moins et romproit plus aisément que l'autre morceau qui provenoit de la partie inférieure du tronc; mais en même temps je voyois bien qu'en prenant le terme moyen

entre les résistances de ces deux solives j'aurois un résultat qui ne s'éloigneroit pas de la résistance réelle d'une pièce de quatorze pieds, prise dans un arbre de cette hauteur ou environ. J'ai donc fait scier le reste des fibres qui unissoient encore les deux parties, celle qui venoit du pied de l'arbre se trouva peser 185 livres, et celle du sommet 178 livres $\frac{1}{2}$. La première fut chargée d'un millier dans les cinq premières minutes, elle n'avoit pas plié sensiblement sous cette charge ; on l'augmenta d'un second millier de livres dans les cinq minutes suivantes, ce poids de deux milliers la fit plier d'un pouce dans son milieu ; un troisième millier en cinq autres minutes la fit plier en tout de deux pouces ; un quatrième millier la fit plier jusqu'à trois pouces et demi ; et un cinquième millier jusqu'à cinq pouces et demi : on alloit continuer à la charger ; mais , après avoir ajouté 250 aux cinq milliers dont elle étoit chargée , il se fit un éclat à une des arêtes inférieures ; on discontinua de charger, les éclats continuèrent et la pièce baissa dans le milieu jusqu'à dix pouces avant que de rompre entièrement sous cette charge de 5250 livres : elle avoit supporté tout ce poids pendant quarante-une minutes.

On chargea la seconde pièce comme on avoit chargé la première, c'est-à-dire d'un millier par cinq minutes : le premier millier la fit plier de trois lignes le, second, d'un pouce quatre lignes ; le troisième, de trois pouces ; le quatrième, de cinq pouces neuf lignes : on chargeoit le cinquième millier, lorsque la pièce éclata tout-à-coup sous la charge de 4650 livres ; elle avoit plié de huit pouces. Après ce premier éclat , on cessa de charger ; la pièce continua d'éclater pendant une demi-heure , et elle baissa jusqu'à treize pouces avant que de rompre entièrement sous cette charge de 4650 livres.

La première pièce, qui provenoit du pied de l'arbre, avoit porté 5250 livres ; et la seconde, qui venoit du sommet, 4650 livres : cette différence me parut trop grande pour statuer sur cette expérience ; c'est pourquoi je crus qu'il falloit réitérer, et je me servis de la seconde pièce de vingt-huit pieds de la sixième expérience. Elle avoit rompu en éclatant à deux pieds

du milieu , du côté de la partie supérieure de la tige : mais la partie inférieure ne paroissoit pas avoir beaucoup souffert de la rupture ; elle étoit seulement fendue de quatre à cinq pieds de longueur, et la fente, qui n'avoit pas un quart de ligne d'ouverture, pénétrait jusqu'à la moitié ou environ de l'épaisseur de la pièce. Je résolus, malgré ce petit défaut, de la mettre à l'épreuve ; je la pesai, et je trouvai qu'elle pesoit 183 livres. Je la fis charger comme les précédentes ; on commença à midi vingt minutes : le premier millier la fit plier de près d'un pouce ; le second, de deux pouces dix lignes, le troisième, de cinq pouces trois lignes ; et un poids de 150 livres ajouté aux trois milliers la fit éclater avec grande force ; l'éclat fut rejoindre la fente occasionée par la première rupture, et la pièce baissa de quinze pouces avant que de rompre entièrement sous cette charge de 3150 livres. Cette expérience m'apprit à me défier beaucoup des pièces qui avoient été rompues ou chargées auparavant ; car il se trouve ici une différence de près de deux milliers sur cinq dans la charge, et cette différence ne doit être attribuée qu'à la fente de la première rupture qui avoit affoibli la pièce.

Étant donc encore moins satisfait après cette troisième épreuve que je ne l'étois après les deux premières, je cherchai dans le même terrain deux arbres dont la tige pût me fournir deux solives de la même longueur de quatorze pieds sur cinq pouces d'équarrissage, et, les ayant fait couper le 17 mars, je les fis rompre le 19 du même mois : l'une des pièces pesoit 178 livres, et l'autre 176. Elles se trouvèrent heureusement fort saines et sans aucun défaut apparent ou caché. La première ne plia point sous le premier millier ; elle plia d'un pouce sous le second, de deux pouces et demi sous le troisième, de quatre pouces et demi sous le quatrième, et de sept pouces un quart sous le cinquième. On la chargea encore de 400 livres, après quoi elle fit un éclat violent, et continua d'éclater pendant vingt-une minutes : elle baissa jusqu'à treize pouces, et rompit enfin sous la charge de 5400 livres. La seconde plia un peu sous le premier millier ; elle plia d'un pouce trois lignes sous

le second, de trois pouces sous le troisième, de cinq pouces sous le quatrième, et de près de huit pouces sous le cinquième : 200 livres de plus la firent éclater. Elle continua à faire du bruit et à baisser pendant dix-huit minutes, et rompit au bout de ce temps sous la charge 5200 livres. Ces deux dernières expériences me satisfirent pleinement, et je fus alors convaincu que les pièces de quatorze pieds de longueur sur cinq pouces d'équarrissage peuvent porter au moins cinq milliers, tandis que, par la loi du levier, elles n'auroient dû porter que le double des pièces de vingt-huit pieds, c'est-à-dire 3600 livres ou environ.

HUITIÈME EXPÉRIENCE.

J'avois fait abattre le même jour deux autres chênes, dont la tige avoit environ seize à dix-sept pieds de hauteur sans branches, et j'avois fait scier ces deux arbres en deux parties égales; cela me donna quatre solives de sept pieds de longueur sur cinq pouces d'équarrissage. De ces quatre solives, je fus obligé d'en rebuter une qui provenoit de la partie inférieure de l'un de ces arbres, à cause d'une tare assez considérable; c'étoit un ancien coup de cognée que cet arbre avoit reçu dans sa jeunesse, à trois pieds et demi au-dessus de terre. Cette blessure s'étoit recouverte avec le temps; mais la cicatrice n'étoit pas réunie et subsistoit en entier, ce qui faisoit un défaut très considérable. Je jugeai donc que cette pièce devoit être rejetée. Les trois autres étoient assez saines et n'avoient aucun défaut; l'une provenoit du pied, et les deux autres du sommet des arbres: la différence de leur poids le marquoit assez; car celle qui venoit du pied pesoit 94 livres, et des deux autres l'une pesoit 90 livres, et l'autre 88 livres et demie. Je les fis rompre toutes trois le même jour 19 mars. On employa près d'une heure pour charger la première; d'abord on la chargeoit de deux milliers par cinq minutes. On se servoit d'un gros équipage qui pesoit seul 2500 livres. Au bout de quinze minutes, elle étoit chargée de sept milliers; elle n'avoit encore plié que de cinq lignes. Comme la difficulté de charger augmentoit, on ne put, dans les cinq minutes suivantes, la char-

ger que de 1500 livres; elle avoit plié de neuf lignes. Mille livrés qu'on mit ensuite dans les cinq minutes suivantes la firent plier d'un pouce trois lignes; mille autres livres en cinq minutes l'amènèrent à un pouce onze lignes; encore mille livres, à deux pouces six lignes. On continuoit de charger; mais la pièce éclata tout à coup et très violemment sous la charge de 11775 livres. Elle continua d'éclater avec grande violence pendant dix minutes, baissa jusqu'à trois pouces sept lignes, et rompit net au milieu.

La seconde pièce, qui pesoit 90 livres, fut chargée comme la première; elle plia plus aisément, et rompit au bout de trente minutes sous la charge de 10950 livres: mais il y avoit un petit nœud à la surface inférieure qui avoit contribué à la faire rompre.

La troisième pièce, qui ne pesoit que 88 livres et demie, ayant été chargée en cinquante-trois minutes, rompit sous la charge de 11275 livres. J'observai qu'elle avoit encore plus plié que les deux autres; mais on manqua de marquer exactement les quantités dont ces deux dernières pièces plièrent à mesure qu'on les chargeoit. Par ces trois épreuves il est aisé de voir que la force d'une pièce de bois de sept pieds de longueur, qui ne devoit être que quadruple de la force d'une pièce de bois de 28 pieds, est à peu près sextuple.

NEUVIÈME EXPÉRIENCE.

Pour suivre plus loin ces épreuves, et m'assurer de cette augmentation de force de détail et dans toutes les longueurs des pièces de bois, j'ai fait abattre, toujours dans le même canton, deux chênes fort lisses, dont la tige portoit plus de vingt-cinq pieds sans aucune grosse branche; j'en ai fait tirer deux solives de vingt-quatre pieds de longueur sur cinq pouces d'équarrissage: ces deux pièces étoient fort saines et d'un bois liant qui se travailloit avec facilité. La première pesoit 310 livres, et la seconde n'en pesoit que 307. Je les fis charger avec un petit équipage de 500 livres par cinq minutes. La première a plié de deux pouces sous une charge de 500 livres,

de quatre pouces et demi sous celle d'un millier, de sept pouces et demi sous 1500 livres, et de près de onze pouces sous 2200, et rompit au bout de cinq minutes après avoir baissé jusqu'à quinze pouces. La seconde pièce plia de trois pouces, six pouces, neuf pouces et demi, treize pouces, sous les charges successives et accumulées de 500, 1000, 1500 et 2000 livres, et rompit sous 2125 livres après avoir baissé jusqu'à seize pouces.

DIXIÈME EXPÉRIENCE.

Il me falloit deux pièces de douze pieds de longueur sur cinq pouces d'équarrissage, pour comparer leur force avec celle des pièces de vingt-quatre pieds de l'expérience précédente; j'ai choisi pour cela deux arbres qui étoient à la vérité un peu trop gros, mais que j'ai été obligé d'employer faute d'autres. Je les ai fait abattre le même jour avec huit autres arbres, savoir, deux de vingt-deux pieds, deux de vingt, et quatre de douze à treize pieds de hauteur. J'ai fait travailler le lendemain ces deux premiers arbres, et en ayant fait tirer deux solives de douze pieds de longueur sur cinq pouces d'équarrissage, j'ai été un peu surpris de trouver que l'une des solives pesoit 157 livres, et que l'autre ne pesoit que 138 livres. Je n'avois pas encore trouvé d'aussi grandes différences, même à beaucoup près, dans le poids de deux pièces semblables; je pensai d'abord, malgré l'examen que j'en avois fait, que l'une des pièces étoit trop forte et l'autre trop foible d'équarrissage; mais les ayant bien mesurées partout avec un troussequin de menuisier, et ensuite avec un compas courbe, je reconnus qu'elles étoient parfaitement égales; et comme elles étoient saines et sans aucun défaut, je ne laissai pas de les faire rompre toutes deux, pour reconnoître ce que cette différence de poids produiroit. On les chargea toutes deux de la même façon, c'est-à-dire d'un millier en cinq minutes. La plus pesante plia de $\frac{1}{4}$, $\frac{3}{4}$, $1\frac{1}{2}$, $2\frac{3}{4}$, 4, 5 pouces et demi dans les cinq, dix, quinze, vingt, vingt-cinq et trente minutes qu'on employa à la charger, et elle éclata sous la charge de 6050 livres, après

avoir baissé jusqu'à treize pouces avant que de rompre absolument. La moins pesante des deux pièces plia de $\frac{4}{5}$, 1, 2, $3\frac{1}{2}$, $5\frac{1}{4}$, dans les cinq, dix, quinze, vingt et vingt-cinq minutes, et elle éclata sous la charge de 5225 livres, sous laquelle, au bout de sept à huit minutes, elle rompit entièrement. On voit que la différence est ici à peu près aussi grande dans les charges que dans les poids, et que la pièce légère étoit très foible. Pour lever les doutes que j'avois sur cette expérience, je fis tout de suite travailler à un autre arbre de treize pieds de longueur, et j'en fis tirer une solive de douze pieds de longueur sur cinq pouces d'équarrissage. Elle se trouva peser 154 livres, et elle éclata après avoir plié de cinq pouces neuf lignes sous la charge de 6100 livres. Cela me fit voir que les pièces de douze pieds sur cinq pouces peuvent supporter environ 6000 livres, tandis que les pièces de vingt-quatre pieds ne portent que 2200; ce qui fait un poids beaucoup plus fort que le double de 2200 qu'elles auroient dû porter par la loi du levier. Il me restoit, pour me satisfaire sur toutes les circonstances de cette expérience, à trouver pourquoi, dans un même terrain, il se trouve quelquefois des arbres dont le bois est si différent en pesanteur et en résistance; j'allai, pour le découvrir, visiter le lieu, et ayant sondé le terrain auprès du tronc de l'arbre qui avoit fourni la pièce légère, je reconnus qu'il y avoit un peu d'humidité qui séjournoit au pied de cet arbre par la pente naturelle du lieu, et j'attribuai la foiblesse de ce bois au terrain humide où il avoit crû : car je ne m'aperçus pas que la terre fût d'une qualité différente; et ayant sondé dans plusieurs endroits, je trouvai partout une terre semblable. On verra, par l'expérience suivante, que les différents terrains produisent des bois qui sont quelquefois de pesanteur et de force encore plus inégales.

ONZIÈME EXPÉRIENCE.

J'ai choisi, dans le même terrain où je prenois tous les arbres qui me servoient à faire mes expériences, un arbre à peu près de la même grosseur que ceux de l'expérience neuvième,

et en même temps j'ai cherché un autre arbre à peu près semblable au premier dans un terrain différent. La terre est forte et mêlée de glaise dans le premier terrain, et dans le second ce n'est qu'un sable presque sans aucun mélange de terre. J'ai fait tirer de chacun de ces arbres une solive de vingt-deux pieds sur cinq pouces d'équarrissage. La première solive, qui venoit du terrain fort, pesoit 281 livres; l'autre, qui venoit du terrain sablonneux, ne pesoit que 232 livres : ce qui fait une différence de près d'un sixième dans le poids. Ayant mis à l'épreuve la plus pesante de ces deux pièces, elle plia de onze pouces trois lignes avant que d'éclater, et elle baissa jusqu'à dix-neuf pouces avant que de rompre absolument; elle supporta pendant dix-huit minutes une charge de 2975 livres: mais la seconde pièce, qui venoit du terrain sablonneux, ne plia que de cinq pouces avant que d'éclater, et ne baissa que de huit pouces et demi dans son milieu, et elle rompit au bout de trois minutes sous la charge de 2350 livres; ce qui fait une différence de plus d'un cinquième dans la charge. Je rapporterai dans la suite quelques autres expériences à ce sujet. Mais revenons à notre échelle des résistances suivant les différentes longueurs.

DOUZIÈME EXPÉRIENCE.

De deux solives de vingt pieds de longueur sur cinq pouces d'équarrissage, prises dans le même terrain, et mises à l'épreuve le même jour, la première, qui pesoit 263 livres, supporta pendant dix minutes une charge de 3275 livres, et ne rompit qu'après avoir plié dans son milieu de seize pouces deux lignes; la seconde solive, qui pesoit 259 livres, supporta pendant huit minutes une charge de 3175 livres, et rompit après avoir plié de vingt pouces et demi.

TREIZIÈME EXPÉRIENCE.

J'ai ensuite fait faire trois solives de dix pieds de longueur et du même équarrissage de cinq pouces. La première pesoit 132 livres, et a rompu sous la charge de 7225 livres au bout de vingt minutes, et après avoir baissé de sept pouces et demi.

La seconde pesoit 130 livres ; elle a rompu après vingt minutes sous la charge de 7050 livres ; elle a baissé de six pouces neuf lignes. La troisième pesoit 128 livres et demie ; elle a rompu sous la charge de 7100 livres, après avoir baissé de huit pouces sept lignes, et cela au bout de dix-huit minutes.

En comparant cette expérience avec la précédente, on voit que les pièces de vingt pieds sur cinq pouces d'équarrissage peuvent porter une charge de 3225 livres, et celles de dix pieds de longueur et du même équarrissage de cinq pouces une charge de 7125 livres, au lieu que, par les règles de la mécanique, elles n'auroient dû porter que 6450.

QUATORZIÈME EXPÉRIENCE.

Ayant mis à l'épreuve deux solives de dix-huit pieds de longueur sur cinq pouces d'équarrissage, j'ai trouvé que la première pesoit 232 livres, et qu'elle a supporté pendant onze minutes une charge de 3750 livres après avoir baissé de dix-sept pouces, et que la seconde, qui pesoit 231 livres, a supporté une charge de 3650 livres pendant dix minutes, et n'a rompu qu'après avoir baissé de quinze pouces.

QUINZIÈME EXPÉRIENCE.

Ayant de même mis à l'épreuve trois solives de neuf pieds de longueur sur cinq pouces d'équarrissage, j'ai trouvé que la première, qui pesoit 118 livres, a porté pendant cinquante-huit minutes une charge de 8400 livres, après avoir plié, dans son milieu, de six pouces ; la seconde, qui pesoit 116 livres, a supporté pendant quarante-six minutes une charge de 8325 livres, après avoir plié, dans son milieu, de cinq pouces quatre lignes ; et la troisième, qui pesoit 115 livres, a supporté pendant quarante minutes une charge de 8200 livres, et elle a plié de cinq pouces dans son milieu.

Comparant cette expérience avec la précédente, on voit que les pièces de dix-huit pieds de longueur sur cinq pouces d'équarrissage portent 3700 livres, et que celles de neuf pieds

portent 8308 livres $\frac{1}{3}$, au lieu qu'elles n'auroient pu porter, selon les règles du levier, que 7400 livres.

SEIZIÈME EXPÉRIENCE.

Enfin ayant mis à l'épreuve deux solives de seize pieds de longueur sur cinq pouces d'équarrissage, la première, qui pesoit 209 livres, a porté pendant dix-sept minutes une charge de 4425 livres, et elle a rompu après avoir baissé de seize pouces; la seconde, qui pesoit 205 livres, a porté pendant quinze minutes une charge de 4275 livres, et elle a rompu après avoir baissé de douze pouces et demi.

DIX-SEPTIÈME EXPÉRIENCE.

Et ayant mis à l'épreuve deux solives de huit pieds de longueur sur cinq pouces d'équarrissage, la première, qui pesoit 104 livres, porta pendant quarante minutes une charge de 9900 livres, et rompit après avoir baissé de cinq pouces; la seconde, qui pesoit 102 livres, porta pendant trente-neuf minutes une charge de 9675 livres, et rompit après avoir plié de quatre pouces sept lignes.

Comparant cette expérience avec la précédente, on voit que la charge moyenne des pièces de seize pieds de longueur sur cinq pouces d'équarrissage est 4350 livres, et que celle des pièces de huit pieds et du même équarrissage est 9787 $\frac{1}{4}$, au lieu que, par la règle du levier, elle devrait être de 8700 livres.

Il résulte de toutes ces expériences que la résistance du bois n'est point en raison inverse de sa longueur, comme on l'a cru jusqu'ici, mais que cette résistance décroît très considérablement à mesure que la longueur des pièces augmente, ou, si l'on veut, qu'elle augmente beaucoup à mesure que cette longueur diminue. Il n'y a qu'à jeter les yeux sur la table ci-après pour s'en convaincre : on voit que la charge d'une pièce de dix pieds est le double et un neuvième de celle d'une pièce de vingt pieds; que la charge d'une pièce de neuf pieds est le double et environ le huitième de celle d'une pièce de dix-huit pieds; que la charge d'une pièce de huit pieds est le double et le

huitième presque juste de celle d'une pièce de seize pieds ; que la charge d'une pièce de sept pieds est le double et beaucoup plus d'un huitième de celle de quatorze pieds : de sorte qu'à mesure que la longueur des pièces diminue la résistance augmente, et cette augmentation de résistance croît de plus en plus.

On peut objecter ici que cette règle de l'augmentation de la résistance qui croît de plus en plus, à mesure que les pièces sont moins longues, ne s'observe pas au-delà de la longueur de vingt pieds, et que les expériences rapportées ci-dessus sur des pièces de vingt-quatre et de vingt-huit pieds prouvent que la résistance du bois augmente plus dans une pièce de quatorze pieds, comparée à une pièce de vingt-huit, que dans une pièce de sept pieds, comparée à une pièce de quatorze ; et que de même cette résistance augmente plus que la règle ne le demande dans une pièce de douze pieds, comparée à une pièce de vingt-quatre pieds : mais il n'y a rien là qui se contrarie, et cela n'arrive ainsi que par un effet bien naturel ; c'est que la pièce de vingt-huit pieds et celle de vingt-quatre pieds, qui n'ont que cinq pouces d'équarrissage, sont trop disproportionnées dans leurs dimensions, et que le poids de la pièce même est une partie considérable du poids total qu'il faut pour la rompre ; car il ne faut que 1775 livres pour rompre une pièce de vingt-huit pieds, et cette pièce pèse 362 livres. On voit bien que le poids de la pièce devient dans ce cas une partie considérable de la charge qui la fait rompre ; et d'ailleurs ces longues pièces minces pliant beaucoup avant de rompre, les plus petits défauts du bois, et surtout le fil tranché, contribuent beaucoup plus à la rupture.

Il seroit aisé de faire voir qu'une pièce pourroit rompre par son propre poids, et que la longueur qu'il faudroit supposer à cette pièce, proportionnellement à sa grosseur, n'est pas, à beaucoup près, aussi grande qu'on pourroit l'imaginer. Par exemple, en partant du fait acquis par les expériences ci-dessus, que la charge d'une pièce de sept pieds de longueur sur cinq pouces d'équarrissage est de 11525, on concluroit

tout de suite que la charge d'une pièce de quatorze pieds est de 5762 livres; que celle d'une pièce de vingt-huit pieds est de 2881; que celle d'une pièce de cinquante-six pieds est de 1440 livres, c'est-à-dire la huitième partie de la charge de sept pieds, parce que la pièce de cinquante-six pieds est huit fois plus longue : cependant, bien loin qu'il fût besoin d'une charge de 1440 livres pour rompre une pièce de cinquante-six pieds sur cinq pouces seulement d'équarrissage, j'ai de bonnes raisons pour croire qu'elle pourroit rompre par son propre poids. Mais ce n'est pas ici le lieu de rapporter les recherches que j'ai faites à ce sujet, et je passe à une autre suite d'expériences sur des pièces de six pouces d'équarrissage, depuis huit pieds jusqu'à vingt pieds de longueur.

DIX-HUITIÈME EXPÉRIENCE.

J'ai fait rompre deux solives de vingt pieds de longueur sur six pouces d'équarrissage; l'une de ces solives pesoit 377 livres, et l'autre 375 : la plus pesante a rompu au bout de douze minutes sous la charge de 5025 livres, après avoir plié de dix-sept pouces; la seconde, qui étoit la moins pesante, a rompu en onze minutes sous la charge de 4875 livres, après avoir plié de quatorze pouces.

J'ai ensuite mis à l'épreuve deux pièces de dix pieds de longueur sur le même équarrissage de six pouces : la première, qui pesoit 118 livres, a supporté pendant quarante-six minutes une charge de 11475 livres, et n'a rompu qu'en se fendant jusqu'à l'une de ses extrémités; elle a plié de huit pouces : la seconde, qui pesoit 186 livres, a supporté pendant quarante-quatre minutes une charge de 11025 livres; elle a plié de six pouces avant que de rompre.

DIX-NEUVIÈME EXPÉRIENCE.

Ayant mis à l'épreuve deux solives de dix-huit pieds de longueur sur six pouces d'équarrissage, la première, qui pesoit 334 livres, a porté pendant seize minutes une charge de 5625 livres :

elle avoit éclaté avant ce temps; mais je ne pus apercevoir de rupture dans les fibres, de sorte qu'au bout de deux heures et demie, voyant qu'elle étoit toujours au même point et qu'elle ne baissoit plus dans son milieu, où elle avoit plié de douze pouces trois lignes, je voulus voir si elle pourroit se redresser, et je fis ôter peu à peu tous les poids dont elle étoit chargée : quand tous les poids furent enlevés, elle ne demeura courbe que de deux pouces, et le lendemain elle s'étoit redressée au point qu'il n'y avoit que cinq lignes de courbure dans son milieu. Je la fis recharger tout de suite, et elle rompit au bout de quinze minutes sous une charge de 5475 livres, tandis qu'elle avoit supporté, le jour précédent, une charge plus forte de 250 livres pendant deux heures et demie. Cette expérience s'accorde avec les précédentes, où l'on a vu qu'une pièce qui a supporté un grand fardeau pendant quelque temps perd de sa force même sans avertir et sans éclater. Elle prouve aussi que le bois a un ressort qui se rétablit jusqu'à un certain point, mais que ce ressort étant bandé autant qu'il peut l'être sans rompre, il ne peut pas se rétablir parfaitement. La seconde solive, qui pesoit 331 livres, supporta pendant quatorze minutes la charge de 5500 livres, et rompit après avoir plié de dix pouces.

Ensuite ayant éprouvé deux solives de neuf pieds de longueur sur six pouces d'équarrissage, la première, qui pesoit 166 livres, supporta pendant cinquante-six minutes la charge de 13450 livres, et rompit après avoir plié de cinq pouces deux lignes; la seconde, qui pesoit 164 livres $\frac{1}{2}$, supporta pendant cinquante-une minutes une charge de 12850 livres, et rompit après avoir plié de cinq pouces.

VINGTIÈME EXPÉRIENCE.

J'ai fait rompre deux solives de seize pieds de longueur sur six pouces d'équarrissage : la première, qui pesoit 294 livres, a supporté pendant vingt-six minutes une charge de 6250 livres, et elle a rompu après avoir plié de huit pouces; la se-

conde , qui pesoit 293 livres , a supporté pendant vingt-deux minutes une charge de 6475 livres , et elle a rompu après avoir plié de dix pouces.

Ensuite ayant mis à l'épreuve deux solives de huit pieds de longueur sur le même équarrissage de six pouces , la première solive , qui pesoit 149 livres , supporta pendant une heure vingt minutes une charge de 15700 livres , et rompit après avoir baissé de trois pouces sept lignes ; la seconde solive , qui pesoit 146 livres , porta pendant deux heures cinq minutes une charge de 15350 livres , et rompit après avoir plié , dans le milieu , de quatre pouces deux lignes.

VINGT-UNIÈME EXPÉRIENCE.

Ayant pris deux solives de quatorze pieds de longueur sur six pouces d'équarrissage , la première , qui pesoit 255 livres , a supporté pendant quarante-six minutes la charge de 7450 livres , et elle a rompu après avoir plié dans le milieu de dix pouces ; la seconde , qui ne pesoit que 254 livres , a supporté pendant une heure quatorze minutes la charge de 7500 livres , et n'a rompu qu'après avoir plié de onze pouces quatre lignes.

Ensuite ayant mis à l'épreuve deux solives de sept pieds de longueur sur six pouces d'équarrissage , la première , qui pesoit 128 livres , a supporté pendant deux heures dix minutes une charge de 19250 livres , et a rompu après avoir plié dans le milieu de deux pouces huit lignes ; la seconde , qui pesoit 126 livres $\frac{1}{2}$, a supporté pendant une heure quarante-huit minutes une charge de 18650 livres ; elle a rompu après avoir plié de deux pouces.

VINGT-DEUXIÈME EXPÉRIENCE.

Enfin ayant mis à l'épreuve deux solives de douze pieds de longueur sur six pouces d'équarrissage , la première , qui pesoit 224 livres , a supporté pendant quarante-six minutes la charge de 9200 livres , et a rompu après avoir plié de sept pouces ; la seconde , qui pesoit 221 livres , a supporté pendant

cinquante-trois minutes la charge de 9000 livres, et a rompu après avoir plié de cinq pouces dix lignes.

J'aurois bien voulu faire rompre des solives de six pieds de longueur, pour les comparer avec celles de douze pieds; mais il auroit fallu un nouvel équipage, parce que celui dont je me servois étoit trop large et ne pouvoit passer entre les deux tréteaux sur lesquels portoient les deux extrémités de la pièce.

En comparant les résultats de toutes ces expériences, on voit que la charge d'une pièce de dix pieds de longueur sur six pouces d'équarrissage est le double et beaucoup plus d'un septième de celle d'une pièce de vingt pieds; que la charge d'une pièce de neuf pieds est le double et beaucoup plus d'un sixième de celle d'une pièce de dix-huit pieds; que la charge d'une pièce de huit pieds est le double et beaucoup plus d'un cinquième de celle d'une pièce de seize pieds; et enfin que la charge d'une pièce de sept pieds est le double et beaucoup plus d'un quart de celle d'une pièce de quatorze pieds sur six pouces d'équarrissage : ainsi l'augmentation de la résistance est beaucoup plus grande à proportion que dans les pièces de cinq pouces d'équarrissage. Voyons maintenant les expériences que j'ai faites sur des pièces de sept pouces d'équarrissage.

VINGT-TROISIÈME EXPÉRIENCE.

J'ai fait rompre deux solives de vingt pieds de longueur sur sept pouces d'équarrissage : la première de ces deux solives, qui pesoit 505 livres, a supporté pendant trente-sept minutes une charge de 8550 livres, et a rompu après avoir plié de douze pouces sept lignes; la seconde solive, qui pesoit 500 livres, a supporté pendant vingt minutes une charge de 8000 livres, et a rompu après avoir plié de deux pouces.

Ensuite ayant mis à l'épreuve deux solives de dix pieds de longueur sur sept pouces d'équarrissage, la première, qui pesoit 254 livres, a supporté pendant deux heures six minutes une charge de 19650 livres, et elle a rompu après avoir plié de deux pouces sept lignes avant que d'éclater, et a baissé de treize pouces avant que de rompre absolument; la seconde

solive , qui pesoit 252 livres, a supporté pendant une heure quarante-neuf minutes une charge de 19300 livres, et elle a rompu après avoir plié de trois pouces avant que d'éclater, et de neuf pouces avant que de rompre entièrement.

VINGT-QUATRIÈME EXPÉRIENCE.

J'ai fait rompre deux solives de dix-huit pieds de longueur sur sept pouces d'équarrissage : la première, qui pesoit 254 livres, a supporté pendant une heure huit minutes une charge de 9450 livres, et elle a rompu après avoir plié de cinq pouces six lignes avant que d'éclater, et de douze pouces avant que de rompre; la seconde, qui pesoit 450 livres, a supporté pendant cinquante-quatre minutes une charge de 9400 livres, et elle a rompu après avoir plié de cinq pouces dix lignes avant que d'éclater, et ensuite de neuf pouces six lignes avant que de rompre absolument.

Ensuite ayant mis à l'épreuve deux solives de neuf pieds de longueur sur le même équarrissage de sept pouces, la première solive, qui pesoit 227 livres, a supporté pendant une heure une charge de 22800 livres, et elle a rompu après avoir plié de trois pouces une ligne avant que d'éclater, et de cinq pouces six lignes avant que de rompre absolument; la seconde solive, qui pesoit 225 livres, a supporté pendant deux heures dix-huit minutes une charge de 21900 livres, et elle a rompu après avoir plié de deux pouces onze lignes avant que d'éclater, et de cinq pouces deux lignes avant que de rompre entièrement.

VINGT-CINQUIÈME EXPÉRIENCE.

J'ai fait rompre deux solives de seize pieds de longueur sur sept pouces d'équarrissage : la première, qui pesoit 406 livres, a supporté pendant quarante-sept minutes une charge de 11100 livres, et elle a rompu après avoir plié de quatre pouces dix lignes avant que d'éclater, et de dix pouces avant que de rompre absolument; la seconde, qui pesoit 403 livres, a supporté pendant cinquante-cinq minutes une charge de

10900 livres, et elle a rompu après avoir plié de cinq pouces trois lignes avant que d'éclater, et de onze pouces cinq lignes avant que de rompre entièrement.

Ensuite ayant mis à l'épreuve deux solives de huit pieds de longueur sur le même équarrissage de sept pouces, la première, qui pesoit 204 livres, a supporté pendant trois heures dix minutes une charge de 26150 livres, et elle a rompu après avoir plié de deux pouces neuf lignes avant que d'éclater, et de quatre pouces avant que de rompre entièrement; la seconde solive, qui pesoit 201 livres $\frac{1}{2}$, a supporté pendant trois heures quatre minutes une charge de 25950 livres, et elle a rompu après avoir plié de deux pouces six lignes avant que d'éclater, et de trois pouces neuf lignes avant que de rompre entièrement.

VINGT-SIXIÈME EXPÉRIENCE.

J'ai fait rompre deux solives de quatorze pieds de longueur sur sept pouces d'équarrissage : la première, qui pesoit 351 livres, a supporté pendant quarante-une minutes une charge de 13600 livres, et elle a rompu après avoir plié de quatre pouces deux lignes avant que d'éclater, et de sept pouces trois lignes avant que de rompre; la seconde solive, qui pesoit aussi 351 livres, a supporté pendant cinquante-huit minutes une charge de 12850 livres, et elle a rompu après avoir plié de trois pouces neuf lignes avant que d'éclater, et de huit pouces une ligne avant que de rompre absolument.

Ensuite ayant fait faire deux solives de sept pieds de longueur sur sept pouces d'équarrissage, et ayant mis la première à l'épreuve, elle étoit chargée de 28 milliers lorsque tout à coup la machine écroula : c'étoit la boucle de fer qui avoit cassé net dans ses deux branches, quoiqu'elle fût d'un bon fer carré de dix-huit lignes $\frac{2}{3}$ de grosseur; ce qui fait 348 lignes carrées pour chacune des branches, en tout 696 lignes de fer qui ont cassé sous ce poids de 28 milliers, qui tiroit perpendiculairement. Cette boucle avoit environ dix pouces de largeur sur treize pouces de hauteur, et elle étoit à très peu près de la même

grosseur partout. Je remarquai qu'elle avoit cassé presque au milieu des branches perpendiculaires, et non pas dans les angles, où naturellement j'aurois pensé qu'elle auroit dû rompre. Je remarquai aussi, avec quelque surprise, qu'on pouvoit conclure de cette expérience qu'une ligne carrée de fer ne devoit porter que 40 livres; ce qui me parut si contraire à la vérité, que je me déterminai à faire quelques expériences sur la force du fer, que je rapporterai dans la suite.

Je n'ai pu venir à bout de faire rompre mes solives de sept pieds de longueur sur sept pouces d'équarrissage. Ces expériences ont été faites à ma campagne, où il me fut impossible de trouver du fer plus gros que celui que j'avois employé, et je fus obligé de me contenter de faire faire une autre boucle pareille à la précédente, avec laquelle j'ai fait le reste de mes expériences sur la force du bois.

VINGT-SEPTIÈME EXPÉRIENCE.

Ayant mis à l'épreuve deux solives de onze pieds de longueur sur sept pouces d'équarrissage, la première qui pesoit 302 livres, a supporté pendant une heure deux minutes la charge de 16800 livres, et elle a rompu après avoir plié de deux pouces onze lignes avant que d'éclater, et de sept pouces six lignes avant que de rompre totalement; la seconde solive, qui pesoit 301 livres, a supporté pendant cinquante-cinq minutes une charge de 15550 livres, et elle a rompu après avoir plié de trois pouces quatre lignes avant que d'éclater, et de sept pouces avant que de rompre entièrement.

En comparant toutes ces expériences sur des pièces de sept pouces d'équarrissage, je trouve que la charge d'une pièce de dix pieds de longueur est le double et plus d'un sixième de celle de vingt pieds; que la charge d'une pièce de neuf pieds est le double et près d'un cinquième de celle d'une pièce de dix-huit pieds; que la charge d'une pièce de huit pieds est le double et beaucoup plus d'un cinquième de celle d'une pièce de seize pieds: d'où l'on voit que non-seulement l'unité qui sert de mesure à l'augmentation de la résistance, et qui est ici

le rapport entre la résistance d'une pièce de dix pieds et le double de la résistance d'une pièce de vingt pieds, que non-seulement, dis-je, cette unité augmente, mais même que l'augmentation de la résistance accroît toujours, à mesure que les pièces deviennent plus grosses. On doit observer ici que les différences proportionnelles des augmentations de la résistance des pièces de sept pouces sont moindres, en comparaison des augmentations de la résistance des pièces de six pouces, que celles-ci ne le sont en comparaison de celles de cinq pouces : mais cela doit être, comme on le verra par la comparaison que nous ferons des résistances avec les épaisseurs des pièces.

Venons enfin à la dernière suite de mes expériences sur des pièces de huit pouces d'équarrissage.

VINGT-HUITIÈME EXPÉRIENCE.

J'ai fait rompre deux solives de vingt pieds de longueur sur huit pouces d'équarrissage : la première, qui pesoit 664 livres, a supporté pendant quarante-sept minutes une charge de 11775 livres, et elle a rompu après avoir d'abord plié de six pouces et demi avant que d'éclater, et de onze pouces avant que de rompre absolument ; la seconde solive, qui pesoit 660 livres $\frac{1}{2}$, a supporté pendant quarante-quatre minutes une charge de 11200 livres, et elle a rompu après avoir plié de six pouces juste avant que d'éclater, et de neuf pouces trois lignes avant que de rompre entièrement.

Ensuite ayant mis à l'épreuve deux pièces de dix pieds de longueur sur huit pouces d'équarrissage, la première, qui pesoit 331 livres, a supporté pendant trois heures vingt minutes la charge énorme de 27800 livres, après avoir plié de trois pouces avant que d'éclater, et de cinq pouces neuf lignes avant que de rompre absolument ; la seconde pièce, qui pesoit 330 livres, a supporté pendant quatre heures cinq ou six minutes la charge de 27700 livres, et elle a rompu après avoir d'abord plié de deux pouces trois lignes avant que d'éclater, et de quatre pouces cinq lignes avant que de rompre. Ces deux pièces ont fait un bruit terrible en rompant ; c'était comme autant

de coups de pistolet à chaque éclat qu'elles faisoient , et ces expériences ont été les plus pénibles et les plus fortes que j'aie faites : il fallut user de mille précautions pour mettre les derniers poids , parce que je craignois que la boucle de fer ne cassât sous cette charge de 27 milliers , puisqu'il n'avoit fallu que 28 milliers pour rompre une semblable boucle. J'avois mesuré la hauteur de cette boucle avant que de faire ces deux expériences , afin de voir si le fer s'allongeroit par le poids d'une charge si considérable et si approchante de celle qu'il falloit pour la faire rompre : mais ayant mesuré une seconde fois la boucle , et cela après les expériences faites , je n'ai pas trouvé la moindre différence ; la boucle avoit , comme auparavant , douze pouces et demi de longueur , et les angles étoient aussi droits qu'ils l'étoient avant l'épreuve.

Ayant mis à l'épreuve deux solives de dix-huit pieds de longueur sur huit pouces d'équarrissage , la première , qui pesoit 594 livres , a supporté pendant cinquante-quatre minutes la charge de 13500 livres , et elle a rompu après avoir plié de quatre pouces et demi avant que d'éclater , et de dix pouces deux lignes avant que de rompre ; la seconde solive , qui pesoit 593 livres , a supporté pendant quarante-huit minutes la charge de 12900 livres , et elle a rompu après avoir plié de quatre pouces une ligne avant que d'éclater , et de sept pouces neuf lignes avant que de rompre absolument.

VINGT-NEUVIÈME EXPÉRIENCE.

J'ai fait rompre deux solives de seize pieds de longueur sur huit pouces d'équarrissage ; la première de ces solives , qui pesoit 528 livres , a supporté pendant une heure huit minutes la charge de 16800 livres , et elle a plié de cinq pouces deux lignes avant que d'éclater , et de six pouces environ avant que de rompre ; la seconde pièce , qui ne pesoit que 524 livres , a supporté pendant cinquante-huit minutes une charge de 15950 livres , et elle a rompu après avoir plié de trois pouces neuf lignes avant que d'éclater , et de sept pouces cinq lignes avant que de rompre totalement.

Ensuite j'ai fait rompre deux solives de quatorze pieds de longueur sur huit pouces d'équarrissage : la première, qui pesoit 461 livres, a supporté pendant une heure vingt-six minutes une charge de 20050 livres, et elle a rompu après avoir plié de trois pouces dix lignes avant que d'éclater, et de huit pouces et demi avant que de rompre absolument ; la seconde solive, qui pesoit 459 livres, a supporté pendant une heure et demie la charge de 19500 livres, et elle a rompu après avoir plié de trois pouces deux lignes avant que d'éclater, et de huit pouces avant que de rompre entièrement.

Enfin ayant mis à l'épreuve deux solives de douze pieds de longueur sur huit pouces d'équarrissage, la première, qui pesoit 397 livres, a supporté pendant deux heures cinq minutes la charge de 23900 livres, et elle a rompu après avoir plié de trois pouces juste avant que de rompre ; la seconde, qui pesoit 395 livres et demie, a supporté pendant deux heures quarante-neuf minutes la charge de 23000 livres, et elle a rompu après avoir plié de deux pouces onze lignes avant que d'éclater, et de six pouces huit lignes avant que de rompre entièrement.

Voilà toutes les expériences que j'ai faites sur des pièces de huit pouces d'équarrissage. J'aurois désiré pouvoir faire rompre des pièces de neuf, de huit et de sept pieds de longueur, et de cette même grosseur de huit pouces : mais cela me fut impossible parce que je manquois des commodités nécessaires, et qu'il m'auroit fallu des équipages bien plus forts que ceux dont je me suis servi, et sur lesquels, comme on vient de le voir, on mettoit près de vingt-huit milliers en équilibre ; car je présume qu'une pièce de sept pieds de longueur sur huit pouces d'équarrissage auroit porté plus de quarante-cinq milliers. On verra dans la suite si les conjectures que j'ai faites sur la résistance du bois, pour des dimensions que je n'ai pas éprouvées, sont justes ou non.

Tous les auteurs qui ont écrit sur la résistance des solides en général, et du bois en particulier, ont donné comme fondamentale la règle suivante : *La résistance est en raison inverse de la longueur, en raison directe de la largeur, et*

en raison doublée de la hauteur. Cette règle est celle de Galilée, adoptée par tous les mathématiciens, et elle seroit vraie pour les solides qui seroient absolument inflexibles, et qui romproient tout à coup; mais dans les solides élastiques, tels que le bois, il est aisé d'apercevoir que cette règle doit être modifiée à plusieurs égards. M. Bernouilli a fort bien observé que, dans la rupture des corps élastiques, une partie des fibres s'allonge, tandis que l'autre partie se raccourcit pour ainsi dire en refoulant sur elle-même. Voyez son Mémoire dans ceux de l'Académie, année 1705. On voit, par les expériences précédentes, que, dans les pièces de même grosseur, la règle de la résistance en raison inverse de la longueur s'observe d'autant moins que les pièces sont plus courtes. Il en est autrement de la règle de la résistance en raison directe de la largeur et du carré de la hauteur; j'ai calculé la table septième à dessein de m'assurer de la variation de cette règle: on voit dans cette table les résultats des expériences, et au-dessous les produits que donne cette règle. J'ai pris pour unités les expériences faites sur les pièces de cinq pouces d'équarrissage, parce que j'en ai fait un plus grand nombre sur cette dimension que sur les autres. On peut observer dans cette table que plus les pièces sont courtes et plus la règle approche de la vérité, et que, dans les plus longues pièces, comme celles de dix-huit à vingt pieds, elle s'en éloigne. Cependant, à tout prendre, on peut se servir de la règle générale avec les modifications nécessaires pour calculer la résistance des pièces de bois plus grosses et plus longues que celles dont j'ai éprouvé la résistance; car, en jetant les yeux sur cette même table, on voit un grand accord entre la règle et les expériences pour les différentes grosseurs, et il règne un ordre assez constant dans les différences, par rapport aux longueurs et aux grosseurs, pour juger de la modification qu'on doit faire à cette règle.

TABLES

DES EXPÉRIENCES SUR LA FORCE DU BOIS.

PREMIÈRE TABLE.

Pièces de quatre pouces d'équarrissage.

LONGUEUR des PIÈCES.	POIDS des PIÈCES.	CHARGES.	TEMPS employé à char- ger les pièces.		FLÈCHES de la courbure des pièces dans l'ins- tant où elles com- mencent à rompre.	
			Heures	Minutes.	Pouces.	Lignes.
Pieds.	Livres.	Livres.				
7. . .	{ 60. . . 56. . .	5350. . . 5275. . .	0.	29.	3.	6.
8. . .	{ 68. . . 63. . .	4600. . . 4500. . .	0.	15.	3.	9.
			0.	13.	4.	8.
9. . .	{ 77. . . 71. . .	4100. . . 3950. . .	0.	14.	4.	10.
			0.	12.	5.	6.
10. . .	{ 84. . . 82. . .	3625. . . 3600. . .	0.	15.	5.	10.
			0.	15.	6.	6.
12. . .	{ 100. . . 98. . .	3050. . . 2925. . .	0.	0.	7.	0.
			0.	0.	7.	0.

DEUXIÈME TABLE.

Pièces de cinq pouces d'équarrissage.

LONGUEUR des PIÈCES.	POIDS des PIÈCES.	CHARGES.	TEMPS depuis le premier état jusqu'à l'instant de la rup- ture.		FLÈCHES DE LA COURBURE avant que d'écla- ter.	
			Heures.	Minutes.	Pouces.	Lignes.
Pieds.	Livres.	Livres.				
7. . .	{ 94. . . 88 1/2.	11775. . . 11275. . .	0.	58.	2.	6.
			0.	53.	2.	6.
8. . .	{ 104. . . 102. . .	9900. . . 9675. . .	0.	40.	2.	8.
			0.	39.	2.	11.
9. . .	{ 118. . . 116. . . 115. . .	8400. . . 8325. . . 8200. . .	0.	28.	3.	0.
			0.	28.	3.	3.
			0.	26.	3.	6.
10. . .	{ 132. . . 130. . . 128 1/2.	7225. . . 7050. . . 7100. . .	0.	21.	3.	2.
			0.	20.	3.	6.
			0.	18.	4.	0.

LONGUEUR des PIÈCES.	POIDS des PIÈCES.	CHARGES.	TEMPS depuis le premier éclat jusqu'à l'instant de la rup- ture.		FLÈCHES DE LA COURBURE avant que d'écla- ter.	
			Heures.	Minutes.	Pouces.	Lignes.
12.	156. . .	6050.	0.	30.	5.	6.
	154. . .	6100.	0.	30.	5.	9.
14.	178. . .	5400.	0.	21.	8.	0.
	176. . .	5200.	0.	18.	8.	3.
16.	209. . .	4425.	0.	17.	8.	1.
	205. . .	4275.	0.	15.	8.	2.
18.	232. . .	3750.	0.	11.	8.	0.
	231. . .	3050.	0.	10.	8.	2.
20.	263. . .	3275.	0.	10.	8.	10.
	259. . .	3175.	0.	8.	10.	0.
22.	281. . .	2975.	0.	18.	11.	3.
	310. . .	2200.	0.	16.	11.	0.
24.	307. . .	2125. . .	0.	15.	13.	6.
	26.					
28.	364. . .	1800.	0.	17.	18.	
	360. . .	1750.	0.	17.	22.	

TROISIÈME TABLE.

Pièces de six pouces d'équarrissage.

7	128. . .	19250.	1.	49.	*	
	126 1/2. . .	18650.	*1.	33.		
8.	149. . .	15700.	1.	12.	2.	4.
	146. . .	14350.	1.	10.	2.	5.
9.	166. . .	13450.	0.	56.	2.	6.
	104 1/2.	12850. . .	0.	51.	2.	10.
10.	188.	11475.	*0.	46.	3.	0.
	186.	11025.	0.	44.	3.	6.
12.	224. . .	9200.	0.	81.	4.	0.
	221.	9000.	0.	32.	4.	1.
14.	255. . .	7450.	0.	25.	4.	6.
	254. . .	7500.	0.	22.	4.	2.
16.	294. . .	6250.	0.	20.	5.	6.
	293. . .	6475.	0.	19.	5.	10.
18.	334. . .	5625.	0.	16.	7.	5.
	331 1/2.	5500.	0.	14.	8.	6.
20.	377. . .	5025.	0.	12.	9.	6.
	375. . .	4875. . .	0.	11.	8.	10.

* On n'a pas pu observer la quantité dont les pièces de sept pieds ont plié dans leur milieu, à cause de l'épaisseur de la boucle.

QUATRIÈME TABLE.

Pièces de sept pouces d'équarrissage.

LONGUEUR des PIÈCES.	POIDS. des PIÈCES.	CHARGES.	TEMPS depuis le premier éclat jusqu'à l'instant de la rup- ture.		FLÈCHES. DE LA COURBURE. avant que d'écla- ter.	
			Heures.	Minutes.	Pouces.	Lignes.
Pieds. 7. .	Livres. 0.	Livres. 0.	0.	0.	0.	0.
8. .	{ 204. . 501. .	26150. 25950.	2. 2.	6. 13.	2. 2.	9. 6.
9. .	{ 227. 225.	22800. 21900.	1. 1.	40. 37.	3. 2.	1. 11.
10. .	{ 254. 252.	19650. 19300.	1. 1.	13. 16.	2. 3.	7. 0.
12. .	{ 302. 301.	16800. 15550.	1. 1.	3. 0.	2. 3.	11. 4.
14. .	{ 351. 351. .	13600. 12850.	0. 0.	55. 48.	4. 3.	2. 9.
16. .	{ 406. . 403.	11100. 10900.	0. 0.	41. 36.	4. 5.	10. 3.
18. .	{ 454. . . 450.	9450. 9400.	0. 0.	27. 22.	5. 5.	6. 10.
20. .	{ 505. . 500. .	8550. 8000.	0. 0.	15. 13.	7. 8.	10. 6.

CINQUIÈME TABLE.						
<i>Pièces de huit pouces d'équarrissage.</i>						
10. .	{ 331. . . 331. . .	27800. 27700.	2. 2.	50. 58.	3. 2.	0. 3.
12. . .	{ 397. . . . 395 1/2. . .	23900. . 23000. .	1. 1.	30. 23.	3. 2.	0. 11.
14. .	{ 461. . . . 459. . .	20950. . 19500.	1. 1.	6. 2.	3. 3.	10. 2.
16. .	{ 528. . . 524. . .	16800. 15950.	0. 0.	47. 50.	5. 3.	2. 9.
18. .	{ 594. . . 593. . .	13500. 12900.	0. 0.	32. 30.	4. 4.	6. 1.
20. .	{ 664. . . 660 1/2.	11775. 12200. .	0. 0.	24. 28.	6. 6.	6. 0.

SIXIÈME TABLE.

Charges moyennes de toutes les expériences précédentes.

LONG. des Pièces.	GROSSEURS.				
	4 pouces.	5 pouces.	6 pouces.	7 pouces.	8 pouces.
Pieds.	Livres.	Livres.	Livres.	Livres.	Livres.
7.	5312.	11525.	18950.		
8.	4550.	9787 $\frac{1}{2}$.	1555.	20050.	
9.	4025.	3308 $\frac{1}{5}$.	13150.	22350.	
10.	3612.	7125.	11250.	19475.	27750.
12.	2987 $\frac{1}{2}$.	6075.	9100.	16175.	23450.
14.	..	5300.	7475.	13225.	19775.
16.	..	4350.	6362 $\frac{1}{2}$.	11000.	16375.
18.	..	3700.	5562 $\frac{1}{2}$.	9245.	13200.
20.	..	3225.	4950.	8375.	11487 $\frac{1}{2}$.
22.	..	2975.			
24.	..	2162 $\frac{1}{2}$.			
28.	..	1775.			

SEPTIÈME TABLE.

Comparaison de la résistance du bois trouvée par les expériences précédentes, et de la résistance du bois suivant la règle que cette résistance est comme la largeur de la pièce, multipliée par le carré de la hauteur, en supposant la même hauteur.

(Les astérisques marquent que les expériences n'ont pas été faites.)

7. . . .	{ 5312. . . }	{ 11525. . . }	{ 18950. . . }	* 32200. . .	{ 48100. . . }
	{ 5901. . . }	{ 11915 $\frac{2}{5}$. . . }	{ 19915 $\frac{2}{5}$. . . }	31624 $\frac{3}{5}$. . .	{ 47619 $\frac{1}{5}$. . . }
					{ 47198 $\frac{2}{5}$. . . }
8. . . .	{ 4450. . . }	{ 9787. . . }	{ 15525. . . }	26050. . .	* 39750. . .
	{ 5011 $\frac{1}{5}$. . . }	{ 16912. $\frac{4}{5}$. . . }	{ 16912. $\frac{4}{5}$. . . }	26856 $\frac{9}{10}$. . .	40089 $\frac{2}{5}$. . .
9. . . .	{ 4025. . . }	{ 8308 $\frac{1}{3}$. . . }	{ 13150. . . }	22350. . .	* 32800. . .
	{ 4253. $\frac{13}{15}$. . . }	{ 14356. $\frac{4}{5}$. . . }	{ 14356. $\frac{4}{5}$. . . }	22798 $\frac{4}{5}$. . .	34031. . .
10. . . .	{ 3612. . . }	{ 7125. . . }	{ 11250. . . }	19475. . .	27750. . .
	{ 3548. . . }	{ 12312. . . }	{ 12312. . . }	19551. . .	29184. . .
12. . . .	{ 2987 $\frac{1}{2}$. . . }	{ 6075. . . }	{ 9100. . . }	16175. . .	23450. . .
	{ 3110 $\frac{2}{5}$. . . }	{ 10497. $\frac{3}{5}$. . . }	{ 10497. $\frac{3}{5}$. . . }	16669. $\frac{4}{5}$. . .	24883 $\frac{1}{5}$. . .
14. . . .	{ . . . }	{ 5100. . . }	{ 7475. . . }	13225. . .	19775. . .
	{ . . . }	{ 8812 $\frac{4}{5}$. . . }	{ 8812 $\frac{4}{5}$. . . }	13995 $\frac{1}{5}$. . .	20889 $\frac{3}{5}$. . .
16. . . .	{ . . . }	{ 4350. . . }	{ 6362. $\frac{1}{4}$. . . }	11000. . .	16375. . .
	{ . . . }	{ 9516 $\frac{4}{5}$. . . }	{ 9516 $\frac{4}{5}$. . . }	11936 $\frac{3}{5}$. . .	17817 $\frac{2}{5}$. . .
18. . . .	{ . . . }	{ 3700. . . }	{ 5562 $\frac{1}{2}$. . . }	9245. . .	13200. . .
	{ . . . }	{ 6393 $\frac{5}{5}$. . . }	{ 6393 $\frac{5}{5}$. . . }	10152 $\frac{4}{5}$. . .	15155 $\frac{1}{5}$. . .
20. . . .	{ . . . }	{ 3225. . . }	{ 4950. . . }	8275. . .	11487 $\frac{1}{2}$. . .
	{ . . . }	{ 5572 $\frac{4}{5}$. . . }	{ 5572 $\frac{4}{5}$. . . }	8849 $\frac{2}{5}$. . .	13209 $\frac{3}{5}$. . .

SECOND MÉMOIRE.

ARTICLE PREMIER.

Moyen facile d'augmenter la solidité, la force et la durée du Bois.

Il ne faut pour cela qu'écorcer l'arbre du haut en bas dans le temps de la sève, et le laisser sécher entièrement sur pied avant que de l'abattre. Cette préparation ne demande qu'une très petite dépense : on va voir les précieux avantages qui en résultent.

Les choses aussi simples et aussi aisées à trouver que l'est celle-ci n'ont ordinairement, aux yeux des physiciens, qu'un mérite bien léger : mais leur utilité suffit pour les rendre dignes d'être présentées; et peut-être que l'exactitude et les soins que j'ai joints à mes recherches leur feront trouver grace devant ceux même qui ont le mauvais goût de n'estimer d'une découverte que la peine et le temps qu'elle a coûté. J'avoue que je suis surpris de me trouver le premier à annoncer celle-ci, surtout depuis que j'ai lu ce que Vitruve et Évelin rapportent à cet égard. Le premier nous dit, dans son *Architecture*, qu'avant d'abattre les arbres il faut les cerner par le pied jusque dans le cœur du bois, et les laisser ainsi sécher sur pied; après quoi ils sont bien meilleurs pour le service, auquel on peut même les employer tout de suite. Le second rapporte, dans son *Traité des forêts*, que le docteur Plot assure, dans son *Histoire naturelle*, qu'autour de Haffon en Angleterre on écorce les gros arbres sur pied dans le temps de la sève, qu'on les laisse sécher jusqu'à l'hiver suivant, qu'on les coupe alors, qu'ils ne laissent pas que de vivre sans écorce, que le bois en devient bien plus dur, et qu'on se sert de l'aubier comme du cœur. Ces faits sont assez précis, et sont rapportés par des auteurs d'un assez grand crédit pour avoir mérité

◊

l'attention des physiciens et même des architectes; mais il y a tout lieu de croire qu'outre la négligence qui a pu les empêcher jusqu'ici de s'assurer de la vérité de ces faits, la crainte de contrevenir à l'ordonnance des eaux et forêts a pu retarder leur curiosité. Il est défendu, sous peine de grosses amendes, d'écorcer aucun arbre, et de le laisser sécher sur pied. Cette défense, qui d'ailleurs est fondée, a dû faire un préjugé contraire, qui sans doute aura fait regarder ce que nous venons de rapporter comme des faits faux, ou du moins hasardés, et je serois encore moi-même dans l'ignorance à cet égard, si les attentions de M. le comte de Maurepas pour les sciences ne m'eussent procuré la liberté de faire mes expériences, sans avoir à craindre de les payer trop cher.

Dans un bois taillis nouvellement abattu, et où j'avois fait réserver quelques beaux arbres, le 3 de mai 1733, j'ai fait écorcer sur pied quatre chênes d'environ trente à quarante pieds de hauteur, et de cinq à six pieds de pourtour. Ces arbres étoient tous quatre très vigoureux, bien en sève, et âgés d'environ soixante-dix ans. J'ai fait enlever l'écorce, depuis le sommet de la tige jusqu'au pied de l'arbre, avec une serpe. Cette opération est aisée, l'écorce se séparant très facilement du corps de l'arbre dans le temps de la sève. Ces chênes étoient de l'espèce commune dans les forêts, qui porte le plus gros gland. Quand ils furent entièrement dépouillés de leur écorce, je fis abattre quatre autres chênes de la même espèce, dans le même terrain, et aussi semblables aux premiers que je pus les trouver. Mon dessein étoit d'en faire écorcer le même jour encore six, et en abattre six autres; mais je ne pus achever cette opération que le lendemain. De ces six chênes écorcés, il s'en trouva deux qui étoient beaucoup moins en sève que les quatre autres. Je fis conduire sous un hangar les six arbres abattus, pour les laisser sécher dans leur écorce jusqu'au temps que j'en aurois besoin pour les comparer avec ceux que j'avois fait dépouiller. Comme je m'imaginois que cette opération leur avoit fait grand tort, et qu'elle devoit produire un grand changement, j'allai plusieurs jours de suite visiter très cu-

rieusement mes arbres écorcés ; mais je n'aperçus aucune altération sensible pendant plus de deux mois. Enfin, le 10 de juillet, l'un de ces chênes, celui qui étoit le moins en sève dans le temps de l'écorcement, laissa voir les premiers symptômes de la maladie qui devoit bientôt le détruire ; ses feuilles commencèrent à jaunir du côté du midi, et bientôt jaunirent entièrement, séchèrent et tombèrent, de sorte qu'au 26 août il ne lui en restoit pas une. Je le fis abattre le 30 du même mois. J'étois présent. Il étoit devenu si dur, que la cognée avoit peine à entrer, et qu'elle cassa, sans que la maladresse du bûcheron me parut y avoir part. L'aubier sembloit être plus dur que le cœur du bois, qui étoit encore humide et plein de sève.

Celui de mes arbres qui, dans le temps de l'écorcement, n'étoit pas plus en sève que le précédent ne tarda guère à le suivre ; ses feuilles commencèrent à changer de couleur au 13 de juillet, et il s'en défit entièrement avant le 10 de septembre. Comme je craignois d'avoir fait abattre trop tôt le premier, et que l'humidité que j'avois remarquée au dedans indiquoit encore quelque reste de vie, je fis réserver celui-ci pour voir s'il pousseroit des feuilles au printemps suivant.

Mes quatre autres chênes résistèrent vigoureusement ; ils ne quittèrent leurs feuilles que quelques jours avant le temps ordinaire, et même l'un des quatre, dont la tête étoit légère et peu chargée de branches, ne les quitta qu'au temps juste de leur chute naturelle : mais je remarquai que les feuilles, et même quelques rejetons de tous quatre, s'étoient desséchés du côté du midi plusieurs jours auparavant.

Au printemps suivant, tous ces arbres devancèrent les autres, et n'attendirent pas le temps ordinaire du développement des feuilles pour en faire paroître ; ils se couvrirent de verdure huit à dix jours avant la saison. Je prévis tout ce que cet effort devoit leur coûter. J'observai les feuilles ; leur accroissement fut assez prompt, mais bientôt arrêté, faute de nourriture suffisante. Cependant elles vécutent : mais celui de mes arbres qui, l'année précédente, s'étoit dépouillé le premier sentit aussi tout l'effet de l'état d'inanition et de sécheresse où il étoit réduit ;

ses feuilles se fanèrent bientôt, et tombèrent pendant les chaleurs de juillet 1734. Je le fis abattre le 30 août, c'est-à-dire une année après celui qui l'avoit précédé. Je jugeai qu'il étoit au moins aussi dur que l'autre, et beaucoup plus dur dans le cœur du bois, qui étoit à peine encore un peu humide. Je le fis conduire sous un hangar où l'autre étoit déjà avec les six arbres dans leur écorce auxquels je voulois les comparer.

Trois des quatre arbres qui me restoit quittèrent leurs feuilles au commencement de septembre; mais le chêne à la tête légère les conserva plus long-temps, et il ne s'en défit entièrement qu'au 22 du même mois. Je le fis réserver pour l'année suivante, avec celui des trois autres qui me parut le moins malade, et je fis abattre les deux plus foibles en octobre 1734. Je laissai deux de ces arbres exposés à l'air et aux injures du temps, et je fis conduire l'autre sous le hangar. Ils furent trouvés très durs à la cognée, et le cœur du bois étoit presque sec.

Au printemps 1735, le plus vigoureux de mes deux arbres réservés donna encore quelques signes de vie; les boutons se gonflèrent, mais les feuilles ne purent se développer: l'autre me parut tout-à-fait mort. En effet, l'ayant fait abattre au mois de mai, je reconnus qu'il n'avoit plus d'humide radical, et je le trouvai d'une très grande dureté, tant en dehors qu'en dedans. Je fis abattre le dernier quelque temps après, et je les fis conduire tous deux au hangar, pour être mis avec les autres à un nouveau genre d'épreuve.

Pour mieux comparer la force du bois des arbres écorcés avec celle du bois ordinaire, j'eus soin de mettre ensemble chacun des six chênes que j'avois fait amener en grume, avec un chêne écorcé, de même grosseur à peu près; car j'avois déjà reconnu par expérience que le bois dans un arbre d'une certaine grosseur étoit plus pesant et plus fort que le bois d'un arbre plus petit, quoique de même âge. Je fis scier tous mes arbres par pièces de quatorze pieds de longueur; j'en marquai les centres au-dessus et au-dessous; je fis tracer aux deux bouts de chaque pièce un carré de six pouces et demi, et je

fis scier et enlever les quatre faces, de sorte qu'il ne me resta de chacune de ces pièces qu'une solive de quatorze pieds de longueur sur six pouces très juste d'équarrissage : je les fis travailler à la varlope, et réduire avec beaucoup de précaution, et j'en fis rompre quatre de chaque espèce, afin de reconnaître leur force et d'être bien assuré de la grande différence que j'y trouvai d'abord.

La solive tirée du corps de l'arbre qui avoit péri le premier après l'écorcement pesoit 242 livres; elle se trouva la moins forte de toutes, et rompit sous 7940 livres.

Celle de l'arbre en écorce que je lui comparai pesoit 234 livres; elle rompit sous 7320 livres.

La solive du second arbre écorcé pesoit 249 livres; elle plia plus que la première, et rompit sous la charge de 8362 livres.

Celle de l'arbre en écorce que je lui comparai pesoit 236 livres; elle rompit sous la charge de 7385 livres.

La solive de l'arbre écorcé et laissé aux injures du temps pesoit 258 livres; elle plia encore plus que la seconde, et ne rompit que sous 8926 livres.

Celle de l'arbre en écorce que je lui comparai pesoit 239 livres, et rompit sous 7420 livres.

Enfin la solive de mon arbre à tête légère, que j'avois toujours jugé le meilleur, se trouva en effet peser 263 livres, et porta, avant que de rompre, 9046.

L'arbre que je lui comparai pesoit 238 livres, et rompit sous 7500 livres.

Les deux autres arbres écorcés se trouvèrent défectueux dans leur milieu, où il se trouva quelques nœuds, de sorte que je ne voulus pas les faire rompre; mais les épreuves ci-dessus suffisent pour faire voir que le bois écorcé et séché sur pied est toujours plus pesant et considérablement plus fort que le bois gardé dans son écorce. Ce que je vais rapporter ne laissera aucun doute sur ce fait.

Du haut de la tige de mon arbre écorcé et laissé aux injures de l'air, j'ai fait tirer une solive de six pieds de longueur et de cinq pouces d'équarrissage. Il se trouva qu'à l'une des faces il

y avoit un petit abreuvoir, mais qui ne pénétoit guère que d'un demi-pouce, et à la face opposée une tache large d'un pouce, d'un bois plus brun que le reste. Comme ces défauts ne me parurent pas considérables, je la fis peser et charger; elle pesoit 75 livres. On la chargea, en une heure cinq minutes, de 8500 livres, après quoi elle craqua assez violemment. Je crus qu'elle alloit casser quelque temps après avoir craqué, comme cela arrivoit toujours; mais ayant eu la patience d'attendre trois heures, et voyant qu'elle ne baissoit ni ne plioit, je continuai à la faire charger, et au bout d'une autre heure elle rompit enfin, après avoir craqué pendant une demi-heure, sous la charge de 12745 livres. Je n'ai rapporté le détail de cette épreuve que pour faire voir que cette solive auroit porté davantage sans les petits défauts qu'elle avoit à deux de ses faces.

Une solive toute pareille, tirée du pied d'un des arbres en écorce, ne se trouva peser que 72 livres; elle étoit très saine et sans aucun défaut. On la chargea en une heure trente-huit minutes; après quoi elle craqua très légèrement, et continua de craquer de quart d'heure en quart d'heure pendant trois heures entières, et rompit au bout de ce temps sous la charge de 11889 livres.

Cette expérience est très avantageuse au bois écorcé; car elle prouve que le bois du dessus de la tige d'un arbre écorcé, même avec des défauts assez considérables, s'est trouvé plus pesant et plus fort que le bois tiré du pied d'un autre arbre non écorcé, qui d'ailleurs n'avoit aucun défaut: mais ce qui suit est encore plus favorable.

De l'aubier d'un de mes arbres écorcés, j'ai fait tirer plusieurs barreaux de trois pieds de longueur sur un pouce d'équarrissage, entre lesquels j'en ai choisi cinq des plus parfaits pour les rompre. Le premier pesoit 23 onces $\frac{5}{32}$, et rompit sous 287 livres; le second pesoit 23 onces $\frac{6}{32}$, et rompit sous 291 livres $\frac{1}{2}$; le troisième pesoit 23 onces $\frac{4}{32}$, et rompit sous 275 livres; le quatrième pesoit 23 onces $\frac{28}{32}$, et rompit sous 291 livres; et le cinquième pesoit 23 onces $\frac{14}{32}$, et rompit sous

291 livres $\frac{1}{2}$. Le poids moyen est à peu près 23 onces $\frac{1}{32}$, et la charge moyenne à peu près 287 livres. Ayant fait les mêmes épreuves sur plusieurs barreaux d'aubier d'un des chênes en écorce, le poids moyen se trouva de 23 onces $\frac{2}{32}$, et la charge moyenne de 248 livres; et ensuite ayant fait aussi la même chose sur plusieurs barreaux de cœur du même chêne en écorce, le poids moyen s'est trouvé de 25 onces $\frac{10}{32}$, et la charge moyenne de 256 livres.

Ceci prouve que l'aubier du bois écorcé est non-seulement plus fort que l'aubier ordinaire, mais même beaucoup plus que le cœur de chêne non écorcé, quoiqu'il soit moins pesant que ce dernier.

Pour en être plus sûr encore, j'ai fait tirer de l'aubier d'un autre de mes arbres écorcés plusieurs petites solives de deux pieds de longueur sur un pouce et demi d'équarrissage, entre lesquelles je ne pus en trouver que trois d'assez parfaites pour les soumettre à l'épreuve. La première rompit sous 1294 livres; la seconde, sous 1219 livres, la troisième, sous 1247 livres, c'est-à-dire au poids moyen, sous 1253 livres : mais de plusieurs solives semblables, que je tirai de l'aubier d'un autre arbre en écorce, le poids moyen de la charge ne se trouva que de 997 livres; ce qui fait une différence encore plus grande que dans l'expérience précédente.

De l'aubier d'un autre arbre écorcé et séché sur pied, j'ai fait encore tirer plusieurs barreaux de deux pieds de longueur sur un pouce d'équarrissage, parmi lesquels j'en ai choisi six qui, au poids moyen, ont rompu sous la charge de 501 livres, et il n'a fallu que 353 livres au poids moyen pour rompre plusieurs solives d'aubier d'un arbre en écorce qui portoit la même longueur et le même équarrissage, et même il n'a fallu que 379 livres au poids moyen pour rompre plusieurs solives de cœur de chêne en écorce.

Enfin de l'aubier d'un de mes arbres écorcés j'ai fait tirer plusieurs barreaux d'un pied de longueur sur un pouce d'équarrissage, parmi lesquels j'en ai trouvé dix-sept assez parfaits pour être mis à l'épreuve. Ils pesoient 7 onces $\frac{2}{32}$ au poids

moyen, et il a fallu, pour les rompre, la charge de 798 livres : mais le poids moyen de plusieurs barreaux d'aubier d'un de mes arbres en écorce n'étoit que de 6 onces $\frac{2}{11}$, et la charge moyenne qu'il a fallu pour les rompre, de 629 livres; et la charge moyenne pour rompre de semblables barreaux de cœur de chêne en écorce, par huit différentes épreuves, s'est trouvée de 731 livres. L'aubier des arbres écorcés et séchés sur pied est donc considérablement plus pesant que l'aubier des bois ordinaires, et beaucoup plus fort que le cœur même du meilleur bois. Je ne dois pas oublier de dire que j'ai remarqué, en faisant toutes ces épreuves, que la partie extérieure de l'aubier étoit celle qui résistoit davantage, en sorte qu'il falloit constamment une plus grande charge pour rompre un barreau d'aubier pris à la dernière circonférence de l'arbre écorcé, que pour rompre un pareil barreau pris au dedans. Cela est tout-à-fait contraire à ce qui arrive dans les arbres traités à l'ordinaire, dont le bois est plus léger et plus foible à mesure qu'il est le plus près de la circonférence. J'ai déterminé la proportion de cette diminution en pesant à la balance hydrostatique des morceaux du centre des arbres, des morceaux de la circonférence du bois parfait, et des morceaux d'aubier; mais ce n'est pas ici le lieu d'en rapporter le détail : je me contenterai de dire que, dans les arbres écorcés, la diminution de solidité du centre de l'arbre à la circonférence n'est pas, à beaucoup près, aussi sensible, et qu'elle ne l'est même point du tout dans l'aubier.

Les expériences que nous venons de rapporter sont trop multipliées pour qu'on puisse douter du fait qu'elles concourent à établir : il est donc très certain que le bois des arbres écorcés et séchés sur pied est plus dur, plus solide, plus pesant et plus fort que le bois des arbres abattus dans leur écorce; et de là je pense qu'on peut conclure qu'il est aussi plus durable. Des expériences immédiates sur la durée du bois seroient encore plus concluantes : mais notre propre durée est si courte, qu'il ne seroit pas raisonnable de les tenter. Il en est ici comme de l'âge des souches, et en général comme d'un très grand

nombre de vérités importantes que la brièveté de notre vie semble nous dérober à jamais : il faudroit laisser à la postérité des expériences commencées ; il faudroit la mieux traiter que l'on ne nous a traités nous-mêmes : car le peu de traditions physiques que nous ont laissé nos ancêtres devient inutile par le défaut d'exactitude ou par le peu d'intelligence des auteurs, et plus encore par les faits hasardés ou faux qu'ils n'ont pas eu honte de nous transmettre.

La cause physique de cette augmentation de solidité et de force dans le bois écorcé sur pied se présente d'elle-même : il suffit de savoir que les arbres augmentent en grosseur par des couches additionnelles de nouveau bois qui se forment à toutes les sèves entre l'écorce et le bois ancien. Nos arbres écorcés ne forment point de ces nouvelles couches ; et quoiqu'ils vivent après l'écorcement, ils ne peuvent grossir. La substance destinée à former le nouveau bois se trouve donc arrêtée et contrainte de se fixer dans tous les vides de l'aubier et du cœur même de l'arbre : ce qui en augmente nécessairement la solidité, et doit par conséquent augmenter la force du bois ; car j'ai trouvé, par plusieurs épreuves, que le bois le plus pesant est aussi le plus fort.

Je ne crois pas que l'explication de cet effet ait besoin d'être plus détaillée : mais, à cause de quelques circonstances particulières qu'il reste à faire entendre, je vais donner le résultat de quelques autres expériences qui ont rapport à cette matière.

Le 18 décembre, j'ai fait enlever des ceintures d'écorce de trois pouces de largeur, à trois pieds au-dessus de terre, à plusieurs chênes de différents âges, en sorte que l'aubier paroissoit à nu et entièrement découvert. J'interceptois par ce moyen le cours de la sève qui devoit passer par l'écorce et le bois : cependant, au printemps suivant, ces arbres poussèrent des feuilles comme les autres, et ils leur ressembloient en tout ; je n'y trouvai même rien de remarquable qu'au 22 de mai ; j'aperçus alors de petits bourrelets d'environ une ligne de hauteur au-dessus de la ceinture qui sortoient d'entre l'écorce

et l'aubier tout autour de ces arbres. Au-dessous de cette ceinture il ne paroissoit et il ne parut jamais rien. Pendant l'été, ces bourrelets augmentèrent d'un pouce en descendant et en s'appliquant sur l'aubier. Les jeunes arbres formèrent des bourrelets plus étendus que les vieux, et tous conservèrent leurs feuilles, qui ne tombèrent que dans le temps ordinaire de leur chute. Au printemps suivant, elles reparurent un peu avant celles des autres arbres : je crus remarquer que les bourrelets se gonflèrent un peu, mais ils ne s'étendirent plus. Les feuilles résistèrent aux ardeurs de l'été, et ne tombèrent que quelques jours avant les autres. Au troisième printemps, mes arbres se parèrent encore de verdure et devancèrent les autres : mais les plus jeunes, ou plutôt les plus petits, ne la conservèrent pas long-temps, les sécheresses de juillet les dépouillèrent ; les plus gros arbres ne perdirent leurs feuilles qu'en automne, et j'en ai eu deux qui en avoient encore après le quatrième printemps : mais tous ont péri à la troisième ou dans cette quatrième année depuis l'enlèvement de leur écorce. J'ai essayé la force du bois de ces arbres ; elle m'a paru plus grande que celle des bois abattus à l'ordinaire : mais la différence qui, dans les bois entièrement écorcés, est de plus d'un quart, n'est pas à beaucoup près aussi considérable ici, et même n'est pas assez sensible pour que je rapporte les épreuves que j'ai faites à ce sujet. Et en effet ces arbres n'avoient pas laissé que de grossir au-dessus de la ceinture ; ces bourrelets n'étoient qu'une expansion du *liber* qui s'étoit formé entre le bois et l'écorce : ainsi la sève, qui, dans les arbres entièrement écorcés, se trouvoit contrainte de se fixer dans les pores du bois et d'en augmenter la solidité, suivit ici sa route ordinaire, et ne déposa qu'une petite partie de sa substance dans l'intérieur de l'arbre ; le reste fut employé à la formation de ce bois imparfait dont les bourrelets faisoient l'appendice et la nourriture de l'écorce, qui vécut aussi long-temps que l'arbre même. Au-dessous de la ceinture, l'écorce vécut aussi ; mais il ne se forma ni bourrelets ni nouveau bois : l'action des feuilles et des parties supérieures de l'arbre pompoit trop puissamment

la sève pour qu'elle pût se porter vers l'écorce de la partie inférieure; et j'imagine que cette écorce du pied de l'arbre a plutôt tiré sa nourriture de l'humidité de l'air que de celle de la sève que les vaisseaux latéraux de l'aubier pouvoient lui fournir.

J'ai fait les mêmes épreuves sur plusieurs espèces d'arbres fruitiers : c'est un moyen sûr de hâter leur production, ils fleurissent quelquefois trois semaines avant les autres, et donnent des fruits hâtifs et assez bons la première année. J'ai même eu des fruits sur un poirier dont j'avois enlevé non-seulement l'écorce, mais même tout l'aubier; et ces fruits prématurés étoient aussi bons que les autres. J'ai aussi fait écorcer du haut en bas de gros pommiers et des pruniers vigoureux. Cette opération a fait mourir, dès la première année, les plus petits de ces arbres; mais les gros ont quelquefois résisté pendant deux ou trois ans : ils se couvroient, avant la saison, d'une prodigieuse quantité de fleurs, mais le fruit qui leur succédoit ne venoit jamais en maturité, jamais même à une grosseur considérable. J'ai aussi essayé de rétablir l'écorce des arbres, qui ne leur est que trop souvent enlevée par différents accidents, et je n'ai pas travaillé sans succès : mais cette matière est toute différente de celle que nous traitons ici, et demande un détail particulier. Je me suis servi des idées que ces expériences m'ont fait naître, pour mettre à fruit des arbres gourmands et qui pousoient trop vigoureusement en bois. J'ai fait le premier essai sur un cognassier, le 3 avril; j'ai enlevé en spirale l'écorce de deux branches de cet arbre : ces deux seules branches donnèrent des fruits, le reste de l'arbre poussa trop vigoureusement et demeura stérile. Au lieu d'enlever l'écorce j'ai quelquefois serré la branche ou le tronc de l'arbre avec une petite corde ou de la filasse; l'effet étoit le même, et j'avois le plaisir de recueillir des fruits sur ces arbres stériles depuis long-temps. L'arbre en grossissant ne rompt pas le lien qui le serre : il se forme seulement deux bourrelets, le plus gros au-dessus et le moindre au-dessous de la petite corde; et souvent, dès la première ou la seconde année, elle se trouve recouverte et incorporée à la substance même de l'arbre.

De quelque façon qu'on intercepte donc la sève, on est sûr de hâter les productions des arbres, surtout l'épanouissement des fleurs et la production des fruits. Je ne donnerai pas l'explication de ce fait; on la trouvera dans la *Statique des végétaux*. Cette interception de la sève durcit aussi le bois, de quelque façon qu'on la fasse; et plus elle est grande, plus le bois devient dur. Dans les arbres entièrement écorcés, l'aubier ne devient si dur que parce qu'étant plus poreux que le bois parfait, il tire la sève avec plus de force et en plus grande quantité. L'aubier extérieur la pompe plus puissamment que l'aubier intérieur; tout le corps de l'arbre tire jusqu'à ce que les tuyaux capillaires se trouvent remplis et obstrués. Il faut une plus grande quantité de parties fixes de la sève pour remplir la capacité des larges pores de l'aubier que pour achever d'occuper les petits interstices du bois parfait: mais tout se remplit à peu près également; et c'est ce qui fait que dans ces arbres la diminution de la pesanteur et de la force du bois, depuis le centre à la circonférence, est bien moins considérable que dans les arbres revêtus de leur écorce; et ceci prouve en même temps que l'aubier de ces arbres écorcés ne doit plus être regardé comme imparfait, puisqu'il a acquis en une année ou deux, par l'écorcement, la solidité et la force qu'autrement il n'auroit acquise qu'en douze au quinze ans; car il faut à peu près ce temps dans les meilleurs terrains pour transformer l'aubier en bois parfait. On ne sera donc pas contraint de retrancher l'aubier comme on l'a toujours fait jusqu'ici, et de le rejeter: on emploiera les arbres dans toute leur grosseur; ce qui fait une différence prodigieuse, puisque l'on aura souvent quatre solives dans un pied d'arbre duquel on n'auroit pu en tirer que deux: un arbre de quarante ans pourra servir à tous les usages auxquels on emploie un arbre de soixante ans; en un mot, cette pratique aisée donne le double avantage d'augmenter non-seulement la force et la solidité, mais encore le volume du bois.

Mais, dira-t-on, pourquoi l'ordonnance a-t-elle défendu l'écorcement avec tant de sévérité? n'y auroit-il pas quelque

inconvenient à le permettre, et cette opération ne fait-elle pas périr les souches ? Il est vrai qu'elle leur fait tort : mais ce tort est bien moindre qu'on ne l'imagine, et d'ailleurs il n'est que pour les jeunes souches, et n'est sensible que dans les taillis. Les vues de l'ordonnance sont justes à cet égard, et sa sévérité sage : les marchands de bois font écorcer les jeunes chênes dans les taillis, pour vendre l'écorce, qui s'emploie à tanner les cuirs ; c'est là le seul motif de l'écorcement. Comme il est plus aisé d'enlever l'écorce lorsque l'arbre est sur pied qu'après qu'il est abattu, et que de cette façon un plus petit nombre d'ouvriers peut faire la même quantité d'écorces, l'usage d'écorcer sur pied se seroit rétabli souvent, sans la rigueur des lois : or, pour un très léger avantage, pour une façon un peu moins chère d'enlever l'écorce, on faisoit un tort considérable aux souches. Dans un canton que j'ai fait écorcer et sécher sur pied, j'en ai compté plusieurs qui ne repousoient plus, quantité d'autres qui repousoient plus faiblement que les souches ordinaires : leur langueur a même été durable ; car, après trois ou quatre ans, j'ai vu leurs rejetons ne pas égaler la moitié de la hauteur des rejetons ordinaires de même âge. La défense d'écorcer sur pied est donc fondée en raison ; il conviendrait seulement de faire quelques exceptions à cette règle trop générale. Il en est tout autrement des futaies que des taillis : il faudroit permettre d'écorcer les baliveaux et tous les arbres de service ; car on sait que les futaies abattues ne repoussent presque rien ; que plus un arbre est vieux lorsqu'on l'abat, moins sa souche épuisée peut produire. Ainsi, soit qu'on écorce ou non, les souches des arbres de service produisent peu lorsqu'on aura attendu le temps de la vieillesse de ces arbres pour les abattre. A l'égard des arbres de moyen âge qui laissent ordinairement à leur souche la force de reproduire, l'écorcement ne la détruit pas ; car, ayant observé les souches de mes six arbres écorcés et séchés sur pied, j'ai eu le plaisir d'en voir quatre couverts d'un assez grand nombre de rejetons : les deux autres n'ont poussé que foiblement ; et ces deux souches sont précisément celles des deux arbres qui, dans le temps de

l'écorcement, étoient moins en sève que les autres. Trois ans après l'écorcement, tous ces rejets avoient trois à quatre pieds de hauteur ; et je ne doute pas qu'ils ne se fussent élevés bien plus haut si le taillis qui les environne, et qui les a devancés, ne les privoit pas des influences de l'air libre, si nécessaire à l'accroissement de toutes les plantes.

Ainsi l'écorcement ne fait pas autant de mal aux souches qu'on le pourroit croire. Cette crainte ne doit pas empêcher l'établissement de cet usage facile et très avantageux : mais il faut le restreindre aux arbres destinés pour le service, et il faut choisir le temps de la plus grande sève pour faire cette opération ; car alors les canaux sont plus ouverts, la force de succion est plus grande, les liqueurs coulent plus aisément, passent plus librement, et par conséquent les tuyaux capillaires conservent plus long-temps leur puissance d'attraction, et tous les canaux ne se ferment que long-temps après l'écorcement : au lieu que, dans les arbres écorcés avant la sève, le chemin des liqueurs ne se trouve pas frayé, et, la route la plus commode se trouvant rompue avant que d'avoir servi, la sève ne peut se faire passage aussi facilement ; la plus grande partie des canaux ne s'ouvre pas pour la recevoir, son action pour y pénétrer est impuissante, et ces tuyaux sevrés de nourriture sont obstrués faute de tension : les autres ne s'ouvrent jamais autant qu'ils l'auroient fait dans l'état naturel de l'arbre ; et à l'arrivée de la sève, ils ne présentent que de petits orifices qui, à la vérité, doivent pomper avec beaucoup de force, mais qui doivent toujours être plus tôt remplis et obstrués que les tuyaux ouverts et distendus des arbres que la sève a humectés et préparés avant l'écorcement : c'est ce qui a fait que, dans nos expériences, les deux arbres qui n'étoient pas aussi en sève que les autres ont péri les premiers, et que leurs souches n'ont pas eu la force de reproduire. Il faut donc attendre le temps de la plus grande sève pour écorcer : on gagnera encore à cette attention une facilité très grande de faire cette opération, qui, dans un autre temps, ne laisseroit pas d'être assez longue, et qui, dans cette saison de la sève, devient un très petit ouvrage,

puisqu'un seul homme, monté au-dessus d'un grand arbre, peut l'écorcer du haut en bas en moins de deux heures.

Je n'ai pas eu occasion de faire les mêmes épreuves sur d'autres bois que le chêne, mais je ne doute pas que l'écorcement et le dessèchement sur pied ne rendent tous les bois, de quelque espèce qu'ils soient, plus compactes et plus fermes : de sorte que je pense qu'on ne peut trop étendre et trop recommander cette pratique.

ARTICLE II.

Expériences sur le dessèchement du bois à l'air, et sur son imbibition dans l'eau.

PREMIÈRE EXPÉRIENCE.

Pour reconnoître le temps et la gradation du dessèchement.

Le 22 mai 1733, j'ai fait abattre un chêne âgé d'environ quatre-vingt-dix ans; je l'ai fait scier et équarrir tout de suite, et j'en ait fait tirer un bloc en forme de parallépipède de quatorze pouces deux lignes et demie de hauteur, de huit pouces deux lignes d'épaisseur, et neuf pouces cinq lignes de largeur. Je m'étois trouvé réduit à ces mesures, parce que je ne voulois me servir que du bois parfait qu'on appelle *le cœur*, et que j'avois fait enlever exactement tout l'aubier ou bois blanc. Ce morceau de cœur de chêne pesoit d'abord 45 livres 10 onces; ce qui revient à très peu près à 72 livres trois onces le pied cube.

TABLE du dessèchement de ce morceau de bois.

NOTA. Il était sous un hangar à l'abri du soleil.

ANNÉES, MOIS ET JOURS.		POIDS DU BOIS		ANNÉES, MOIS ET JOURS.		POIDS DU BOIS.	
		liv.	onces.			liv.	onces.
Mai,	1733.	45	10	Sept.,	1734.	32	11
	23.	45	1	Octob.,	26.	32	7
	24.	44	10	Nov.,	26.	32	11
	25.	44	5	Déc.,	26.	32	12 1/2
	26.	44	5		1735.		
	27.	43	11 1/4	Janv.,	26.	32	12
	28.	43	7 3/4	Fév.,	26.	32	2 1/2
	29.	43	4	Mars,	26.	32	13
Jun,	30.	42	11	Avril,	26.	32	8
	2.	42	1	Mai,	26.	32	7
	6.	41	6	Juin,	26.	32	6
	10.	40	14	Juillet,	26.	32	4
	14.	40	7	Août,	26.	32	1 1/4
	18.	39	15	Sept.,	26.	32	1 1/2
	26.	39	8	Octob.,	26.	32	1
Juillet,	4.	38	12	Nov.,	26.	32	3
	16.	38	6	Déc.,	26.	32	5 1/2
	26.	37	3		1736.		
Août,	26.	36	1	Fév.,	26.	32	1
Sept.,	26.	35	5	Mai,	27.	32	
Octob.,	26, temps sec.	35	4 1/4	Août,	26.	31	13
Nov.,	3, sec.	35	4		1737.		
	17, pluie.	35	4	Fév.,	26.	31	10 1/2
Déc.,	1 ^{er} , pluie.	35	3 1/4		1738.		
	13, gelée.	35	3 3/4	Idem,	27.	31	7
	29, humide.	35			1739.		
	1734.			Idem,	26.	31	5 1/4
Janv.,	12, variable.	35	3 1/4		1740.		
	26, gelée.	35	1 1/2	Idem,	25.	31	3
Fév.,	9, pluie.	35	1 1/4		1741.		
	23, vent.	35	3/4	Idem,	26.	31	1 1/2
Mars,	9, temps doux.	34	15 3/4		1742.		
	23, pluie.	34	15 1/4	Idem,	28.	31	1
Avril,	26.	34	10		1743.		
Mai,	26.	34	7	Idem,	26.*	31	1
Juin,	26.	33	14		1744.		
Juillet,	26.	33	6 1/2	Idem,	26.	31	1 1/4
Août,	26.	33					

Cette table contient, comme l'on voit, la quantité et la proportion du dessèchement pendant dix années consécutives. Dès la septième année, le dessèchement étoit entier. Ce morceau de bois, qui pesoit d'abord 45 livres 10 onces, a perdu en se dessèchant 14 livres huit onces, c'est-à-dire près d'un tiers de son poids. On peut remarquer qu'il a fallu sept ans pour son dessèchement entier, mais qu'en onze jours il a été sec au quart, et qu'en deux mois il a été à moitié sec, puisqu'au 2 juin il avoit déjà perdu 3 livres 9 onces, et qu'au 26 juillet 1733 il avoit déjà perdu 7 livres 4 onces, et qu'enfin il étoit aux trois

quarts sec au bout de dix mois. On doit observer aussi que, dès que ce morceau a été sec aux deux tiers ou environ, il repompoit autant et même plus d'humidité qu'il n'en exhaloit.

DEUXIÈME EXPÉRIENCE.

Pour comparer le temps et la gradation du dessèchement.

Le 22 mai 1734, j'ai fait scier dans le tronc du même arbre qui m'avoit servi à l'expérience précédente un bloc dont j'ai fait tirer un morceau tout pareil au premier, et qu'on a réduit exactement aux mêmes dimensions. Ce tronc d'arbre étoit depuis un an, c'est-à-dire depuis le 22 mai 1733, exposé aux injures de l'air; on l'avoit laissé dans son écorce; et pour l'empêcher de pourrir on avoit eu soin de retourner le tronc de temps en temps. Ce second morceau de bois a été pris tout auprès et au-dessous du premier.

TABLE du dessèchement de ce morceau.

ANNÉES, MOIS ET JOURS.		POIDS. DU BOIS.		ANNÉES, MOIS ET JOURS.		POIDS DU BOIS.	
		liv.	onces.			liv.	onces.
1734.				1735.			
Mai,	23, à 8 h. du mat.	42	8	Mai,	26.	34	5
	24, <i>idem.</i>	42		Juin,	26.	34	1
	24, à 8 h. du soir.	41	12 $\frac{1}{2}$	Juillet,	26.	33	11
	25, à 8 h. du mat.	41	10 $\frac{1}{2}$	Août,	26.	32	2 $\frac{1}{2}$
	26, <i>Idem.</i>	41	6	Sept.,	26.	32	14 $\frac{1}{2}$
	27.	41	3 $\frac{1}{4}$	Octob.,	26.	32	14 $\frac{1}{2}$
	28.	40	15 $\frac{1}{4}$	Nov.,	26.	32	15 $\frac{1}{4}$
	29.	59	13 $\frac{1}{4}$	Déc.,	26.	33	$\frac{1}{4}$
	30.	40	11	1736.			
Juin,	2.	40	7	Fév.,	26.	32	13
	6.	40	1 $\frac{1}{4}$	Mai.,	26.	32	6
	10.	39	10 $\frac{1}{4}$	Août,	26.	32	$\frac{1}{2}$
	14.	39	5 $\frac{1}{4}$	1737.			
	18.	39	1 $\frac{1}{2}$	Fév.,	26. . . .	32	
	26.	38	12	1738.			
Juillet,	4.	37	15 $\frac{1}{4}$	<i>Idem.</i> ,	26.	31	13 $\frac{1}{2}$
	16.	37	7	1739.			
	26.	37	3 $\frac{3}{4}$	<i>Idem.</i> ,	26. . . .	31	10 $\frac{1}{2}$
Août,	26.	36	3 $\frac{1}{4}$	1740.			
Sept.,	26.	35	10	<i>Idem.</i> ,	26. . . .	31	8
Octob.,	26.	35	1 $\frac{1}{4}$	1741.			
Nov.,	26.	35	3 $\frac{1}{4}$	<i>Idem.</i> ,	26. . . .	31	6
Déc.,	26.	35	4 $\frac{1}{2}$	1742.			
1735.				<i>Idem.</i> ,	26. . . .	31	5
Janv.,	26.	35	2 $\frac{1}{4}$	1743.			
Fév.,	26.	35	1	<i>Idem.</i> ,	26. . . .	31	4 $\frac{1}{8}$
Mars,	26.	35	$\frac{1}{4}$	1744.			
Avril,	26.	34	11	<i>Idem.</i> ,	26.	31	4

En comparant cette table avec la première, on voit qu'en une année entière le bois en grume ne s'est pas plus desséché que le bois travaillé ne s'est desséché en onze jours. On voit de plus qu'il a fallu huit ans pour l'entier desséchement de ce morceau de bois qui avoit été conservé en grume et dans son écorce pendant un an ; au lieu que le bois travaillé d'abord s'est trouvé entièrement sec au bout de sept ans. Je suppose que ce morceau de bois pesoit autant et peut-être un peu plus que le premier, et cela lorsqu'il étoit en grume et que l'arbre venoit d'être abattu, le 23 mai 1733, c'est-à-dire qu'il pesoit 45 livres 10 ou 12 onces. Cette supposition est fondée, parce qu'on a coupé et travaillé ce morceau de bois de la même façon et exactement sur les mêmes dimensions, et qu'au bout de dix années, et après son desséchement entier, il s'est trouvé ne différer du premier que de trois onces ; ce qui est une bien petite différence, et que j'attribue à la solidité ou densité du premier morceau, parce que le second avoit été pris immédiatement au-dessous du premier, du côté du pied de l'arbre. Or on sait que plus on approche du pied de l'arbre, plus le bois a de densité. A l'égard du desséchement de ce morceau de bois, depuis qu'il a été travaillé, on voit qu'il a fallu sept ans pour le dessécher entièrement comme le premier morceau, qu'il a fallu vingt jours pour dessécher au quart ce second morceau, deux mois et demi environ pour le dessécher à moitié, et treize mois pour le dessécher aux trois quarts. Enfin on voit qu'il s'est réduit comme le premier morceau aux deux tiers environ de sa pesanteur.

Il faut remarquer que cet arbre étoit en sève lorsqu'on le coupa le 23 mai 1733, et que par conséquent la quantité de la sève se trouve, par cette expérience, être un tiers de la pesanteur du bois, et qu'ainsi il n'y a dans le bois que deux tiers de parties solides et ligneuses, et un tiers de parties liquides, et peut-être moins, comme on le verra par la suite de ces expériences. Ce desséchement et cette perte considérable de pesanteur n'a rien changé au volume ; les deux morceaux de bois ont encore les mêmes dimensions, et je n'y ai remarqué ni rac-

courcissement ni rétrécissement : ainsi la sève est logée dans les interstices des parties ligneuses; et ces interstices restent vides et les mêmes après l'évaporation des parties humides qu'ils contiennent.

On n'a point observé que ce bois, quoique coupé en pleine sève, ait été piqué des vers; il est très sain, et les deux morceaux ne sont gercés ni l'un ni l'autre.

TROISIÈME EXPÉRIENCE.

Pour reconnoître si le desséchement se fait proportionnellement aux surfaces

Le 8 avril 1733, j'ai fait enlever par un menuisier un petit morceau de bois blanc ou aubier d'un chêne qui venoit d'être abattu : et tandis qu'on le façonnoit en forme de parallépipède, un autre menuisier en façonnoit un autre morceau en forme de petites planches d'égale épaisseur. Sept de ces petites planches se trouvèrent peser autant que le premier morceau, et la superficie de ce morceau étoit à celle des planches comme 10 est à 34, à très peu près.

TABLE de la proportion du desséchement.

NOTA. Les pesanteurs ont été prises par le moyen d'une balance qui penchoit à un quart de grain.

ANNEE, MOIS ET JOURS.	POIDS du seul morceau	POIDS des 7 morceaux.	ANNEE, MOIS ET JOURS.	POIDS du seul morceau.	POIDS des 7 morceaux.
1734. Avril.	grains.	grains.	1734. Avril.	grains.	grains.
8 à 2 h. du soir.	2189.	2189	29, vent.	1504.	1447 $\frac{1}{2}$
8 à 10 ^h du soir.	2130.	1981	30, pluie.	1504.	1561
9 à 10 ^h du mat.	2070.	1851	Mai.		
10, <i>Idem.</i>	1973.	1712	1 ^{er} , humide. . .	1507.	1468
11.	1887.	1628	5, pluie.	1512.	1478
12.	1825.	1529	9, beau. . . .	1510 $\frac{1}{2}$.	1475
13, temps serein.	1778 $\frac{1}{2}$.	1565	13, humide.	1511.	1476
14, sec.	1741.	1540 $\frac{1}{2}$	21, beau.	1504 $\frac{1}{2}$.	1465
15, <i>Idem.</i> . . .	1708.	1525 $\frac{1}{2}$	20, vent et pluie.	1503.	1466
16, <i>Idem.</i> . . .	1684.	1518	Juin.		
17, <i>Idem.</i> . . .	1656 $\frac{1}{2}$	1505 $\frac{1}{2}$	6, pluie. . . .	1517.	1489
18, <i>Idem.</i> . . .	1630.	1502	Juillet.		
19, couvert. . .	1608 $\frac{2}{3}$.	1497 $\frac{1}{2}$	6, beau.	1507.	1479
20, humide. . .	1590.	1493	Août.		
21.	1576.	1486	6, sec.	1500.	1468
22, variable. . .	1564.	1481	10, <i>Idem.</i> . . .	1489.	1461
23, chaud. . . .	1556.	1485	12, <i>Idem.</i> . . .	1479.	1450
24.	1550 $\frac{1}{2}$.	1486	14, <i>Idem.</i> . . .	1470.	1448
25, sec.	1543.	1482	15, <i>Idem.</i> . . .	1461.	1460 $\frac{1}{2}$
26, <i>Idem.</i> . . .	1532 $\frac{1}{2}$.	1479	16, pluie.	1464.	1488
27, <i>Idem.</i> . . .	1518 $\frac{1}{2}$.	1458	17, beau.	1463.	1450
28, <i>Idem.</i> . . .	1509.	1449 $\frac{1}{2}$			

Avant que d'examiner ce qui résulte de cette expérience, il faut observer qu'il falloit quatre cent quatre-vingt-douze des grains dont je me suis servi pour faire une once; et que le pied cube de ce bois, qui étoit de l'aubier, pesoit à très peu près 66 livres; que le morceau dont je me suis servi contenoit à peu près sept pouces cubiques, et chaque petit morceau un pouce, et que les surfaces étoient comme 10 est à 34. En consultant la table, on voit que le desséchement dans les huit premières heures est pour le morceau seul, de 59 grains, et pour les sept morceaux, de 208 grains. Ainsi la proportion du desséchement est plus grande que celle des surfaces, car le morceau perdant 59, les sept morceaux n'auroient dû perdre que $200 \frac{3}{5}$. Ensuite on voit que, depuis dix heures du soir jusqu'à sept heures du matin, le morceau seul a perdu 60 grains, et que les sept morceaux en ont perdu 130; et que par conséquent le desséchement, qui d'abord étoit trop grand proportionnelle-

ment aux surfaces, est maintenant trop petit, parce qu'il auroit fallu, pour que la proportion fût juste, que, le morceau seul perdant 60, les sept morceaux eussent perdu 204, au lieu qu'ils n'ont perdu que 130.

En comparant le terme suivant, c'est-à-dire le quatrième de la table, on voit que cette proportion diminue très considérablement, en sorte que les sept morceaux ne perdent que très peu en comparaison de leur surface; et, dès le cinquième terme, il se trouve que le morceau seul perd plus que les sept morceaux, puisque son desséchement est de 93 grains, et que celui des sept morceaux n'est que de 84 grains. Ainsi le desséchement se fait ici d'abord dans une proportion un peu plus grande que celle des surfaces, ensuite dans une proportion plus petite; et enfin il devient plus grand où la surface est la plus petite. On voit qu'il n'a fallu que cinq jours pour dessécher les sept morceaux, au point que le morceau seul perdoit plus ensuite que les sept morceaux.

On voit aussi qu'il n'a fallu que vingt-un jours aux sept morceaux pour se dessécher entièrement, puisqu'au 29 avril ils ne pesoient plus que 1447 grains $\frac{1}{2}$, ce qui est le plus grand degré de légèreté qu'ils aient acquis; et qu'en moins de vingt-quatre heures ils étoient à moitié secs, au lieu que le morceau seul ne s'est entièrement desséché qu'en quatre mois et sept jours, puisque c'est au 15 d'août que se trouve sa plus grande légèreté, son poids n'étant alors que de 1461 grains, et qu'en trois fois vingt-quatre heures il étoit à moitié sec. On voit aussi que les sept morceaux ont perdu, par le desséchement plus du tiers de leur pesanteur, et le morceau seul à très peu près le tiers.

QUATRIÈME EXPÉRIENCE.

Sur le même sujet que la précédente.

Le 9 avril 1734 j'ai fait prendre dans le tronc d'un chêne qui avoit été coupé et abattu trois jours auparavant un morceau de bois en forme de cylindre, dont j'avois déterminé la grosseur en mettant la pointe du compas dans le centre des cou-

ches annuelles, afin d'avoir la partie la plus solide de cet arbre, qui avoit plus de soixante ans. J'ai fait scier en deux ce cylindre pour avoir deux cylindres égaux, et j'ai fait scier de la même façon en trois l'un de ces cylindres. La superficie des trois morceaux cylindriques étoit à la superficie du cylindre, dont ils n'avoient que le tiers de la hauteur, comme 43 est à 27, et le poids étoit égal; en sorte que le cylindre seul pesoit, aussi bien que les trois cylindres, 28 onces $\frac{13}{16}$, et ils auroient pesé environ une livre 14 onces si on les eût travaillés le jour même que l'arbre avoit été abattu.

TABLE du desséchement de ces morceaux de bois.

ANNÉE, MOIS ET JOURS.	POIDS du seul morceau.	POIDS des 3 morceaux.	ANNÉE. MOIS ET JOURS.	POIDS du seul morceau.	POIDS des 3 morceaux.
1734. Avril.	onces.	onces.	1734. Mai.	onces.	onces.
9 à 10 h. du mat.	28 $\frac{13}{16}$	28 $\frac{13}{16}$	3.	23 $\frac{11}{32}$	21 $\frac{19}{32}$
10 à 6 h. du soir.	28 $\frac{10}{16}$	28 $\frac{6}{16}$	5.	20 $\frac{8}{32}$	21 $\frac{27}{32}$
11 <i>Idem.</i>	28 $\frac{4}{16}$	27 $\frac{15}{16}$	9.	22 $\frac{25}{32}$	21 $\frac{7}{32}$
12. . .	27 $\frac{15}{16}$	27 $\frac{6}{10}$	13.	22 $\frac{21}{32}$	21 $\frac{1}{32}$
13. . .	27 $\frac{10}{16}$	26 $\frac{15}{10}$	17.	22 $\frac{16}{32}$	20 $\frac{25}{32}$
14. . .	27 $\frac{4}{16}$	26 $\frac{7}{16}$	21.	22 $\frac{9}{32}$	20 $\frac{19}{32}$
15.	26 $\frac{31}{32}$	26 $\frac{1}{16}$	25.	21 $\frac{29}{32}$	20 $\frac{16}{32}$
16.	26 $\frac{25}{32}$	25 $\frac{20}{32}$	29.	22 $\frac{25}{32}$	20 $\frac{15}{32}$
17.	26 $\frac{10}{32}$	25 $\frac{6}{32}$	Juin.		
18.	26	24 $\frac{24}{32}$	2.	21 $\frac{18}{32}$	20 $\frac{11}{32}$
19.	25 $\frac{24}{32}$	24 $\frac{14}{32}$	6.	21 $\frac{18}{32}$	20 $\frac{14}{32}$
20.	25 $\frac{17}{32}$	23 $\frac{4}{32}$	14.	21 $\frac{15}{32}$	20 $\frac{15}{32}$
21.	25 $\frac{6}{32}$	25 $\frac{25}{32}$	26.	21 $\frac{7}{32}$	20 $\frac{14}{32}$
22.	24 $\frac{29}{32}$	23 $\frac{18}{32}$	Juillet.		
23.	24 $\frac{25}{32}$	23 $\frac{5}{32}$	26.	21 $\frac{26}{32}$	20 $\frac{10}{32}$
24.	24 $\frac{19}{32}$	23 $\frac{6}{32}$	Août.		
25.	24 $\frac{14}{32}$	22 $\frac{31}{32}$	26.	20 $\frac{25}{32}$	20 $\frac{9}{32}$
26.	24 $\frac{7}{32}$	22 $\frac{25}{32}$	Septembre.		
27.	24	21 $\frac{14}{32}$	26.	20 $\frac{20}{35}$	20 $\frac{8}{32}$
28.	23 $\frac{25}{32}$	22 $\frac{6}{32}$	Octobre.		
29.	23 $\frac{22}{32}$	22 $\frac{1}{32}$	26.	20 $\frac{28}{32}$	20 $\frac{19}{32}$
30.	23 $\frac{17}{32}$	21 $\frac{25}{32}$	Novembre.		
Mai.			26.	21 $\frac{5}{32}$	20 $\frac{30}{32}$
1 ^{er} .	23 $\frac{15}{32}$	21 $\frac{25}{32}$	Décembre.		
2.	23 $\frac{14}{32}$	21 $\frac{25}{32}$	26.	21 $\frac{3}{32}$	20 $\frac{30}{32}$

On voit par cette expérience, comparée avec la précédente, que le bois du centre ou cœur de chêne ne se dessèche pas tout-à-fait autant que l'aubier, en supposant même que les morceaux eussent pesé 30 onces au lieu de 28 $\frac{13}{16}$, et cela à cause du desséchement qui s'est fait pendant trois jours, depuis le 6 avril qu'on a abattu l'arbre dont ces morceaux ont été tirés jusqu'au

9 du même mois, jour auquel ils ont été tirés du centre de l'arbre et travaillés. Mais en partant de 28 onces $\frac{1}{8}$, ce qui étoit leur poids réel, on voit que la proportion du desséchement est d'abord beaucoup plus grande que celle des surfaces, car le morceau seul ne perd le premier jour que $\frac{3}{8}$ d'once, et les trois morceaux perdent $\frac{7}{8}$, au lieu qu'ils n'auroient dû perdre que $\frac{4}{8} + \frac{7}{8} \times 16$. En prenant le desséchement du second jour on voit que le morceau seul a perdu $\frac{4}{8}$, et les trois morceaux $\frac{2}{3}$, et que par conséquent il est à très peu près dans la même proportion avec les surfaces qu'il étoit le jour précédent, et la différence est en diminution. Mais dès le troisième jour, le desséchement est en moindre proportion que celle des surfaces; car les surfaces étant 27 et 43, les dessèchements seroient comme 5 et 7 $\frac{2}{7}$, s'ils étoient en même proportion; au lieu que les dessèchements sont comme 5 et 7, ou $\frac{1}{8}$ et $\frac{7}{8}$. Ainsi, dès le troisième jour, le desséchement, qui d'abord s'étoit fait dans une plus grande proportion que celle des surfaces, devient plus petit, et au douzième jour le desséchement des trois morceaux est égal à celui du morceau seul; et ensuite les trois morceaux continuent à perdre moins que le morceau seul. Ainsi le desséchement se fait comme dans l'expérience précédente, d'abord dans une plus grande raison que celle des surfaces, ensuite dans une moindre proportion; et enfin il devient absolument moindre pour la surface plus grande. L'expérience suivante confirmera encore cette espèce de règle sur le desséchement du bois.

CINQUIÈME EXPÉRIENCE.

J'ai pris dans le même arbre qui m'avoit servi à l'expérience précédente deux morceaux cylindriques de cœur de chêne, tous deux de quatre pouces deux lignes de diamètre, et d'un pouce quatre lignes d'épaisseur. J'ai divisé l'un de ces morceaux en huit parties par huit rayons tirés du centre, et j'ai fait fendre ce morceau en huit, selon la direction de ces rayons. Suivant ces mesures la superficie des huit morceaux est à très peu près double de celle du seul morceau, et ce morceau seul, aussi

bien que les huit morceaux, pesoient chacun 11 onces $\frac{11}{32}$, ce qui revient à très peu près à 70 livres le pied cube. Voici la table de leur dessèchement. On doit observer, comme dans l'expérience précédente, qu'il y avoit trois jours que l'arbre dont j'ai tiré ces morceaux de bois étoit abattu, et que par conséquent la quantité totale du dessèchement doit être augmentée de quelque chose.

TABLE du dessèchement d'un morceau de bois et de huit morceaux, desquels la superficie étoit double de celle du premier morceau, le poids étant le même.

ANNÉE, MOIS ET JOURS.	POIDS du seul morceau.	POIDS des 8 morceaux.	ANNÉE, MOIS ET JOURS.	POIDS du seul morceau.	POIDS des 8 morceaux.
1734. Avril.	onces.	onces.	1734. Mai.	onces.	onces.
9 à 8 h. du soir.	11 $\frac{11}{32}$	11	2.	8 $\frac{7}{32}$	8 $\frac{25}{32}$
10 à 6 h. du mat.	11 $\frac{11}{32}$	10 $\frac{25}{32}$	3.	8 $\frac{7}{32}$	8 $\frac{24}{32}$
11.	11 $\frac{11}{16}$	11 $\frac{11}{16}$	5.	8 $\frac{21}{32}$	8 $\frac{5}{32}$
12.	11 $\frac{19}{32}$	11 $\frac{14}{32}$	9.	8 $\frac{19}{32}$	8 $\frac{7}{32}$
13.	10 $\frac{30}{32}$	10 $\frac{14}{32}$	13.	8 $\frac{16}{32}$	8 $\frac{7}{32}$
14.	10 $\frac{25}{32}$	9 $\frac{5}{32}$	17.	8 $\frac{15}{32}$	8 $\frac{6}{32}$
15.	10 $\frac{19}{32}$	10 $\frac{25}{32}$	21.	8 $\frac{9}{32}$	8 $\frac{5}{32}$
16.	10 $\frac{15}{32}$	9 $\frac{19}{32}$	25.	8 $\frac{7}{32}$	8 $\frac{4}{32}$
17.	10 $\frac{7}{32}$	9 $\frac{11}{32}$	29.	8 $\frac{5}{32}$	8 $\frac{4}{32}$
18.	10 $\frac{1}{32}$	9 $\frac{7}{32}$	Jun.		
19.	9 $\frac{29}{32}$	9 $\frac{1}{32}$	6.	8 $\frac{6}{32}$	8 $\frac{6}{32}$
20.	9 $\frac{24}{32}$	8 $\frac{29}{32}$	26.	8 $\frac{5}{32}$	8 $\frac{1}{32}$
21.	9 $\frac{20}{32}$	8 $\frac{29}{32}$	Juillet.		
22.	9 $\frac{16}{32}$	8 $\frac{25}{32}$	26.	8 $\frac{4}{32}$	8 $\frac{5}{32}$
23.	9 $\frac{15}{32}$	8 $\frac{21}{32}$	Août.		
24 à 6 h. du mat.	9 $\frac{10}{32}$	8 $\frac{19}{32}$	26.	8 $\frac{5}{32}$	8 $\frac{5}{32}$
25.	9 $\frac{7}{32}$	8 $\frac{17}{32}$	Septembre.		
26.	9 $\frac{5}{32}$	8 $\frac{14}{32}$	26.	8 $\frac{5}{32}$	8 $\frac{5}{32}$
27.	9 $\frac{1}{32}$	8 $\frac{12}{32}$	Octobre.		
28.	8 $\frac{30}{32}$	8 $\frac{9}{32}$	26.	8 $\frac{5}{32}$	8 $\frac{9}{32}$
29.	8 $\frac{29}{32}$	8 $\frac{7}{32}$	Novembre.		
30.	8 $\frac{27}{32}$	8 $\frac{7}{32}$	26.	8 $\frac{7}{32}$	8 $\frac{15}{32}$
1er. Mai.	8 $\frac{17}{32}$	8 $\frac{26}{32}$	Décembre.		
			26.	8 $\frac{7}{32}$	9 $\frac{15}{32}$

On voit ici, comme dans les expériences précédentes, que la proportion du dessèchement est d'abord beaucoup plus grande que celle des surfaces, ensuite moindre, puis beaucoup moindre, et enfin que la plus petite surface vient bientôt à perdre plus que la plus grande.

On peut observer aussi, par les derniers termes de cette table, qu'après le dessèchement entier, au 25 août, ces morceaux de bois ont augmenté de pesanteur par l'humidité des

mois de septembre, octobre et novembre, et que cette augmentation s'est faite proportionnellement aux surfaces.

SIXIÈME EXPÉRIENCE.

Pour comparer le dessèchement du bois parfait, qu'on appelle LE CŒUR, avec le dessèchement du bois imparfait, qu'on appelle L'AUBIER.

Le 1^{er} avril 1734 j'ai fait tirer du corps du chêne abattu la veille deux parallépipèdes, l'un de cœur et l'autre d'aubier, qui pesoient tous deux 6 onces $\frac{1}{4}$: ils étoient de même figure; mais le morceau d'aubier étoit d'environ un quinzième plus gros que le morceau de cœur, parce que la densité du cœur de chêne nouvellement abattu est à très peu près d'une quinzième partie plus grande que la densité de l'aubier.

TABLE du dessèchement de ces morceaux de bois.

ANNÉE, MOIS ET JOURS.	POIDS du cœur de chêne.	POIDS du morceau d'aubier.	ANNÉE, MOIS ET JOURS.	POIDS du cœur de chêne.	POIDS du morceau d'aubier.
1734. Avril. 1 ^{er} à midi.	6 $\frac{1}{4}$	6 $\frac{1}{4}$	1734. Avril. 28 <i>Idem.</i>	4 $\frac{54}{64}$	4 $\frac{24}{64}$
2.	6 $\frac{3}{32}$	6 $\frac{1}{4}$	29.	4 $\frac{52}{64}$	4 $\frac{22}{64}$
3.	6 $\frac{1}{32}$	5 $\frac{30}{32}$	30.	4 $\frac{50}{64}$	4 $\frac{20}{64}$
4.	5 $\frac{51}{32}$	5 $\frac{26}{32}$	1 ^{er} Mai.	4 $\frac{50}{64}$	4 $\frac{20}{64}$
5.	5 $\frac{23}{32}$	5 $\frac{22}{32}$	5.	4 $\frac{48}{64}$	4 $\frac{18}{64}$
6.	5 $\frac{20}{32}$	5 $\frac{20}{32}$	9.	4 $\frac{45}{64}$	4 $\frac{18}{64}$
7.	5 $\frac{25}{32}$	5 $\frac{15}{32}$	13.	4 $\frac{42}{64}$	4 $\frac{14}{64}$
8.	5 $\frac{22}{32}$	5 $\frac{9}{32}$	17.	4 $\frac{40}{64}$	4 $\frac{12}{64}$
9.	5 $\frac{18}{32}$	5 $\frac{5}{32}$	25.	4 $\frac{35}{64}$	4 $\frac{10}{64}$
10.	5 $\frac{17}{32}$	5 $\frac{5}{64}$	2. Juin.	4 $\frac{32}{64}$	4 $\frac{8}{64}$
11.	5 $\frac{15}{32}$	5	10.	4 $\frac{32}{64}$	4 $\frac{8}{64}$
12.	5 $\frac{25}{64}$	4 $\frac{63}{64}$	26.	4 $\frac{32}{64}$	4 $\frac{8}{64}$
13.	5 $\frac{26}{64}$	4 $\frac{60}{64}$	26. Juillet.	4 $\frac{32}{64}$	4 $\frac{8}{64}$
14.	5 $\frac{25}{64}$	4 $\frac{58}{64}$	26. Août.	4 $\frac{31}{64}$	4 $\frac{7}{64}$
15.	5 $\frac{25}{64}$	4 $\frac{58}{64}$	26. Septembre.	4 $\frac{30}{64}$	4 $\frac{6}{64}$
16.	5 $\frac{24}{64}$	4 $\frac{56}{64}$	26. Octobre.	4 $\frac{28}{64}$	4 $\frac{10}{64}$
17.	5 $\frac{20}{64}$	1 $\frac{52}{64}$	26. Novembre.	4 $\frac{27}{64}$	4 $\frac{15}{64}$
18.	5 $\frac{18}{64}$	4 $\frac{50}{64}$	26. Décembre.	4 $\frac{27}{64}$	4 $\frac{14}{64}$
19.	5 $\frac{14}{64}$	4 $\frac{46}{64}$			
20.	5 $\frac{10}{64}$	4 $\frac{44}{64}$			
21.	5 $\frac{6}{64}$	4 $\frac{40}{64}$			
22.	5 $\frac{4}{64}$	4 $\frac{36}{64}$			
23.	5	4 $\frac{34}{64}$			
24.	4 $\frac{63}{64}$	4 $\frac{32}{64}$			
25.	4 $\frac{62}{64}$	4 $\frac{30}{64}$			
26.	4 $\frac{59}{64}$	4 $\frac{28}{64}$			
27.	4 $\frac{54}{64}$	4 $\frac{26}{64}$			

On voit, par cette table, que sur 6 onces $\frac{1}{4}$ la quantité totale du desséchement du morceau de cœur de chêne est 1 once $\frac{2}{5}$, et que la quantité totale du desséchement du morceau d'aubier est de 2 onces $\frac{5}{3}$; de sorte que ces quantités sont entre elles comme 57 est à 69, et comme $14 \frac{1}{4}$ est à $16 \frac{1}{4}$; ce qui n'est pas fort différent de la proportion de densité du cœur et de l'aubier, qui est de 15 à 14. Cela prouve que le bois le plus dense est aussi celui qui se dessèche le moins. J'ai d'autres expériences qui confirment ce fait. Un morceau cylindrique d'alizier, qui pesoit 15 onces $\frac{1}{2}$ le 1^{er} avril 1734, ne pesoit plus que 10 onces $\frac{1}{2}$ le 26 septembre suivant, et par conséquent ce morceau avoit perdu plus d'un tiers de son poids. Un morceau cylindrique de bouleau qui pesoit 7 onces $\frac{1}{2}$ le même jour 1^{er} avril, ne pesoit plus que 4 onces $\frac{4}{5}$ le 26 septembre suivant. Ces bois sont plus légers que le chêne, et perdent aussi un peu plus par le desséchement; mais la différence n'est pas grande, et on peut prendre pour règle générale de la quantité du desséchement dans les bois de toute espèce la diminution d'un tiers de leur pesanteur, en comptant du jour que le bois a été abattu.

On voit encore, par l'expérience précédente, que l'aubier se dessèche d'abord beaucoup plus promptement que le cœur de chêne; car l'aubier étoit déjà à la moitié de son desséchement au bout de sept jours, et il a fallu vingt-quatre jours au morceau de cœur pour se dessécher à moitié; et par une table que je ne donne pas ici pour ne pas grossir ce Mémoire, je vois que l'alizier avoit en huit jours acquis la moitié de son desséchement, et le bouleau en sept jours: d'où l'on doit conclure que la quantité qui s'évapore par le desséchement, dans les différentes espèces de bois, est à peu près proportionnelle à leur densité; mais que le temps nécessaire pour que les bois acquièrent un certain degré de desséchement, par exemple celui qui est nécessaire pour qu'on les puisse travailler aisément; que ce temps, dis-je, est bien plus long pour les bois pesants que pour les bois légers, quoiqu'ils arrivent à perdre à peu près également un tiers et plus de leur pesanteur.

SEPTIÈME EXPÉRIENCE.

Le 26 février 1744 j'ai fait exposer au soleil les deux morceaux de bois qui m'ont servi aux deux premières expériences, et que j'ai gardés pendant vingt ans. Le plus ancien de ces morceaux, c'est-à-dire celui qui a servi à la première expérience sur le desséchement, pesoit, le 26 février 1744, 31 livres 1 once 2 gros; et l'autre, c'est-à-dire celui qui avoit servi à la seconde expérience, pesoit, le même jour 26 février 1744, 31 livres 4 onces : ils avoient d'abord été desséchés à l'air pendant dix ans; ensuite ayant été exposés au soleil depuis le 26 février jusqu'au 8 mars, et toujours garantis de la pluie, ils se desséchèrent encore, et ne pesoient plus, le premier, que trente livres 5 onces 4 gros, et le second, 30 livres 6 onces 2 gros. Pour les dessécher encore davantage, je les fis mettre tous deux dans un four chauffé à 47 degrés au-dessus de la congélation; il étoit neuf heures quarante minutes du matin : on les a tirés du four deux heures après, c'est-à-dire à onze heures quarante minutes, on les a mesurés exactement, leurs dimensions n'avoient pas changé sensiblement. J'ai seulement remarqué qu'il s'étoit fait des gerçures sur les quatre faces les plus longues, qui les rendoient d'une demi-ligne ou d'une ligne plus larges; mais la hauteur étoit absolument la même. On les a pesés en sortant du four; le morceau de la première expérience ne pesoit plus que 29 livres 6 onces 7 gros, et celui de la seconde 29 livres 6 onces. Dans le moment même je les ai fait jeter dans un grand vaisseau rempli d'eau, et on a chargé chaque morceau d'une pierre pour les assujettir au fond du vaisseau.

TABLE de l'imbibition de ces deux morceaux de bois, qui étoient entièrement desséchés lorsqu'on les a plongés dans l'eau.

ANNÉE, MOIS ET JOURS.		TEMPS pendant lesquels les bois ont resté au four et à l'eau.	POIDS des deux morceaux de bois.		
			liv.	onc.	gr.
1744.	Mars.	8.	1 ^{er} 30	5	4
			2 ^d 30	6	2
		9.	Mis au four * à 4 h. 40 m. et tirés à 11 h. 30 m.; ils pesoient.	1	29
			2	29	6
		9.	Jetés dans l'eau à 11 h. 40 m. et tirés à midi 40 m.	1	32
			2	32	12
		9.	1 heure.	1	32
			2	33	8
		9.	1.	1	32
			2	33	13
		9.	1.	1	33
			2	33	9
		9.	1.	1	33
			2	33	13
		9.	1	1	33
			2	34	3
		9.	1.	1	33
			2	34	6
		9.	1 h. 15 m	1	33
			2	34	8
		9.	1 45	1	33
			2	34	4
		9.	1 55	1	33
			2	34	9
		9.	1 55	1	33
			2	34	5
		9.	1	1	33
			2	34	16
		9.	Ils pesoient.	1	33
			2	34	6
		9.	1.	1	34
			2	34	10
		10.	11.	1	34
			2	35	6
		10.	12.	1	34
			2	35	2
		11.	12.	1	35
			2	35	7
		11.	12.	1	35
			2	35	12
		11.	12.	1	35
			2	35	3
		12.	12.	1	35
			2	35	14
		12.	12.	1	35
			2	36	6
		12.	12.	1	35
			2	36	2
		12.	12.	1	35
			2	36	9
		12.	12.	1	35
			2	36	5
		12.	12.	1	35
			2	36	3
		12.	12.	1	35
			2	36	11
		13.	12.	1	35
			2	36	7
		13.	12.	1	35
			2	36	14
		13.	12.	1	35
			2	36	10
		14.	12.	1	36
			2	36	1
				2	36
					13
					1

* Le thermomètre a monté à 47 degrés; il étoit au degré de la congélation.
19.

ANNÉE, MOIS ET JOURS.		TEMPS pendant lequel les bois ont resté à l'eau.	POIDS des deux mor- ceaux de bois.			
			liv.	onc.	gr.	
1744. Mars.	14.	12 heures.	1 ^{er} 36	3	1	
			2 ^a 36	15	»	
			1	36	4	
		15.	12.	2	37	»
				1	36	6
		15.	12.	2	37	2
				1	36	8
		16.	12.	2	37	3
				1	36	9
		16.	12.	2	37	5
				1	36	10
		17.	12.	2	37	6
				1	36	11
		17.	12.	2	37	7
				1	36	12
		18.	12.	2	37	8
				1	36	13
		18.	12.	2	37	9
				1	36	14
		19.	12.	2	37	10
				1	37	»
		19.	12.	2	37	12
				1	37	1
		20.	12.	2	37	13
				1	37	2
		20.	12.	2	37	14
				1	37	3
		21.	12.	2	37	3
				1	37	37
		21.	12.	2	38	3
				1	37	»
	22.	12.	2	38	7	
			1	37	4	
	22.	12.	2	38	1	
			1	37	5	
	23.	24.	2	38	2	
			1	37	6	
	24.	24.	2	38	8	
			1	37	7	
	25.	24.	2	38	5	
			1	37	9	
	26.	24.	2	38	6	
			1	37	10	
	27.	24.	2	38	7	
			1	37	11	
	28.	24.	2	38	8	
			1	37	12	
	29.	24.	2	38	10	
			1	37	13	
	30.	24.	2	38	10	
			1	37	13	
	31.	24.	2	38	11	
			1	37	14	
			2	38	11	

ANNÉE, MOIS ET JOURS.		TEMPS pendant lequel les bois ont resté à l'eau.	POIDS des deux mor- ceaux de bois.		
			liv.	onc.	gr.
1744. Avril.	1 ^{er} .	21 heures.	1 ^{er} 37	14	7
			2 ^d 38	12	4
	2.	24.	1 38	»	1
			2 38	13	1
	3.	24.	1 38	»	6
			2 38	14	»
	4.	24.	1 38	1	2
			2 38	14	2
	5.	24.	1 38	1	7
			2 38	15	1
	6, pluie.	24.	1 38	3	»
			2 39	»	7
	7, pluie.	24.	1 38	3	3
			2 39	1	»
	8, pluie.	24.	1 38	3	6
			2 39	1	3
	9, pluie.	24.	1 38	4	6
			2 39	1	5
	10, pluie.	24.	1 38	5	1
			2 39	2	1
	11, pluie.	24.	1 38	6	7
			2 39	3	4
	12, froid.	24.	1 38	7	5
			2 39	5	»
	13, sec.	24.	1 38	8	7
			2 39	6	4
14, froid.	24.	1 38	9	6	
		2 39	6	6	
15, pluie.	24.	1 38	10	2	
		2 39	7	4	
16, vent.	24.	1 38	10	7	
		2 39	7	7	
17, pluie.	24.	1 38	11	4	
		2 39	8	2	
18, beau.	24.	1 38	12	1	
		2 39	9	»	
19, pluie.	24.	1 38	13	1	
		2 39	9	4	
20, pluie.	24.	1 38	13	2	
		2 39	10	7	
21, beau.	24.	1 38	14	»	
		2 39	11	»	
22, beau.	24.	1 38	14	6	
		2 39	11	6	
23, vent.	24.	1 38	15	6	
		2 39	12	5	
24, pluie.	24.	1 39	»	3	
		2 39	13	5	
25, pluie.	24.	1 39	1	5	
		2 39	13	7	
26, sec.	24.	1 39	1	6	
		2 39	14	2	

ANNÉE, MOIS ET JOURS.		TEMPS pendant lequel les bois ont resté à l'eau.	POIDS des deux mor- ceaux de bois.			
			liv.	onc.	gr.	
1744. Avril.	27, vent.	24 heures.	1 ^{er}	39	3	»
			2 ^d	39	15	4
	28, pluie.	24.	1	39	4	1
			2	40	1	»
	29, beau.	24.	1	39	4	3
			2	40	1	»
	30, sec.	24.	3	39	5	1
			2	40	1	7
Mai.	1 ^{er} beau.	24.	1	39	6	»
			2	40	2	7
	2, chaud.	24.	1	39	6	4
			2	40	4	3
	3, beau.	24.	1	39	6	7
			2	40	3	7
	4, beau.	24.	1	39	7	»
			2	40	4	7
	5, beau.	24.	1	39	7	5
			2	40	4	4
	6, vent.	24.	1	39	7	4
			2	40	4	1
	7, pluie.	24.	1	39	7	5
			2	40	5	3
	8, pluie.	24.	1	39	8	5
			2	40	5	3
	9, beau.	24.	1	39	9	2
			2	40	6	»
	11, vent.	2 jours.	1	39	9	1
			2	40	5	3
	13, vent.	2.	1	39	9	3
			2	40	5	6
	15, vent.	2.	1	39	9	7
			2	40	5	7
	17, pluie.	2.	1	39	10	5
			2	40	6	3
	19, pluie.	2.	1	39	11	5
			2	40	7	2
	21, tonn.	2.	1	39	12	5
			2	40	8	3
	23, beau.	2.	1	39	13	3
			2	40	9	»
	25, pluie.	2.	1	39	14	4
			2	40	10	»
	27, beau.	2.	1	40	1	1
			2	40	12	3
	29, beau.	2.	1	40	2	»
			2	40	12	4
	31, beau.	2.	1	40	1	2
			2	40	12	5
Juin.	2, sec.	2.	1	40	2	4
			2	40	13	2
	4, pluie.	2.	1	40	4	1
			2	40	14	1

ANNÉE, MOIS ET JOURS.		TEMPS pendant lequel les bois ont resté à l'eau.	POIDS des deux mor- ceaux de bois.		
			liv.	onc.	gr.
1744. Juin.	6, sec.	2 jours.	1 ^{er} 40	5	»
			2 ^d 40	14	7
	8, sec.	2.	1 45	5	»
			2 40	14	5
	10, sec.	2.	1 40	5	6
			2 40	»	»
	12.	2.	1 40	6	5
			2 41	»	4
	14, chaud.	2.	1 40	7	2
			2 41	1	»
	16, pluie.	2.	1 40	8	3
			2 41	1	5
	18, couv.	2.	1 40	10	1
			2 41	2	7
20, pluie.	2.	1 40	10	4	
		2 41	3	5	
22, couv.	2.	1 40	11	5	
		2 41	5	3	
24, chaud.	2.	1 40	11	7	
		2 41	5	»	
26, beau.	2.	1 40	13	»	
		2 41	6	2	
28, sec.	2.	1 40	13	3	
		2 41	6	5	
30, sec.	2.	1 40	14	6	
		2 41	6	7	
Juillet.	2, chaud.	2.	1 40	14	1
			2 41	7	»
	4, pluie.	2.	1 40	15	3
			2 41	8	5
6, pluie.	2.	1 41	»	4	
		2 41	8	7	
8, vent.	2.	1 41	1	»	
		2 41	10	»	
Le 10, on a été obligé de les changer de cuvier, deux cercles s'étant brisés.					
	12, pluie.	4.	1 41	2	6
			2 41	10	6
	16, pluie.	4.	1 41	4	1
			2 41	14	»
	20, pluie.	4.	1 41	5	»
			2 41	13	»
	24, couv.	4. :	1 41	6	6
			2 41	4	5
	28, beau.	4.	1 41	8	4
			2 42	»	»
Août.	1 ^{er} , vent.	4.	1 41	9	4
			2 42	1	»
	5, couv.	4.	1 41	10	»
			2 42	2	3
	9, chal.	4.	1 41	11	4
			2 42	3	2

ANNÉE, MOIS ET JOURS.		TEMPS pendant lequel les bois ont resté à l'eau.	POIDS des deux mor- ceaux de bois.		
			liv.	onc.	gr.
1744. Août.	13, pluie.	4 jours.	1 ^{er} 41	12	1
			2 ^d 42	3	7
	17, vent.	4.	1 41	12	7
			2 42	5	3
	21, pluie.	4.	1 41	13	5
			2 42	5	4
	25, var.	4.	1 41	14	7
			2 42	6	7
	29, beau.	4.	1 42	»	4
			2 42	7	2
Sept.	2, beau.	4.	1 42	1	»
			2 42	8	»
	6, beau.	4.	1 42	2	4
			2 42	9	2
	10, var.	4.	1 42	3	5
			2 42	10	5
	14, beau.	4.	1 42	5	3
			2 42	11	4
	18, chaud.	4.	1 42	5	4
			2 42	12	»
	22, beau.	4.	1 42	4	7
			2 42	11	6
	26, chaud.	4.	1 42	5	4
			2 42	12	2
	30, beau.	4.	1 42	6	7
			2 42	13	1
Octob.	4, vent.	4	1 42	7	4
			2 42	14	2
	8, pluie.	4.	1 42	7	5
			2 42	14	2
	12, pluie.	4.	1 42	9	»
			2 42	15	»
	16, pluie.	4.	1 42	9	6
			2 43	»	3
	20, pluie.	4.	1 42	10	2
			2 43	1	3
	24, pluie.	4.	1 42	12	»
			2 43	2	4
	28, gelée.	4.	1 42	12	2
			2 43	3	»
Nov.	1 ^{er} , beau.	4.	1 42	12	6
			2 43	3	2
	5, pluie.	4.	1 42	13	2
			2 43	4	»
	9, beau.	4.	1 42	14	»
			2 43	4	6
	13, beau.	4.	1 42	14	4
			2 43	5	2
	17, pluie.	4.	1 42	15	2
			2 43	5	6
	21, var.	4.	1 42	»	2
			2 43	6	2

ANNÉE, MOIS ET JOURS.		TEMPS pendant lequel les bois ont resté à l'eau.	POIDS des deux mor- ceaux de bois.				
			liv.	onc.	gr.		
1744. Nov.	25, beau.	4 jours.	1 ^{er}	43	1	»	
			2 ^d	43	7	»	
	29, neige et gelée.	4.	1	43	2	»	
Déc.	3, dégel.	4.	2	43	8	»	
			1	43	2	2	
	7, var.	4.	2	43	8	2	
			1	43	2	6	
	11, gelée.	4.	2	43	8	4	
			1	43	3	»	
	15, pl., neige.	4.	2	43	9	»	
			1	43	2	6	
	19, pl., brouill.	4.	2	43	9	6	
			1	43	3	4	
23, pl., neige. . .	8.	2	43	9	4		
		1	43	3	5		
31, nei., dégel.	8.	2	43	10	»		
		1	43	5	»		
1745. Janv.	8, brouillard et pluie.	8.	2	43	10	6	
			1	43	5	4	
	16, gelée.	8.	2	43	11	2	
			1	43	7	4	
	24, gelée, dégel ¹ .	8.	2	43	13	6	
			1	43	7	3	
	Fév.	1 ^{er} neige.	8.	2	43	14	»
				1	43	7	7
		9, pluie.	8.	2	43	15	4
				1	43	8	3
17, pluie, vent, gelée.		8.	2	43	15	3	
	1		43	8	3		
Mars.	27, beau.	8.	2	44	»	»	
			1	43	9	6	
	5, beau ² , gelée.	8.	2	44	1	»	
			1	43	11	4	
	13, gelée.	8.	2	44	4	»	
			1	44	12	2	
	21, vent.	8.	2	44	5	»	
			1	43	15	»	
	29, beau.	8.	2	41	3	1	
			1	43	11	»	
Avril.	3.	8.	2	44	3	2	
			1	43	11	2	

¹ Le baquet était entièrement gelé; il n'y avait qu'une pinte d'eau qui ne fût point glacée. On avoit changé les bois deux jours auparavant pour relier le baquet.

² Les bois étoient si fort serrés par la glace, qu'il a fallu y jeter de l'eau chaude. Ils ont passé la nuit dans la cuisine auprès de la cheminée, et ils ont été pesés douze heures après l'eau chaude mise dans ce cuvier.

ANNÉE, MOIS ET JOURS.		TEMPS pendant lequel les bois ont resté à l'eau.	POIDS. des deux mor- ceaux de bois.			
			liv.	onc.	gr.	
1745. Avril.	14, sec.	8 jours.	1 ^{er}	43	13	4
			2 ^d	44	5	
	22, pluie.	8.	1	43	13	
	30, beau.	8.	2	44	6	»
			1	43	13	2
Mai.	8, pluie ¹ .	8.	2	44	5	3
			1	43	14	3
	16, beau, pluie.	8.	2	44	7	2
			1	43	15	»
	24, chaud, pl.	8.	2	44	1	»
			1	44	7	»
Juin.	1, froid, gibou- lée.	8.	2	44	8	1
			1	44	2	3
	9, frais, chaud.	8.	2	44	8	7
			1	44	3	»
	17, frais, vent.	8.	2	44	9	4
			1	44	2	»
	25, pluie, vent.	8.	2	44	9	7
			1	44	3	4
Juillet.	3, pluie, chaud.	8.	2	44	11	1
			1	44	3	4
	11, variable.	8.	2	44	11	1
			1	44	4	6
	19, pluie, chaud.	8.	2	44	11	2
			1	44	5	5
	27, beau.	8.	2	44	13	»
			1	44	6	6
Août.	4, pluie..	8.	2	44	12	»
			1	44	7	4
	12, pluie.	8.	2	44	13	4
			1	44	8	3
	20, pluie.	8.	2	44	14	2
			1	44	9	»
	28, pluie, beau.	8.	2	44	15	1
			1	44	10	1
Sept.	5, beau.	16.	2	45	1	»
			1	44	10	4
	21, beau.	16.	2	45	2	4
			1	44	11	6
	7 sec.	16.	2	45	4	1
			1	44	13	1
Octob.	23, beau.	16.	2	45	5	4
			1	44	15	6
			2	45	6	1

¹ Il est visible ici que c'est la vicissitude du temps qui détermine le plus ou le moins d'augmentation, après un pareil nombre de jours. Les bois ont considérablement augmenté cette fois, parce que, les deux jours qui ont précédé celui qu'on les a pesés il a fait une pluie continue par un vent du couchant, et le lendemain il a encore continué de pleuvoir un peu, et ensuite un temps couvert et humide.

ANNÉE, MOIS ET JOURS.		TEMPS pendant lequel les bois ont resté à l'eau.	POIDS des deux mor- ceaux de bois.		
			liv.	onc.	gr.
1745. Nov..	8, variable.	16 jours.	1 ^{er}	45	1 4
			2 ^d	45	8 2
	24, humide.	16.	1	45	4
			2	45	9 »
Déc. .	10, gelée.	16.	1	45	4 6
			2	45	10 1
	26, humide.	16.	1	45	5 »
			2	45	10 4
1746. Janv.	11, variable.	16.	1	45	4 4
			2	45	9 »
	27, gelée, pluie.	16.	1	45	6 8
			2	45	12 »
Fév.	12, pluie, neige.	16.	1	45	6 4
			2	45	12 »
	28, dégel.	16.	1	45	8 »
			2	45	12 4
Mars.	16, gelée, dégel.	16.	1	45	9 »
Avril.	1 ^{er} , vent, neig.	16.	2	45	13 »
			1	45	9 »
	17, sec.	16.	2	45	13 »
			1	45	9 »
Mai.	3, variable.	16.	2	45	14 »
			1	45	10 »
	19, sec et ch.	16.	2	45	13 »
			1	45	10 »
Juin.	4, pluie.	16.	2	46	» »
			1	45	9 4
	20, variable.	16.	2	45	14 2
			1	45	10 6
Juillet.	6, var. chaud.	16.	2	46	» »
			1	45	10 5
	22, sec.	16.	2	46	» 1
			1	45	10 5
Août.	7, humide.	16.	2	46	» »
			1	45	12 »
	23, chaud.	16.	2	46	» 7
			1	45	15 3
Sept.	8, pluie.	16.	2	46	2 5
			1	45	15 6
	24, sec.	16.	2	46	3 »
			1	46	» 6
Octob.	10, humide.	16.	2	46	3 6
			1	46	1 3
	26, beau.	16.	2	46	4 3
			1	46	1 »
Nov.	11, variable.	16.	2	46	5 »
			1	46	2 »
	27, frimas.	16.	2	46	6 »
			1	46	3 1
Déc. .	13, humide.	16.	2	46	6 6
			1	46	4 4
			2	46	7 4

ANNÉE, MOIS ET JOURS.		TEMPS pendant lequel les bois ont resté à l'eau.	POIDS des deux mor- ceaux de bois.			
			liv.	onc.	gr.	
1746. Déc.	29, humide.	16 jours.	1 ^{er}	46	3	»
			2 ^d	46	7	»
1747. Janv.	14, gelée.	16.	1	46	3	»
			2	46	8	»
	30, humide.	16.	1	46	2	»
			2	46	7	»
Fév. .	13, tempête. .	16.	1	46	1	2
			2	46	6	»
Mars.	3, dégel.	16.	1	46	3	»
			2	46	8	»
	19, froid.	16.	1	46	2	8
			2	46	8	8
Avril.	4, pluie.	16.	1	46	5	1
			2	46	9	5
	20, sec.	16.	1	46	4	7
			2	46	8	1
Mai. .	6, tempête.	16.	1	46	6	4
			2	46	9	4
	22, variable.	16.	1	46	7	5
			2	46	9	»
Juin.	7, pluvieux.	16.	1	46	8	2
			2	46	10	3
	23, temp. pluv. .	16.	1	46	9	1
			2	46	12	1
Juillet.	9, variable.	16.	1	46	10	»
			2	46	13	»
	25, chaud et hu- mide.	16.	1	46	12	»
			2	46	14	4
Août.	10, ch., vent. .	16.	1	46	11	»
			2	46	13	2
	26, ch., pluie.	16.	1	46	12	»
			2	46	15	»
Sept.	11, sec. . .	16.	1	46	11	»
			2	46	13	»
	27, pluvieux. .	16.	1	46	11	»
			2	46	13	4
Octob.	27, beau, couv. .	30.	1	46	12	»
			2	46	15	»
Nov.	27, bruines pen- dant 8 jours.	30.	1	46	14	»
			2	47	»	4
Déc.	27, pluie.	30.	1	46	15	»
			2	47	1	7
1748. Janv.	27, gel., neige et dégel. . .	30.	1	47	»	»
			2	47	2	»
Fév.	27, dégel et doux.	30.	1	47	1	»
			2	47	2	4
Mars.	27, froid.	30.	1	47	»	4
			2	47	4	»
Avril. .	27, froid et plu- vieux. . .	30.	1	47	2	»
			2	47	3	»
Mai.	27, sec et froid.	30.	1	47	2	»
			2	47	4	»

ANNÉE, MOIS ET JOURS.	TEMPS pendant lequel les bois ont resté à l'eau.	POIDS des deux mor- ceaux de bois.			
		liv.	onc.	gr.	
1748. Juin. 27, sec.	30 jours.	1 ^{er}	46	14	»
		2 ^a	47	1	»
		1	46	16	2
		2	47	2	1
		1	47	2	»
		2	47	4	»
		1	47	3	»
		2	47	5	5
		1	47	7	3
		2	47	7	4
		1	47	4	1
		2	47	7	4
1749. Janv. 27, pluvieux.	30.	1	47	4	4
		2	47	6	7
		1	47	6	4
		2	47	7	4
		1	47	6	»
		2	47	8	2
		1	47	8	»
		2	47	9	4
		1	47	7	»
		2	47	9	»
		1	47	6	»
		2	47	8	»
1750. Janv. 27, humide.	30.	1	47	6	4
		2	47	8	»
		1	47	6	4
		2	47	8	»
		1	47	7	2
		2	47	8	2
		1	47	10	»
		2	47	11	»
		1	47	8	»
		2	47	10	»
		1	47	6	»
		2	47	7	»
1750. Fév. 27, variable.	30.	1	47	12	»
		2	47	»	»
		1	47	14	»
		2	47	15	»
		1	47	15	»
		2	47	15	6
		1	47	14	»
		2	47	2	»
		1	47	12	4
		2	47	13	4
		1	47	14	»
		2	47	15	»
1750. Mars. 27, beau.	30.	1	47	13	4
		2	47	13	4
		1	47	14	»
		2	47	15	»
		1	47	13	4
		2	47	13	4
		1	47	13	»
		2	47	13	»
		1	47	13	»
		2	47	14	»
		1	47	14	»
		2	47	14	»

ANNÉE, MOIS ET JOURS.	TEMPS pendant lequel les bois ont resté à l'eau.	POIDS des deux mor- ceaux de bois.		
		liv.	onc.	gr.
1750. Août. 27, pluvieux.	30 jours.	1 ^{er}	48	»
		2 ^d	48	»
		1	48	1
		2	48	1
Sept. 27, bruine.	30.	1	48	1
		2	48	1
Octob. 27, beau, couv.	30.	1	48	1
		2	48	1
Nov. 27, pluvieux.	30.	1	48	2
		2	48	2
1751 ¹ . Janv. 27, pluvieux.	30.	1	48	10
		2	48	13
Fév. 27, gelée.	30.	1	48	9
		2	48	10
Mars. 27, pluvieux.	30.	1	48	13
		2	48	14
Avril. 27, pluie.	30.	1	48	13
		2	48	14
Mai. 27, variable.	30.	1	48	13
		2	48	13
Juin. 27, chaleur.	30.	1	48	8
		2	48	12
Août. 27 tempête.	60.	1	48	7
		2	48	8
Octob. 27, pluvieux.	60.	1	48	»
		2	48	»
Déc. 27, gelée.	60.	1	48	10
		2	48	10
1752. Fév. 27, variable.	60.	1	48	9
		2	48	11
Avril. 27, sec.	60.	1	48	6
		2	48	6
Juin. 27, ch., pluv.	60.	1	48	8
		2	48	8
Août. 27, variable.	60.	1	48	10
		2	48	10
Octob. 27, beau.	60.	1	48	10
		2	48	11
Déc. 27, pluvieux.	60.	1	48	11
		2	48	12
1753. Fév. 27, humide.	60.	1	48	10
		2	48	11
Avril. 27, pluvieux.	60.	1	48	11
		2	48	12

On voit par cette expérience, qui a duré vingt ans :

1° Qu'après le dessèchement à l'air pendant dix ans, et ensuite au soleil et au feu pendant dix jours, le bois de chêne

¹ On a oublié de peser les deux morceaux de bois dans le mois de décembre.

parvenu au dernier degré de son desséchement perd plus d'un tiers de son poids lorsqu'on le travaille tout vert, et moins d'un tiers lorsqu'on le garde dans son écorce pendant un an avant de le travailler : car le morceau de la première expérience s'est, en dix ans, réduit de 45 livres 10 onces à 29 livres 6 onces 7 gros ; et le morceau de la seconde expérience s'est réduit, en neuf ans, de 42 livres 8 onces à 29 livres 6 onces.

2° Que le bois, gardé dans son écorce avant d'être travaillé, prend plus promptement et plus abondamment l'eau, et par conséquent l'humidité de l'air, que le bois travaillé tout vert : car le premier morceau, qui pesoit 49 livres 6 onces 7 gros lorsqu'on l'a mis dans l'eau, n'a pris en une heure que 2 livres 8 onces 3 gros, tandis que le second morceau, qui pesoit 29 livres 6 onces, a pris dans le même temps 3 livres 6 onces. Cette différence dans la plus prompte et la plus abondante imbibition s'est soutenue très long-temps ; car, au bout de vingt-quatre heures de séjour dans l'eau, le premier morceau n'avoit pris que 4 livres 15 onces 7 gros, tandis que le second a pris dans le même temps 5 livres 4 onces 6 gros. Au bout de huit jours le premier morceau n'avoit pris que 7 livres 1 once 2 gros, tandis que le second a pris dans le même temps 7 liv. 12 onces 2 gros. Au bout d'un mois le premier morceau n'avoit pris que 8 livres 12 onces, tandis que le second a pris dans le même temps 9 livres 11 onces 2 gros. Au bout de trois mois de séjour dans l'eau le premier morceau n'avoit pris que 10 livres 14 onces 1 gros, tandis que le second a pris dans le même temps 11 livres 8 onces 5 gros. Enfin ce n'a été qu'au bout de quatre ans sept mois que les deux morceaux se sont trouvés à très peu près égaux en pesanteur.

3° Qu'il a fallu vingt mois pour que ces morceaux de bois, d'abord desséchés jusqu'au dernier degré, aient repris dans l'eau autant d'humidité qu'ils en avoient sur pied et au moment qu'on venoit d'abattre l'arbre dont ils ont été tirés ; car, au bout de ces vingt mois de séjour dans l'eau, ils pesoient 45 livres quelques onces, à peu près autant que quand on les a travaillés.

4° Qu'après avoir pris pendant vingt mois de séjour dans l'eau autant d'humidité qu'ils en avoient d'abord, ces bois ont continué à pomper l'eau pendant cinq ans : car, au mois d'octobre 1751, ils pesoient tous deux également 49 livres. Ainsi le bois plongé dans l'eau tire non-seulement autant d'humidité qu'il contenoit de sève, mais encore près d'un quart au-delà; et la différence en poids de l'entier desséchement à la pleine imbibition est de 30 à 50, ou de 3 à 5 environ. Un morceau de bois bien sec qui ne pèse que 3 livres en pèsera 5 lorsqu'il aura séjourné pendant plusieurs années dans l'eau.

5° Lorsque l'imbibition du bois dans l'eau est plénière, le bois suit au fond de l'eau les vicissitudes de l'atmosphère : il se trouve toujours plus pesant lorsqu'il pleut, et plus léger lorsqu'il fait beau, comme on le voit par les pesées de ces bois dans les dernières années des expériences, en 1751, 1752 et 1753; en sorte qu'on pourroit dire, avec juste raison, qu'il fait plus humide dans l'eau lorsqu'il pleut que quand il fait beau temps.

HUITIÈME EXPÉRIENCE.

Pour reconnoître la différence de l'imbibition des bois, dont la solidité est plus ou moins grande.

Le 2 avril 1735 j'ai fait prendre dans un chêne âgé de soixante ans, qui venoit d'être abattu, trois petits cylindres, l'un dans le centre de l'arbre, le second à la circonférence du bois parfait, et l'autre dans l'aubier. Ces trois cylindres pesoient chacun 985 grains. Je les ai mis dans un vase rempli d'eau douce tous trois en même temps, et je les ai pesés tous les jours pendant un mois, pour voir dans quelle proportion se faisoit leur imbibition.

TABLE de l'imbibition de ces cylindres de bois.

DATES DES PESÉES.		POIDS DES TROIS CYLINDRES.		
		CŒUR.	Circonfér. du cœur.	AUBIER.
		grains.	grains.	grains.
1735.				
Avril.	le 2.	985. .	985. .	985
	3, à 6 h. du mat. .	1011. .	1016. .	1065
	4.	1021. .	1027. .	1065
	5, pluie.	1023. .	1034. .	1073 1/2
	6, hum.	1040. .	1040. .	1081
	7, hum. .	1035. .	1044. .	108
	8, pluie.	1036. .	1048. .	1088 1/2
	9, hum. .	1037. .	1051. .	1090
	10, couv.	1039. .	1055. .	1092 1/2
	11, sec. .	1040. .	1056. .	1084
	12, sec. .	1042. .	1059. .	1078
	13, sec. .	1045. .	1061. .	1078 1/2
	14, couv. .	1048 1/4.	1064. .	1079 1/2
	15, sec. .	1050 3/4.	1065. .	1078
	16, chaud.	1051. .	1066. .	1074
	17, chaud.	1051 1/2.	1067. .	1072
	18, sec. .	1052. .	1068. .	1073
	19, sec. .	1053. .	1069. .	1071
	20, couv. .	1056. .	1072. .	1072
	21, pluie. .	1057. .	1073. .	1079
	22, couv. .	1057 1/2.	1075 1/2.	1078 1/2
	23, couv. .	1058. .	1077. .	1074 1/2
	24, sec. .	1059. .	1078 1/2.	1074
	25, sec. . .	1060. .	1079. .	1074
	29, sec. . .	1065. .	1087. .	1074 1/2
Mai.	5, chaud.	1068 1/2.	1091. .	1071
	9, sec. . .	1072. .	1093. .	1071
	13, chaud.	1073. .	1095 1/2. .	1070
	21, pluie. .	1075. .	1101. . .	1070
	25, pluie. .	1077 1/2.	1103 1/2. .	1084
Juin.	2, sec. . .	1078. .	1103 1/2. .	1071
	10, hum. .	1082. .	1108. .	1078 1/2
	18, sec. . . .	1080. .	1105. .	1064
Juillet.	6, pluie. .	1088. .	1109. .	1069
	15, pluie. .	1096. .	1112. .	1077
	25, pluie. . .	1113. .	1126. .	1098
Août. . . .	25, sec. . .	1112. .	1122. .	1065
Septembre.	25, pluie. .	1120. .	1126. .	1092
Octobre. . .	25, pluie. .	1128. .	1130. .	1124

Cette expérience présente quelque chose de fort singulier. On voit que, pendant le premier jour, l'aubier, qui est le moins solide des trois morceaux, tire 80 grains pesant d'eau, tandis que le morceau de la circonférence du cœur n'en tire que 31, le morceau du centre 26, et que le lendemain ce même morceau d'aubier cesse de tirer de l'eau; en sorte que, pendant vingt-quatre heures entières, son poids n'a pas augmenté d'un seul grain, tandis que les deux autres morceaux continuent à tirer de l'eau et à augmenter de poids; et en jetant les yeux sur

la table de l'imbibition de ces trois morceaux on voit que celui du centre et celui de la circonférence prennent des augmentations de pesanteur depuis le 2 avril jusqu'au 10 juin, au lieu que le morceau d'aubier augmente et diminue de pesanteur par des variations fort irrégulières. Il a été mis dans l'eau le 1^{er} avril à midi; le ciel étoit couvert, et l'air humide: ce morceau pesoit, comme les deux autres, 985 grains. Le lendemain, à dix heures du matin, il pesoit 1065 grains. Ainsi, en dix-huit heures, il avoit augmenté de 80 grains, c'est-à-dire environ $\frac{1}{2}$ de son poids total. Il étoit naturel de penser qu'il continueroit à augmenter de poids: cependant au bout de dix-huit heures il a cessé tout d'un coup de tirer de l'eau, et il s'est passé vingt-quatre heures sans qu'il ait augmenté; ensuite ce morceau d'aubier a repris de l'eau, et a continué d'en tirer pendant six jours, en sorte qu'au 10 avril il avoit tiré 107 grains $\frac{1}{2}$ d'eau: mais les deux jours suivants, le 11 et le 12, il a perdu 14 grains $\frac{1}{2}$; ce qui fait plus de la moitié de ce qu'il avoit tiré les six jours précédents. Il a demeuré presque stationnaire et au même point pendant les trois jours suivants, les 13, 14 et 15, après quoi il a continué à rendre l'eau qu'il a tirée; en sorte que le 19 du même mois il se trouve qu'il avoit rendu 21 grains $\frac{1}{2}$ depuis le 10. Il a diminué encore plus aux 13 et 21 du mois suivant, et encore plus au 18 juin, car il se trouve qu'il a perdu 28 grains $\frac{1}{2}$ depuis le 10 avril. Après cela il a augmenté pendant le mois de juillet, et au 25 de ce mois il s'est trouvé avoir tiré en total 113 grains pesant d'eau. Pendant le mois d'août il en a repris 33 grains; et enfin il a augmenté en septembre, et surtout en octobre, si considérablement que, le 25 de ce dernier mois, il avoit tiré en total 139 grains.

Une expérience que j'avois faite dans une autre vue a confirmé celle-ci; je vais en rapporter le détail pour en faire la comparaison.

J'avois fait faire quatre petits cylindres d'aubier de l'arbre dont j'avois tiré les petits morceaux de bois qui m'ont servi à l'expérience rapportée ci-dessus. Je les avois fait travailler le 8 avril, et je les avois mis dans le même vase. Deux de ces pe-

tits cylindres avoient été coupés dans le côté de l'arbre qui étoit exposé au nord lorsqu'il étoit sur pied, et les deux autres petits cylindres avoient été pris dans le côté de l'arbre qui étoit exposé au midi. Mon but, dans cette expérience, étoit de savoir si le bois de la partie de l'arbre qui est exposée au midi est plus ou moins solide que le bois qui est exposé au nord. Voici la proportion de leur imbibition.

TABLE de l'imbibition de ces quatre cylindres.

DATES DES PESÉES.	POIDS DES MORCEAUX septentrionaux.		POIDS DES MORCEAUX méridionaux.	
	L'un.	L'autre.	L'un.	L'autre.
	grains.	grains.	grains.	grains.
1735.				
Avril.	8	64	64	64
	9	76 $\frac{1}{4}$	76	73 $\frac{1}{2}$
	10	76 $\frac{1}{2}$	76	73 $\frac{1}{2}$
	11	76 $\frac{3}{4}$	76	74
	12	77	76	74
	13	77 $\frac{1}{4}$	76 $\frac{1}{2}$	74 $\frac{1}{2}$
	14	76 $\frac{3}{4}$	76 $\frac{1}{4}$	75
	15	77 $\frac{1}{4}$	77	75 $\frac{1}{2}$
	16	77	76 $\frac{1}{4}$	74 $\frac{1}{2}$
	17	76 $\frac{1}{2}$	76	74 $\frac{1}{4}$
	18	77	76 $\frac{1}{4}$	74 $\frac{1}{4}$
	19	77	76	74
	21	78 $\frac{1}{4}$	77	75
	25	77	76	74
	29	77 $\frac{1}{2}$	76 $\frac{1}{2}$	74 $\frac{1}{4}$
Mai.	5	77 $\frac{1}{2}$	76 $\frac{1}{2}$	74
	13	77 $\frac{3}{4}$	77 $\frac{1}{2}$	74
	28	78	77	75
Juin. .	30	78	76 $\frac{5}{4}$	75
Juillet.	25	80 $\frac{1}{2}$	80	78 $\frac{1}{2}$
Août. . . .	25	76 $\frac{3}{4}$	76 $\frac{1}{4}$	74 $\frac{5}{4}$
Septembre. .	25	80 $\frac{3}{4}$	80 $\frac{1}{4}$	79 $\frac{1}{2}$
Octobre.	25	84 $\frac{1}{4}$	84	83 $\frac{1}{4}$

Cette expérience s'accorde avec l'autre, et on voit que ces quatre morceaux d'aubier augmentent et diminuent de poids les mêmes jours que le morceau d'aubier de l'autre expérience augmente ou diminue, et que par conséquent il y a une cause générale qui produit ces variations. On en sera encore plus convaincu après avoir jeté les yeux sur la table suivante.

Le 11 avril de la même année j'ai pris un morceau d'aubier du même arbre, qui pesoit, avant que d'avoir été mis dans l'eau, 7 onces 3 gros. Voici la proportion de son imbibition.

ANNÉE, MOIS ET JOURS.			POIDS DU MORCEAU.	ANNÉE, MOIS ET JOURS.			POIDS DU MORCEAU.
1735.			onces.	1735.			onces.
Avril. . .	11		7 $\frac{24}{36}$	Avril. .	21		7 $\frac{56}{64}$
	12		7 $\frac{50}{64}$		25		7 $\frac{56}{64}$
	13		7 $\frac{56}{64}$	Mai. . .	5		7 $\frac{56}{64}$
	14		7 $\frac{56}{64}$		25		7 $\frac{62}{64}$
	15		7 $\frac{59}{64}$	Juin.	25		7 $\frac{58}{64}$
	16		7 $\frac{55}{64}$	Juillet.	25		8 $\frac{6}{64}$
	17		7 $\frac{56}{64}$	Août. . .	25		7 $\frac{58}{64}$
	18		7 $\frac{54}{64}$	Septembre.	25		7 $\frac{60}{64}$
	19		7 $\frac{58}{64}$	Octobre.	25		8 $\frac{8}{64}$

Cette expérience confirme encore les autres, et on ne peut pas douter, à la vue de ces tables, des variations singulières qui arrivent au bois dans l'eau. On voit que tous ces morceaux de bois ont augmenté considérablement au 25 juillet, qu'ils ont tous diminué considérablement au 25 août, et qu'ensuite ils ont augmenté encore plus considérablement aux mois de septembre et d'octobre.

Il est donc très certain que le bois plongé dans l'eau en tire et rejette alternativement dans une proportion dont les quantités sont très considérables par rapport au total de l'imbibition. Ce fait, après que je l'eus absolument vérifié, m'étonna. J'imaginai d'abord que ces variations pouvoient dépendre de la pesanteur de l'air, je pensai que l'air étant plus pesant dans le temps qu'il fait sec et chaud, l'eau chargée alors d'un plus grand poids doit pénétrer dans les pores du bois avec une force plus grande; et qu'au contraire lorsque l'air est plus léger l'eau qui y étoit entrée par la force du plus grand poids de l'atmosphère pouvoit en ressortir : mais cette explication ne va pas avec les observations; car il paroît au contraire, par les tables précédentes, que le bois dans l'eau augmente toujours de poids dans les temps de pluie, et diminue considérablement dans les temps secs et chauds, et c'est ce qui me fit proposer, quelques années après, à M. Dalibard de faire ces expériences sur le bois plongé dans l'eau, en comparant les variations de la pesanteur du bois avec les mouvements du baromètre, du thermomètre et de l'hygromètre; ce qu'il a exécuté avec succès et

publié dans le premier volume des *Mémoires étrangers*, imprimés par ordre de l'Académie.

NEUVIÈME EXPÉRIENCE.

Sur l'imbibition du bois vert.

Le 9 avril 1735 j'ai pris dans le centre d'un chêne abattu le même jour, âgé d'environ soixante ans, un morceau de bois cylindrique qui pesoit 11 onces; je l'ai mis tout de suite dans un vase plein d'eau, que j'ai eu soin de tenir toujours rempli à la même hauteur.

TABLE de l'imbibition de ce morceau de cœur de chêne ¹.

ANNÉE, MOIS ET JOURS.			POIDS du cœur de chêne.	ANNÉE, MOIS ET JOURS.			POIDS du cœur de chêne.
			onces.				onces.
1735.	Avril.	9	11	1735.	Avril.	22	11 $\frac{36}{64}$
		10	11 $\frac{16}{64}$			25	11 $\frac{37}{64}$
		11	11 $\frac{24}{64}$			29	11 $\frac{40}{64}$
		12	11 $\frac{26}{64}$	Mai.	5	11 $\frac{42}{64}$	11 $\frac{43}{64}$
		13	11 $\frac{28}{64}$			13	11 $\frac{46}{64}$
		14	11 $\frac{29}{64}$			29	11 $\frac{54}{64}$
		15	11 $\frac{32}{64}$	Juin.	14	11 $\frac{58}{64}$	11 $\frac{58}{64}$
		16	11 $\frac{34}{64}$			30	11 $\frac{58}{64}$
		17	11 $\frac{34}{64}$	Juillet.	25	11 $\frac{60}{64}$	11 $\frac{60}{64}$
		18	11 $\frac{34}{64}$	Août. . .	25	11 $\frac{60}{64}$ *	
		19	11 $\frac{34}{64}$	Septembre.	25	12	12 $\frac{60}{64}$
		20	11 $\frac{34}{64}$	Octobre. . . .	25	12	12 $\frac{60}{64}$
		21	11 $\frac{25}{64}$				

Il paroît, par cette expérience, qu'il y a dans le bois une matière grasse que l'eau dissout fort aisément; il paroît aussi qu'il y a des parties de fer dans cette matière grasse, qui donnent la couleur noire.

On voit que le bois qui vient d'être coupé n'augmente pas beaucoup en pesanteur dans l'eau, puisqu'en six mois l'aug-

L'eau, quoique changée très souvent, prenoit une couleur noire peu de temps après que le bois y étoit plongé; quelquefois cette eau étoit recouverte d'une espèce de pellicule huileuse, et le bois a toujours été gluant jusqu'au 29 avril, quoique l'eau se soit clarifiée quelques jours auparavant.

* On voit que, dans les temps auxquels les aubiers des expériences précédentes diminuent au lieu d'augmenter de pesanteur dans l'eau, le bois de cœur de chêne n'augmente ni ne diminue.

mentation n'est ici que d'une douzième partie de la pesanteur totale.

DIXIÈME EXPÉRIENCE.

Sur l'imbibition du bois sec, tant dans l'eau douce que dans l'eau salée.

Le 22 avril 1735, j'ai pris dans une solive de chêne, travaillée plus de vingt ans auparavant, et qui avoit toujours été à couvert, deux petits parallépipèdes d'un pouce d'équarrissage sur deux pouces de hauteur. J'avois auparavant fait fondre dans une quantité de 15 onces d'eau une once de sel marin. Après avoir posé les morceaux de bois dont je viens de parler et avoir écrit leur poids, qui étoit de 450 grains chacun, j'ai mis l'un de ces morceaux dans l'eau salée, et l'autre dans une égale quantité d'eau commune.

Chaque morceau pesoit, avant que d'être dans l'eau, 450 grains; ils y ont été mis à cinq heures du soir, et on les a laissés surnager librement.

TABLE de l'imbibition de ces deux morceaux de bois.

ANNÉE, MOIS ET JOURS.	POIDS du bois imbibé d'eau commune.	POIDS du bois imbibé d'eau salée.	ANNÉE, MOIS ET JOURS.	POIDS du bois imbibé d'eau commune.	POIDS du bois imbibé d'eau salée.
1735. Avril.	grains.	grains.	1735. Mai.	grains.	grains.
22, à 7 h. du soir.	485	481	13.	667	607
à 10 h. du soir.	495	487	17.	682	616
23, à 6 h. du mat.	506 $\frac{1}{2}$	495	21.	634	625
à 6 h. du soir.	521 $\frac{1}{2}$	502	29.	704	630
24, à 6 h. du mat.	531 $\frac{1}{2}$	509 $\frac{1}{2}$	Juin.		
25, même heure.	547	517 $\frac{1}{4}$ *	6.	712 $\frac{1}{2}$	640
26.	560	528	14.	732	648
27, à 6 h. du mat.	573	533	30.	753 $\frac{1}{2}$	663 $\frac{1}{2}$
28.	582	539 $\frac{1}{2}$	Juillet.		
29.	589 $\frac{1}{2}$	545 $\frac{1}{2}$	25.	770	701
30.	598	549	Août.		
Mai.			25.	782 $\frac{1}{2}$	736
1 ^{er} .	603	551	Septembre.		
2.	609 $\frac{1}{2}$	553 $\frac{1}{3}$	25.	788 $\frac{1}{2}$	756 $\frac{1}{2}$
5.	628	585	Octobre.		
9.	648 $\frac{1}{2}$	597	25.	796	760

* Il s'étoit formé de petits cristaux de sel tout autour du morceau un peu au-dessous de la ligne de l'eau dans laquelle il surnageoit.

J'ai observé dans le cours de cette expérience que le bois devient plus glissant et plus huileux dans l'eau douce que dans l'eau salée ; l'eau douce devient aussi plus noire. Il se forme dans l'eau salée de petits cristaux qui s'attachent au bois sur la surface supérieure , c'est-à-dire sur la surface qui est la plus voisine de l'air. Je n'ai jamais vu de cristaux sur la surface inférieure. On voit par cette expérience que le bois tire l'eau douce en plus grande quantité que l'eau salée. On en sera convaincu en jetant les yeux sur les tables suivantes.

Le même jour , 22 avril , j'ai pris dans la même solive six morceaux de bois d'un pouce d'équarrissage qui pesoient chacun 430 grains ; j'en ai mis trois dans 45 onces d'eau salée de 3 onces de sel , et j'ai mis les trois autres dans 45 onces d'eau douce et dans des vases semblables. Je les avois numérotés : 1, 2, 3 étoient dans l'eau salée ; et les numéros 4, 5, 6 étoient dans l'eau douce.

TABLE de l'imbibition de ces six morceaux.

NOTA. Avant d'avoir été mis dans l'eau, ils pesoient tous 430 grains; on les a mis dans l'eau à cinq heures et demie du soir.

ANNÉE, MOIS ET JOURS DES PESÉES.	POIDS des numéros 1, 2, 3.	POIDS des numéros 4, 5, 6.	ANNÉE, MOIS ET JOURS DES PESÉES.	POIDS des numéros 1, 2, 3.	POIDS des numéros 4, 5, 6.
	grains.	grains.		grains.	grains.
1735.			1735.		
Avril. 22, à 6 h.	450.	450	Mai. 2. à 6 h.	530 $\frac{1}{2}$.	582
et d.	449 $\frac{1}{2}$.	451	du s.	529.	577
	448 $\frac{1}{2}$.	552		519 $\frac{1}{2}$.	575
à 7 h.	453.	459		567.	600
et d.	452.	458	3.	564.	594
	451.	455 $\frac{1}{2}$		535.	593
à 8 h.	456.	463		573.	621 $\frac{1}{2}$
et d.	455.	462	9.	570.	613 $\frac{1}{2}$
	453.	459 $\frac{1}{2}$		561 $\frac{1}{3}$.	606
à 9 h.	458.	466		581.	634 $\frac{1}{2}$
et d.	457.	465	13.	578.	632 $\frac{1}{2}$
	455.	462		570.	624 $\frac{1}{2}$
23, à 6 h.	467.	479 $\frac{1}{2}$		589.	653
du m.	464.	476 $\frac{1}{2}$	17.	582.	648
	463.	475 $\frac{1}{2}$		575.	637
à 6 h.	475.	494 $\frac{1}{2}$		597.	670
du s.	474.	491	21.	584.	655
	471.	488		583.	649
24, même	482.	505 $\frac{1}{2}$		619 $\frac{1}{2}$.	682
heure.	480.	503	29.	618.	667
	479.	501		612.	664
	490 $\frac{1}{2}$.	518 $\frac{1}{3}$		622.	694
25.	486 $\frac{1}{2}$.	516	Juin. 6.	620 $\frac{1}{2}$.	680
	485 $\frac{1}{2}$.	513		613.	679 $\frac{1}{2}$
	501.	532		628.	703
26.	497.	529	14.	627.	696
	495.	527 $\frac{1}{2}$		620.	691 $\frac{1}{2}$
	507 $\frac{1}{2}$.	545		645.	724
27.	504.	540	30.	642.	715
	499 $\frac{1}{2}$.	539		634.	713 $\frac{1}{2}$
	514.	555		663 $\frac{1}{2}$.	737 $\frac{1}{2}$
28.	509.	552	Juil. 25.	657.	731 $\frac{1}{2}$
	505 $\frac{1}{2}$.	551		648.	729
	517.	560 $\frac{1}{2}$		688.	747
29.	513.	557 $\frac{1}{2}$	Août. 25.	694.	742
	507.	555 $\frac{1}{2}$		686.	736
	522.	571		718.	752
30.	520 $\frac{1}{2}$.	568	Sept. 25.	711.	748
	512 $\frac{1}{2}$.	567		704.	740
	527.	575		723.	757 $\frac{1}{2}$
Mai. 1 ^{er} .	525.	571 $\frac{1}{2}$	Octobre.	713 $\frac{1}{2}$.	751
	515.	570		707 $\frac{1}{2}$.	742

- Il résulte de cette expérience et de toutes les précédentes :
- 1^o Que le bois de chêne perd environ un tiers de son poids par le desséchement, et que les bois moins solides que le chêne perdent plus d'un tiers de leur poids;
 - 2^o Qu'il faut sept ans au moins pour dessécher des solives

de 8 à 9 pouces de grosseur , et que par conséquent il faudroit beaucoup plus du double du temps , c'est-à-dire plus de quinze ans pour dessécher une poutre de 16 à 18 pouces d'équarrissage ;

3^o Que le bois abattu et gardé dans son écorce se dessèche si lentement, que le temps qu'on le garde dans son écorce est en pure perte pour le desséchement, et que par conséquent il faut équarrir les bois peu de temps après qu'ils auront été abattus ;

4^o Que quand le bois est parvenu aux deux tiers de son desséchement il commence à repomper l'humidité de l'air , et qu'il faut par conséquent conserver dans des lieux fermés les bois secs qu'on veut employer à la menuiserie ;

5^o Que le desséchement du bois ne diminue pas sensiblement son volume , et que la quantité de la sève est le tiers de celle des parties solides de l'arbre ;

6^o Que le bois de chêne abattu en pleine sève , s'il est sans aubier , n'est pas plus sujet aux vers que le bois de chêne abattu dans toute autre saison ;

7^o Que le desséchement du bois est d'abord en raison plus grande que celle des surfaces , et ensuite en moindre raison ; que le desséchement total d'un morceau de bois de volume égal , et de surface double d'un autre , se fait en deux ou trois fois moins de temps ; que le desséchement total de bois à volume égal et surface triple se fait en cinq ou six fois environ moins de temps ;

8^o Que l'augmentation de pesanteur que le bois sec acquiert en repomant l'humidité de l'air est proportionnelle à la surface ;

9^o Que le desséchement des bois est proportionnelle à leur légèreté , en sorte que l'aubier se dessèche plus que le cœur de chêne , dans la raison de sa densité relative , qui est à peu près de $\frac{1}{3}$ moindre que celle du cœur ;

10^o Que quand le bois est entièrement desséché à l'ombre , la quantité dont on peut encore le dessécher en l'exposant au soleil , et ensuite dans un four échauffé à 47 degrés , ne sera guère que d'une dix-septième ou dix-huitième partie du poids

total du bois , et que par conséquent ce desséchement artificiel est coûteux et inutile ;

11^o Que les bois secs et légers , lorsqu'ils sont plongés dans l'eau , s'en remplissent en très peu de temps ; qu'il ne faut , par exemple , qu'un jour à un petit morceau d'aubier pour se remplir d'eau , au lieu qu'il faut vingt jours à un pareil morceau de cœur de chêne ;

12^o Que le bois de cœur de chêne n'augmente que d'une douzième partie de son poids total , lorsqu'on l'a plongé dans l'eau au moment qu'on vient de le couper , et qu'il faut même un très long temps pour qu'il augmente de cette douzième partie en pesanteur ;

13^o Que le bois plongé dans l'eau douce la tire plus promptement et plus abondamment que le bois plongé dans l'eau salée ne tire l'eau salée ;

14^o Que le bois plongé dans l'eau s'imbibe bien plus promptement qu'il ne se dessèche à l'air , puisqu'il n'a fallu que douze jours aux morceaux des deux premières expériences pour reprendre dans l'eau la moitié de toute l'humidité qu'ils avoient perdue par le desséchement en sept ans , et qu'en vingt-deux mois ils se sont chargés d'autant d'humidité qu'ils en avoient jamais eu , en sorte qu'au bout de ces vingt-deux mois de séjour dans l'eau ils pesoient autant que quand on les avoit coupés douze ans auparavant ;

15^o Enfin que , quand les bois sont entièrement remplis d'eau , ils éprouvent au fond de l'eau des variations relatives à celles de l'atmosphère , et qui se reconnoissent à la variation de leur pesanteur , et quoiqu'on ne sache pas bien à quoi correspondent ces variations , on voit cependant en général que le bois plongé dans l'eau est plus humide lorsque l'air est humide , et moins humide lorsque l'air est sec , puisqu'il pèse constamment plus dans les temps de pluie que dans les beaux temps.

ARTICLE III.

Sur la conservation et le rétablissement des forêts.

Le bois, qui étoit autrefois très commun en France, maintenant suffit à peine aux usages indispensables, et nous sommes menacés pour l'avenir d'en manquer absolument. Ce seroit une vraie perte pour l'état d'être obligé d'avoir recours à ses voisins, et de tirer de chez eux, à grands frais, ce que nos soins et quelque légère économie peuvent nous procurer; mais il faut s'y prendre à temps, il faut commencer dès aujourd'hui: car si notre indolence dure, si l'envie pressante que nous avons de jouir continue à augmenter notre indifférence pour la postérité, enfin si la police des bois n'est pas réformée, il est à craindre que les forêts, cette partie la plus noble du domaine de nos rois, ne deviennent des terres incultes, et que le bois de service, dans lequel consiste une partie des forces maritimes de l'état, ne se trouve consommé et détruit sans espérance prochaine de renouvellement.

Ceux qui sont préposés à la conservation des bois se plaignent eux-mêmes de leur dépérissement: mais ce n'est pas assez de se plaindre d'un mal qu'on ressent déjà, et qui ne peut qu'augmenter avec le temps, il en faut chercher le remède; et tout bon citoyen doit donner au public les expériences et les réflexions qu'il peut avoir faites à cet égard. Tel a toujours été le principal objet de l'Académie: l'utilité publique est le but de ses travaux. Ces raisons ont engagé feu M. de Réaumur à nous donner, en 1721, de bonnes remarques sur l'état des bois du royaume. Il pose des faits incontestables, il offre des vues saines, et il indique des expériences qui feront honneur à ceux qui les exécuteront. Engagé par les mêmes motifs, et me trouvant à portée des bois, je les ai observés avec une attention particulière; et enfin, animé par les ordres de M. le comte de Maurepas, j'ai fait plusieurs expériences sur ce sujet. Des vues d'utilité particulière autant que de curiosité de physicien m'ont porté à faire exploiter mes bois taillis sous mes

yeux ; j'ai fait des pépinières d'arbres forestiers ; j'ai semé et planté plusieurs cantons de bois ; et, ayant fait toutes ces épreuves en grand, je suis en état de rendre compte du peu de succès de plusieurs pratiques qui réussissoient en petit, et que les auteurs d'agriculture avoient recommandées. Il en est ici comme de tous les autres arts : le modèle qui réussit le mieux en petit, souvent ne peut s'exécuter en grand.

Tous nos projets sur les bois doivent se réduire à tâcher de conserver ceux qui nous restent, et à renouveler une partie de ceux que nous avons détruits. Commençons par examiner les moyens de conservation, après quoi nous viendrons à ceux de renouvellement.

Les bois de service du royaume consistent dans les forêts qui appartiennent à sa majesté, dans les réserves des ecclésiastiques et des gens de mainmorte, et enfin dans les baliveaux que l'ordonnance oblige de laisser dans tous les bois.

On sait, par une expérience déjà trop longue, que le bois des baliveaux n'est pas de bonne qualité, et que d'ailleurs ces baliveaux font tort aux taillis. J'ai observé fort souvent les effets de la gelée du printemps dans deux cantons de bois taillis voisins l'un de l'autre. On avoit conservé dans l'un tous les baliveaux de quatre coupes successives ; dans l'autre on n'avoit conservé que les baliveaux de la dernière coupe. J'ai reconnu que la gelée avoit fait un si grand tort au taillis surchargé de baliveaux, que l'autre taillis l'a devancé de cinq ans sur douze. L'exposition étoit la même ; j'ai sondé le terrain en différents endroits, il étoit semblable. Ainsi je ne puis attribuer cette différence qu'à l'ombre et à l'humidité que les baliveaux jetoient sur le taillis, et à l'obstacle qu'ils formoient au dessèchement de cette humidité, en interrompant l'action du vent et du soleil.

Les arbres qui poussent vigoureusement en bois produisent rarement beaucoup de fruit ; les baliveaux se chargent d'une grande quantité de glands, et annoncent par-là leur foiblesse. On imagineroit que ce gland devoit repeupler et garnir les bois : mais cela se réduit à bien peu de chose ; car de plusieurs

millions de ces graines qui tombent au pied des arbres, à peine en voit-on lever quelques centaines, et ce petit nombre est bientôt étouffé par l'ombre continuelle et le manque d'air, ou supprimé par le *dégouttement* de l'arbre et par la gelée qui est toujours plus vive près de la surface de la terre, ou enfin détruit par les obstacles que ces jeunes plantes trouvent dans un terrain traversé d'une infinité de racines et d'herbes de toute espèce. On voit, à la vérité, quelques arbres de brin dans les taillis : ces arbres viennent de graines ; car le chêne ne se multiplie pas par rejetons au loin, et ne pousse pas de la racine : mais ces arbres de brin sont ordinairement dans les endroits clairs des bois, loin des gros baliveaux, et sont dus aux mulots ou aux oiseaux, qui, en transportant les glands, en sèment une grande quantité. J'ai su mettre à profit ces graines que les oiseaux laissent tomber. J'avois observé dans un champ qui, depuis trois ou quatre ans, étoit demeuré sans culture, qu'autour de quelques petits buissons qui s'y trouvoient fort loin les uns des autres, plusieurs petits chênes avoient paru tout d'un coup ; je reconnus bientôt par mes yeux que cette plantation appartenoit à des geais qui, en sortant des bois, venoient d'habitude se placer sur ces buissons pour manger leur gland et en laissoient tomber la plus grande partie, qu'ils ne se donnoient jamais la peine de ramasser. Dans un terrain que j'ai planté dans la suite, j'ai eu soin d'y mettre de petits buissons ; les oiseaux s'en sont emparés et ont garni les environs d'une grande quantité de jeunes chênes.

Il faut qu'il y ait déjà du temps qu'on ait commencé à s'apercevoir du dépérissement des bois, puisque autrefois nos rois ont donné des ordres pour leur conservation. La plus utile de ces ordonnances est celle qui établit dans les bois des ecclésiastiques et gens de mainmorte la réserve du quart pour croître en futaie ; elle est ancienne, et a été donnée pour la première fois en 1573, confirmée en 1597, et cependant demeurée sans exécution jusqu'à l'année 1669. Nous devons souhaiter qu'on ne se relâche point à cet égard. Ces réserves sont un fonds, un bien réel pour l'état, un bien de bonne nature ;

car elles ne sont pas sujettes aux défauts des baliveaux : rien n'a été mieux imaginé, et on en auroit bien senti les avantages, si jusqu'à présent le crédit, plutôt que le besoin, n'en eût pas disposé. On préviendroit cet abus en supprimant l'usage arbitraire des permissions, et en établissant un temps fixe pour la coupe des réserves : ce temps seroit plus ou moins long, selon la qualité du terrain, ou plutôt selon la profondeur du sol ; car cette attention est absolument nécessaire. On pourroit donc régler les coupes à cinquante ans dans un terrain de deux pieds et demi de profondeur, à soixante-dix ans dans un terrain de trois pieds et demi et à cent ans dans un terrain de quatre pieds et demi et au-delà de profondeur. Je donne ces termes d'après les observations que j'ai faites, au moyen d'une tarière haute de cinq pieds, avec laquelle j'ai sondé quantité de terrains où j'ai examiné en même temps la hauteur, la grosseur et l'âge des arbres ; cela se trouvera assez juste pour les terres fortes pétrissables. Dans les terres légères et sablonneuses, on pourroit fixer les coupes à quarante, soixante et quatre-vingts ans ; on perdrait à attendre plus long-temps, et il vaudroit infiniment mieux garder du bois de service dans des magasins que de le laisser sur pied dans les forêts, où il ne peut manquer de s'altérer après un certain âge.

Dans quelques provinces maritimes du royaume, comme dans la Bretagne, près d'Ancenis, il y a des terrains de communes qui n'ont jamais été cultivés, et qui, sans être en nature de bois, sont couverts d'une infinité de plantes inutiles, comme de fougères, de genêts et de bruyères, mais qui sont en même temps plantés d'une assez grande quantité de chênes isolés. Ces arbres, souvent gâtés par l'abrouissement du bétail, ne s'élèvent pas, ils se courbent, ils se tortillent et ils portent une mauvaise figure dont cependant on tire quelque avantage, car ils peuvent fournir un grand nombre de pièces courbes pour la marine ; et par cette raison ils méritent d'être conservés. Cependant on dégrade tous les jours ces espèces de plantations naturelles ; les seigneurs donnent ou vendent aux paysans la liberté de couper dans ces communes ; et il est à craindre que

Ces magasins de bois courbés ne soient bientôt épuisés. Cette perte seroit considérable ; car les bois courbes de bonne qualité , tels que sont ceux dont je viens de parler , sont fort rares. J'ai cherché les moyens de faire des bois courbes , et j'ai sur cela des expériences commencées qui pourront réussir , et que je vais rapporter en deux mots. Dans un taillis , j'ai fait couper à différentes hauteurs , savoir : à deux , quatre , six , huit , dix et douze pieds au-dessus de terre , les tiges de plusieurs jeunes arbres , et quatre années ensuite j'ai fait couper le sommet des jeunes branches que ces arbres étetés ont produites ; la figure de ces arbres est devenue , par cette double opération , si irrégulière , qu'il n'est pas possible de la décrire , et je suis persuadé qu'un jour ils fourniront du bois courbe. Cette façon de courber le bois seroit bien plus simple et bien plus aisée à pratiquer que celle de charger d'un poids ou d'assujettir par une corde la tête des jeunes arbres , comme quelques gens l'ont proposé '.

Tous ceux qui connoissent un peu les bois savent que la gelée du printemps est le fléau des taillis ; c'est elle qui , dans les endroits bas et dans les petits vallons , supprime continuellement les jeunes rejetons , et empêche le bois de s'élever : en un mot , elle fait au bois un aussi grand tort qu'à toutes les autres productions de la terre ; et si ce tort a jusqu'ici été moins connu , moins sensible , c'est que la jouissance d'un taillis étant éloignée , le propriétaire y fait moins d'attention , et se console plus aisément de la perte qu'il fait : cependant cette perte n'en est pas moins réelle , puisqu'elle recule son revenu de plusieurs années. J'ai tâché de prévenir , autant qu'il est possible , les mauvais effets de la gelée , en étudiant la façon dont elle agit ; et j'ai fait sur cela des expériences qui m'ont appris que la gelée agit bien plus violemment à l'exposition du midi qu'à l'exposition du nord ; qu'elle fait tout périr à l'abri

Ces jeunes arbres que j'avois fait étêter en 1734 , et dont on avoit encore coupé la principale branche en 1737 , m'ont fourni , en 1763 , plusieurs courbes très bonnes , et dont je me suis servi pour les roues des marteaux et des soufflets de mes forges.

du vent, tandis qu'elle épargne tout dans les endroits où il peut passer librement. Cette observation, qui est constante, fournit un moyen de préserver de la gelée quelques endroits des taillis, au moins pendant les deux ou trois premières années, qui sont le temps critique, et où elle les attaque avec plus d'avantage. Ce moyen consiste à observer, quand on les abat, de commencer la coupe du côté du nord. Il est aisé d'y obliger les marchands de bois en mettant cette clause dans leur marché, et je me suis déjà très bien trouvé d'avoir pris cette précaution pour quelques-uns de mes taillis.

Un père de famille, un homme arrangé, qui se trouve propriétaire d'une quantité un peu considérable de bois taillis, commence par les faire arpenter, borner, diviser et mettre en coupe réglée; il s'imagine que c'est là le plus haut point d'économie: tous les ans il vend le même nombre d'arpents; de cette façon, ses bois deviennent un revenu annuel. Il se sait bon gré de cette règle, et c'est cette apparence d'ordre qui a fait prendre faveur aux coupes réglées. Cependant il s'en faut bien que ce soit là le moyen de tirer de ses taillis tout le profit qu'on en pourroit obtenir. Ces coupes réglées ne sont bonnes que pour ceux qui ont des terres éloignées qu'ils ne peuvent visiter: la coupe réglée de leur bois est une espèce de ferme; ils comptent sur le produit, et le reçoivent sans se donner aucun soin. Cela doit convenir à grand nombre de gens; mais pour ceux dont l'habitation se trouve fixée à la campagne, et même pour ceux qui y vont passer un certain temps toutes les années, il leur est facile de mieux ordonner les coupes de leurs bois taillis. En général, on peut assurer que, dans les bons terrains, on gagnera à les attendre, et que, dans les terrains où il n'y a pas de fond, il faut les couper fort jeunes; mais il seroit à souhaiter qu'on pût donner de la précision à cette règle, et déterminer au juste l'âge où l'on doit couper les taillis. Cet âge est celui où l'accroissement du bois commence à diminuer. Dans les premières années, le bois croît de plus en plus, c'est-à-dire que la production de la seconde année est plus considérable que celle de la première année; l'accroissement de la troisième

année est plus grand que celui de la seconde : ainsi l'accroissement du bois augmente jusqu'à un certain âge, après quoi il diminue. C'est ce point, ce *maximum*, qu'il faut saisir pour tirer de son taillis tout l'avantage et tout le profit possible. Mais comment le reconnoître ? comment s'assurer de cet instant ? Il n'y a que des expériences faites en grand, des expériences longues et pénibles, des expériences telles que M. de Réaumur les a indiquées, qui puissent nous apprendre l'âge où les bois commencent à croître de moins en moins. Ces expériences consistent à couper et peser tous les ans le produit de quelques arpents de bois, pour comparer l'augmentation annuelle, et reconnoître, au bout de plusieurs années, l'âge où elle commence à diminuer.

J'ai fait plusieurs autres remarques sur la conservation des bois, et sur les changements qu'on devoit faire aux réglemens des forêts, que je supprime, comme n'ayant aucun rapport avec des matières de physique ; mais je ne dois pas passer sous silence ni cesser de recommander le moyen que j'ai trouvé d'augmenter la force et la solidité du bois de service, et que j'ai rapporté dans le premier article de ce mémoire. Rien n'est plus simple ; car il ne s'agit que d'écorcer les arbres, et les laisser ainsi sécher et mûrir sur pied avant que de les abattre. L'aubier devient, par cette opération, aussi dur que le cœur de chêne ; il augmente considérablement de force et de densité, comme je m'en suis assuré par un grand nombre d'expériences, et les souches de ces arbres écorcés et séchés sur pied ne laissent pas que de repousser et de produire des rejetons. Ainsi il n'y a pas le moindre inconvénient à établir cette pratique, qui, en augmentant la force et la durée du bois mis en œuvre, doit en diminuer la consommation, et par conséquent doit être mise au nombre des moyens de conserver les bois. Venons maintenant à ceux qu'on doit employer pour les renouveler.

Cet objet n'est pas moins important que le premier. Combien y a-t-il dans le royaume de terres inutiles, de landes, de bruyères, de communes qui sont absolument stériles ! La Bretagne, le Poitou, la Guienne, la Bourgogne, la Champagne,

et plusieurs autres provinces, ne contiennent que trop de ces terres inutiles. Quel avantage pour l'état si on pouvoit les mettre en valeur ! La plupart de ces terrains étoient autrefois en nature de bois, comme je l'ai remarqué dans plusieurs de ces cantons déserts, où l'on trouve encore quelques vieilles souches presque entièrement pourries. Il est à croire qu'on a peu à peu dégradé les bois de ces terrains, comme on dégrade aujourd'hui les communes de Bretagne, et que, par la succession des temps, on les a absolument dégarnis. Nous pouvons donc raisonnablement espérer de rétablir ce que nous avons détruit. On n'a pas de regret à voir des rochers nus, des montagnes couvertes de glace, ne rien produire ; mais comment peut-on s'accoutumer à souffrir au milieu des meilleures provinces d'un royaume de bonnes terres en friche, des contrées entières mortes pour l'état ? Je dis de bonnes terres, parce que j'en ai vu et j'en ai fait défricher qui non-seulement étoient de qualité à produire de bon bois, mais même des grains de toute espèce. Il ne s'agiroit donc que de semer ou de planter ces terrains : mais il faudroit que cela pût se faire sans grande dépense ; ce qui ne laisse pas que d'avoir quelques difficultés, comme on jugera par le détail que je vais faire.

Comme je souhaitois de m'instruire à fond sur la manière de semer et de planter des bois, après avoir lu le peu que nos auteurs d'agriculture disent sur cette matière, je me suis attaché à quelques auteurs anglois, comme Evelin, Miller, etc., qui me paroissoient être plus au fait, et parler d'après l'expérience. J'ai voulu d'abord suivre leurs méthodes en tout point, et j'ai planté et semé des bois à leur façon ; mais je n'ai pas été long-temps sans m'apercevoir que cette façon étoit ruineuse, et qu'en suivant leurs conseils, les bois, avant que d'être en âge, m'auroient coûté dix fois plus que leur valeur. J'ai reconnu alors que toutes leurs expériences avoient été faites en petit dans des jardins, dans des pépinières, ou tout au plus dans quelques parcs, ou l'on pouvoit cultiver et soigner les jeunes arbres ; mais ce n'est point ce qu'on cherche quand on veut planter des bois : on a bien de la peine à se résoudre à la pre-

mière dépense nécessaire; comment ne se refuseroit-on pas à toutes les autres, comme celles de la culture, de l'entretien, qui d'ailleurs deviennent immenses lorsqu'on plante de grands cantons? J'ai donc été obligé d'abandonner ces auteurs et leurs méthodes, et de chercher à m'instruire par d'autres moyens; et j'ai tenté une grande quantité de façons différentes, dont la plupart, je l'avouerai, ont été sans succès, mais qui du moins m'ont appris des faits, et m'ont mis sur la voie de réussir.

Pour travailler, j'avois toutes les facilités qu'on peut souhaiter, des terrains de toute espèce en friche et cultivés, une grande quantité de bois taillis, et des pépinières d'arbres forestiers, où je trouvois tous les jeunes plants dont j'avois besoin. Enfin j'ai commencé par vouloir mettre en nature de bois un espace de terrain de quatre-vingts arpents, dont il y en avoit environ vingt en friche, et soixante en terres labourables, produisant tous les ans du froment et d'autres grains, même assez abondamment. Comme mon terrain étoit naturellement divisé en deux parties presque égales par une haie de bois taillis, que l'une des moitiés étoit d'un niveau fort uni, et que la terre me paroissoit être partout de même qualité, quoique de profondeur assez inégale, je pensai que je pourrois profiter de ces circonstances pour commencer une expérience dont le résultat est fort éloigné, mais qui sera fort utile; c'est de savoir, dans le même terrain, la différence que produit sur un bois l'inégalité de profondeur du sol, afin de déterminer, plus juste que je ne l'ai fait ci-devant, à quel âge on doit couper les bois de futaie. Quoique j'aie commencé fort jeune, je n'espère pas que je puisse me satisfaire pleinement à cet égard, même en me supposant une fort longue vie; mais j'aurai au moins le plaisir d'observer quelque chose de nouveau tous les ans: pourquoi ne pas laisser à la postérité des expériences commencées? J'ai donc fait diviser mon terrain par quarts d'arpent, et à chaque angle j'ai fait sonder la profondeur avec ma tarière; j'ai rapporté sur un plan tous les points où j'ai sondé, avec la note de la profondeur du terrain et de la qualité de la

Pierre qui se trouvoit au-dessous, dont la mèche de la tarière ramenoit toujours des échantillons : et de cette façon j'ai le plan de la superficie et du fond de ma plantation ; plan qu'il sera aisé quelque jour de comparer avec la production ¹.

Après cette opération préliminaire, j'ai partagé mon terrain en plusieurs cantons, que j'ai fait travailler différemment. Dans l'un, j'ai fait donner trois labours à la charrue ; dans un autre, deux labours ; dans un troisième, un labour seulement ; dans d'autres, j'ai fait planter les glands à la pioche, et sans avoir labouré ; dans d'autres, j'ai fait simplement jeter des glands, ou je les ai fait placer à la main dans l'herbe ; dans d'autres, j'ai planté de petits arbres que j'ai tirés de mes bois ; dans d'autres, des arbres de même espèce, tirés de mes pépinières ; j'en ai fait semer et planter quelques-uns à un pouce de profondeur, quelques-autres à six pouces ; dans d'autres, j'ai semé des glands que j'avois auparavant fait tremper dans différentes liqueurs, comme dans l'eau pure, dans de la lie de vin, dans l'eau qui s'étoit égouttée d'un fumier, dans de l'eau salée. Enfin, dans plusieurs cantons, j'ai semé des glands avec de l'avoine ; dans plusieurs autres, j'en ai semé que j'avois fait germer auparavant dans de la terre. Je vais rapporter en peu de mots le résultat de toutes ces épreuves, et de plusieurs autres que je supprime ici, pour ne pas rendre cette énumération trop longue.

La nature du terrain où j'ai fait ces essais m'a paru semblable dans toute son étendue ; c'est une terre fort pétrissable, un tant soit peu mêlée de glaise, retenant l'eau long-temps, et se sé-

¹ Cette opération ayant été faite en 1734, et le bois semé la même année, on a recepé les jeunes plants en 1738 pour leur donner plus de vigueur. Vingt ans après, c'est-à-dire en 1758, ils formoient un bois dont les arbres avoient communément 8 à 9 pouces de tour au pied du tronc. On a coupé ce bois la même année, c'est-à-dire vingt-quatre ans après l'avoir semé. Le produit n'a pas été tout-à-fait moitié du produit d'un bois ancien de pareil âge dans le même terrain : mais aujourd'hui, en 1774, ce même bois, qui n'a que seize ans, est aussi garni, et produira tout autant que les bois anciennement plantés ; et malgré l'inégalité de la profondeur du terrain, qui varie depuis 1 pied et demi jusqu'à 4 pieds et demi, on ne s'aperçoit d'aucune différence dans la grosseur des baliveaux réservés dans les taillis.

Chant assez difficilement, formant par la gelée et par la sécheresse une espèce de croûte avec plusieurs petites fentes à sa surface, produisant naturellement une grande quantité d'hièble dans les endroits cultivés, et de genièvre dans les endroits en friche. Ce terrain est environné de tous côtés de bois d'une belle venue. J'ai fait semer avec soin tous les glands un à un, et à un pied de distance les uns des autres, de sorte qu'il en est entré environ douze mesures ou boisseaux de Paris dans chaque arpent. Je crois qu'il est nécessaire de rapporter ces faits, pour qu'on puisse juger plus sainement de ce qui doit suivre.

L'année d'après, j'ai observé avec grande attention l'état de ma plantation, et j'ai reconnu que, dans le canton dont j'espérois le plus, et que j'avois fait labourer trois fois et semer avant l'hiver, la plus grande partie des glands n'avoient pas levé; les pluies de l'hiver avoient tellement battu et corroyé la terre, qu'ils n'avoient pu percer : le petit nombre de ceux qui avoient pu trouver issue n'avoient paru que fort tard, environ à la fin de juin; ils étoient foibles, effilés : la feuille étoit jaunâtre, languissante, et ils étoient si loin les uns des autres, le canton étoit si peu garni, que j'eus quelques regrets aux soins qu'ils avoient coûté. Le canton qui n'avoit eu que deux labours, et qui avoit aussi été semé pendant l'hiver, ressembloit assez au premier; cependant il y avoit un plus grand nombre de jeunes chênes, parce que, la terre étant moins divisée par le labour, la pluie n'avoit pu la battre autant que celle du premier canton. Le troisième, qui n'avoit eu qu'un seul labour, étoit, par la même raison, un peu mieux peuplé que le second; mais cependant il l'étoit si mal, que plus des trois quarts de mes glands avoient encore manqué.

Cette épreuve me fit connoître que, dans les terrains forts et mêlés de glaise, il ne faut pas labourer et semer avant l'hiver : j'en fus entièrement convaincu en jetant les yeux sur les autres cantons. Ceux que j'avois fait labourer et semer au printemps étoient bien mieux garnis : mais ce qui me surprit c'est que les endroits où j'avois fait planter le gland à la pioche, sans au-

cune culture précédente, étoient considérablement plus peuplés que les autres; ceux même où l'on n'avoit fait que cacher les glands sous l'herbe étoient assez bien fournis, quoique les mulots, les pigeons ramiers, et d'autres animaux, en eussent emporté une grande quantité. Les cantons où les glands avoient été semés à six pouces de profondeur se trouvèrent beaucoup moins garnis que ceux où on les avoit fait semer à un pouce ou deux de profondeur. Dans un petit canton où j'en avois fait semer à un pied de profondeur, il n'en parut pas un, quoique dans un autre endroit où j'en avois fait mettre à neuf pouces il en eût levé plusieurs. Ceux qui avoient été trempés pendant huit jours dans la lie de vin et dans l'égout du fumier sortirent de terre plus tôt que les autres. Presque tous les arbres gros et petits que j'avois fait tirer de mes taillis ont péri à la première ou à la seconde année, tandis que ceux que j'avois tirés de mes pépinières ont presque tous réussi. Mais ce qui me donna le plus de satisfaction, ce fut le canton où j'avois fait planter au printemps les glands que j'avois fait auparavant germer dans la terre; il n'en avoit presque point manqué: à la vérité ils ont levé plus tard que les autres; ce que j'attribue à ce qu'en les transportant ainsi tout germés, on cassa la radicule de plusieurs de ces glands.

Les années suivantes n'ont apporté aucun changement à ce qui s'est annoncé dès la première année. Les jeunes chênes du canton labouré trois fois sont demeurés toujours un peu au-dessous des autres: ainsi je crois pouvoir assurer que, pour semer une terre forte et glaiseuse, il faut conserver le gland pendant l'hiver dans la terre, en faisant un lit de deux pouces de glands sur un lit de terre d'un demi-pied, puis un lit de terre et un lit de glands, toujours alternativement, et enfin en couvrant le magasin d'un pied de terre pour que la gelée ne puisse y pénétrer. On en tirera le gland au commencement de mars, et on le plantera à un pied de distance. Ces glands qui ont germé sont déjà autant de jeunes chênes, et le succès d'une plantation faite de cette façon n'est pas douteux; la dépense même n'est pas considérable, car il ne faut qu'un seul

labour. Si l'on pouvoit se garantir des mulots et des oiseaux , on réussiroit tout de même , et sans aucune dépense , en mettant en automne le gland sous l'herbe ; car il perce et s'enfonce de lui-même , et réussit à merveille sans aucune culture dans les friches dont le gazon est fin , serré et bien garni ; ce qui indique presque toujours un terrain ferme et glaiseux.

Comme je pense que la meilleure façon de semer du bois dans un terrain fort et mêlé de glaise est de faire germer les glands dans la terre , il est bon de rassurer sur le petit inconvénient dont j'ai parlé. On transporte le gland germé dans des mannequins , des corbeilles , des paniers , et on ne peut éviter de rompre la racine de plusieurs de ces glands : mais cela ne leur fait d'autre mal que de retarder leur sortie de terre de quinze jours ou trois semaines ; ce qui même n'est pas un mal , parce qu'on évite par là celui que la gclée des matinées de mai fait aux graines qui ont levé de bonne heure , et qui est bien plus considérable. J'ai pris des glands germés auxquels j'ai coupé le tiers , la moitié , les trois quarts et même toute la racine ; je les ai semés dans un jardin où je pouvois les observer à toute heure : ils ont tous levé ; mais les plus mutilés ont levé les derniers. J'ai semé d'autres glands germés auxquels , outre la racine , j'avois encore ôté l'un des lobes ; ils ont encore levé : mais si l'on retranche les deux lobes , ou si l'on coupe la plume , qui est la partie essentielle de l'embryon végétal , ils périssent également.

Dans l'autre moitié de mon terrain , dont je n'ai pas encore parlé , il y a un canton dont la terre est bien moins forte que celle que j'ai décrite , et où elle est même mêlée de quelques pierres à un pied de profondeur ; c'étoit un champ qui rapportoit beaucoup de grain , et qui avoit été bien cultivé. Je le fis labourer avant l'hiver ; et aux mois de novembre , décembre et février , j'y plantai une collection nombreuse de toutes les espèces d'arbres des forêts , que je fis arracher dans mes bois taillis de toute grandeur , depuis trois pieds jusqu'à dix et douze de hauteur. Une grande partie de ces arbres n'a pas repris ; et de ceux qui ont poussé à la première sève , un grand

nombre a péri pendant les chaleurs du mois d'août ; plusieurs ont péri à la seconde, et encore d'autres la troisième et la quatrième année : de sorte que de tous ces arbres, quoique plantés et arrachés avec soin, et même avec des précautions peu communes, il ne m'est resté que des merisiers, des aliziers, des cormiers, des frênes et des ormes ; encore les aliziers et les frênes sont-ils languissants, ils n'ont pas augmenté d'un pied de hauteur en cinq ans ; les cormiers sont plus vigoureux ; mais les merisiers et les ormes sont ceux qui de tous ont le mieux réussi. Cette terre se couvrit pendant l'été d'une prodigieuse quantité de mauvaises herbes, dont les racines détruisirent plusieurs de mes arbres. Je fis semer aussi dans ce canton des glands germés ; les mauvaises herbes en étouffèrent une grande partie. Ainsi je crois que, dans les bons terrains, qui sont d'une nature moyenne entre les terres fortes et les terres légères, il convient de semer de l'avoine avec les glands, pour prévenir la naissance des mauvaises herbes, dont la plupart sont vivaces, et qui font beaucoup plus de tort aux jeunes chênes que l'avoine, qui cesse de pousser des racines au mois de juillet. Cette observation est sûre ; car, dans le même terrain, les glands que j'avois fait semer avec l'avoine avoient mieux réussi que les autres. Dans le reste de mon terrain, j'ai fait planter de jeunes chênes, de l'ormille et d'autres jeunes plants tirés de mes pépinières, qui ont bien réussi : ainsi je crois pouvoir conclure, avec connoissance de cause, que c'est perdre de l'argent et du temps que de faire arracher de jeunes arbres dans les bois pour les transporter dans des endroits où on est obligé de les abandonner et de les laisser sans culture, et que quand on veut faire des plantations considérables d'autres arbres que de chêne ou de hêtre, dont les graines sont fortes, et surmontent presque tous les obstacles, il faut des pépinières où l'on puisse élever et soigner les jeunes arbres pendant les deux premières années ; après quoi on les pourra planter avec succès pour faire du bois.

M'étant donc un peu instruit à mes dépens en faisant cette plantation, j'entrepris l'année suivante d'en faire une autre

presque aussi considérable dans un terrain tout différent ; la terre y est sèche , légère , mêlée de gravier , et le sol n'a pas huit pouces de profondeur , au-dessous duquel on trouve la pierre. J'y fis aussi un grand nombre d'épreuves dont je ne rapporterai pas le détail ; je me contenterai d'avertir qu'il faut labourer ces terrains et les semer avant l'hiver. Si l'on ne sème qu'au printemps , la chaleur du soleil fait périr les graines : si on se contente de les jeter ou de les placer sur la terre , comme dans les terrains forts , elles se dessèchent et périssent , parce que l'herbe qui fait le gazon de ces terres légères n'est pas assez garnie et assez épaisse pour les garantir de la gelée pendant l'hiver , et de l'ardeur du soleil au printemps. Les jeunes arbres arrachés dans les bois réussissent encore moins dans ces terrains que dans les terres fortes ; et si on veut les planter , il faut le faire avant l'hiver avec de jeunes plants pris en pépinière.

Je ne dois pas oublier de rapporter une expérience qui a un rapport immédiat avec notre sujet. J'avois envie de connoître les espèces de terrains qui sont absolument contraires à la végétation , et pour cela j'ai fait remplir une demi-douzaine de grandes caisses à mettre des orangiers , de matières toutes différentes : la première , de glaise bleue ; la seconde , de graviers gros comme des noisettes ; la troisième , de glaise couleur d'orange ; la quatrième , d'argile blanche ; la cinquième , de sable blanc ; et la sixième , de fumier de vache bien pouri. J'ai semé dans chacune de ces caisses un nombre égal de glands , de châtaignes et de graines de frêne , et j'ai laissé les caisses à l'air sans les soigner et sans les arroser : la graine de frêne n'a levé dans aucune de ces terres ; les châtaigniers ont levé et ont vécu , mais sans faire de progrès , dans la caisse de glaise bleue ; à l'égard des glands , il en a levé une grande quantité dans toutes les caisses , à l'exception de celle qui contenoit la glaise orangée , qui n'a rien produit du tout. J'ai observé que les jeunes chênes qui avoient levé dans la glaise bleue et dans l'argile , quoiqu'un peu effilés au sommet , étoient forts et vigoureux en comparaison des autres ; ceux qui étoient dans le

fumier pouri, dans le sable et dans le gravier, étoient foibles. avoient la feuille jaune, et paroisoient languissants. En automne j'en fis enlever deux dans chaque caisse : l'état des racines répondoit à celui de la tige ; car, dans les glaises, la racine étoit forte, et n'étoit proprement qu'un pivot gros et ferme, long de trois à quatre pouces, qui n'avoit qu'une ou deux ramifications. Dans le gravier, au contraire, et dans le sable, la racine s'étoit fort allongée, et s'étoit prodigieusement divisée ; elle ressembloit, si je peux m'exprimer ainsi, à une longue coupe de cheveux. Dans le fumier, la racine n'avoit guère qu'un pouce ou deux de longueur, et s'étoit divisée, dès sa naissance, en deux ou trois cornes courtes et foibles. Il est aisé de donner les raisons de ces différences : mais je ne veux ici tirer de cette expérience qu'une vérité utile, c'est que le gland peut venir dans tous les terrains. Je ne dissimulerai pas cependant que j'ai vu, dans plusieurs provinces de France, des terrains d'une vaste étendue couverts d'une petite espèce de bruyère où je n'ai pas vu un chêne ni aucune autre espèce d'arbres : la terre de ces cantons est légère comme de la cendre noire, poudreuse, sans aucune liaison. J'ai fait ultérieurement des expériences sur ces espèces de terres, que je rapporterai dans la suite de ce mémoire, et qui m'ont convaincu que si les chênes n'y peuvent croître, les pins, les sapins, et peut-être quelques autres arbres utiles peuvent y venir. J'ai élevé de graine et je cultive actuellement une grande quantité de ces arbres : j'ai remarqué qu'ils demandent un terrain semblable à celui que je viens de décrire. Je suis donc persuadé qu'il n'y a point de terrain, quelque mauvais, quelque ingrat qu'il paroisse, dont on ne pût tirer parti, même pour planter des bois ; il ne s'agiroit que de connoître les espèces d'arbres qui conviendroient aux différents terrains.

ARTICLE IV.

Sur la culture et l'exploitation des forêts.

Dans les arts qui sont de nécessité première, tels que l'agriculture, les hommes, même les plus grossiers, arrivent, à force d'expériences, à des pratiques utiles : la manière de cultiver le blé, la vigne, les légumes et les autres productions de la terre, que l'on recueille tous les ans, est mieux et plus généralement connue que la façon d'entretenir et cultiver une forêt ; et quand même la culture des champs seroit défectueuse à plusieurs égards, il est pourtant certain que les usages établis sont fondés sur des expériences continuellement répétées, dont les résultats sont des espèces d'approximations du vrai. Le cultivateur, éclairé par un intérêt toujours nouveau, apprend à ne pas se tromper, ou du moins à se tromper peu sur les moyens de rendre son terrain plus fertile.

Ce même intérêt se trouvant partout, il seroit naturel de penser que les hommes ont donné quelque attention à la culture des bois : cependant rien n'est moins connu, rien n'est plus négligé ; le bois paroît être un présent de la nature, qu'il suffit de recevoir tel qu'il sort de ses mains. La nécessité de le faire valoir ne s'est pas fait sentir ; et la manière d'en jouir n'étant pas fondée sur des expériences assez répétées, on ignore jusqu'aux moyens les plus simples de conserver les forêts et d'augmenter leur produit.

Je n'ai garde de vouloir insinuer par là que les recherches et les observations que j'ai faites sur cette matière soient des découvertes admirables ; je dois avertir au contraire que ce sont des choses communes, mais que leur utilité peut rendre importantes. J'ai déjà donné dans l'article précédent mes vues sur ce sujet ; je vais dans celui-ci étendre ces vues en présentant de nouveaux faits.

Le produit d'un terrain peut se mesurer par la culture ; plus la terre est travaillée, plus elle rapporte de fruits : mais cette vérité, d'ailleurs si utile, souffre quelques exceptions, et dans

les bois une culture prématurée et mal entendue cause la disette au lieu de produire l'abondance ; par exemple on imagine , et je l'ai cru long-temps , que la meilleure manière de mettre un terrain en nature de bois est de nettoyer ce terrain , et de le bien cultiver avant que de semer les glands ou les graines qui doivent un jour le couvrir de bois , et je n'ai été désabusé de ce préjugé , qui paroît si raisonnable , que par une longue suite d'observations. J'ai fait des semis considérables et des plantations assez vastes ; je les ai faites avec précaution ; j'ai souvent fait arracher les genièvres , les bruyères , et jusqu'aux moindres plantes que je regardois comme nuisibles , pour cultiver à fond , et par plusieurs labours , les terrains que je voulois ensemençer. Je ne doutois pas du succès d'un semis fait avec tous ces soins ; mais au bout de quelques années j'ai reconnu que ces mêmes soins n'avoient servi qu'à retarder l'accroissement de mes jeunes plants , et que cette culture précédente , qui m'avoit donné tant d'espérance , m'avoit causé des pertes considérables : ordinairement on dépense pour acquérir , ici la dépense nuit à l'acquisition.

Si l'on veut donc réussir à faire croître du bois dans un terrain de quelque qualité qu'il soit , il faut imiter la nature ; il faut y planter et y semer des épines et des buissons qui puissent rompre la force du vent , diminuer celle de la gelée , et s'opposer à l'intempérie des saisons ; ces buissons sont des abris qui garantissent les jeunes plants et les protègent contre l'ardeur du soleil et la rigueur des frimas. Un terrain couvert , ou plutôt à demi couvert de genièvres , de bruyères , est un bois à moitié fait , et qui a peut-être dix ans d'avance sur un terrain net et cultivé. Voici les observations qui m'en ont assuré.

J'ai deux pièces de terre d'environ quarante arpents chacune , semées en bois depuis neuf ans : ces deux pièces sont environnées de tous côtés de bois taillis. L'une des deux étoit un champ cultivé : on a semé également et en même temps plusieurs cantons dans cette pièce , les uns dans le milieu de la pièce , les autres le long des bois taillis ; tous les cantons du milieu sont

dépeuplés, tous ceux qui avoisinent le bois sont bien garnis. Cette différence n'étoit pas sensible à la première année, pas même à la seconde; mais je me suis aperçu à la troisième année d'une petite diminution dans le nombre des jeunes plants du canton du milieu, et, les ayant observés exactement, j'ai vu qu'à chaque été et à chaque hiver des années suivantes il en a péri considérablement, et les fortes gelées de 1740 ont achevé de désoler ces cantons, tandis que tout est florissant dans les parties qui s'étendent le long des bois taillis; les jeunes arbres y sont verts, vigoureux, plantés tous les uns contre les autres, et ils se sont élevés sans aucune culture à quatre ou cinq pieds de hauteur: il est évident qu'ils doivent leur accroissement au bois voisin, qui leur a servi d'abri contre les injures des saisons. Cette pièce de quarante arpents est actuellement environnée d'une lisière, de cinq à six perches de largeur, d'un bois naissant qui donne les plus belles espérances; à mesure qu'on s'éloigne pour gagner le milieu, le terrain est moins garni; et quand on arrive à douze ou quinze perches de distance des bois taillis, à peine s'aperçoit-on qu'il ait été planté. L'exposition trop découverte est la seule cause de cette différence, car le terrain est absolument le même au milieu de la pièce et le long du bois: ces terrains avoient en même temps reçu les mêmes cultures; ils avoient été semés de la même façon et avec les mêmes graines. J'ai eu occasion de répéter cette observation dans des semis encore plus vastes, où j'ai reconnu que le milieu des pièces est toujours dégarni, et que, quelque attention qu'on ait à resemer cette partie du terrain tous les ans, elle ne peut se couvrir de bois, et reste en pure perte au propriétaire.

Pour remédier à cet inconvénient, j'ai fait faire deux fossés qui se coupent à angles droits dans le milieu de ces pièces, et j'ai fait planter des épines, du peuplier, et d'autres bois blancs, tout le long de ces fossés: cet abri, quoique léger, a suffi pour garantir les jeunes plants voisins du fossé; et, par cette petite dépense, j'ai prévenu la perte totale de la plus grande partie de ma plantation.

L'autre pièce de quarante arpents dont j'ai parlé étoit, avant la plantation, composée de vingt arpents d'un terrain net et bien cultivé, et de vingt autres arpents en friche et recouverts d'un grand nombre de genièvres et d'épines : j'ai fait semer en même temps la plus grande partie de ces deux terrains; mais, comme on ne pouvoit pas cultiver celui qui étoit couvert de genièvres, je me suis contenté d'y faire jeter des glands à la main sous les genièvres, et j'ai fait mettre dans les places découvertes le gland sous le gazon au moyen d'un seul coup de pioche; on y avoit même épargné la graine, dans l'incertitude du succès, et je l'avois fait prodiguer dans le terrain cultivé. L'événement a été tout différent de ce que j'avois pensé; le terrain découvert et cultivé se couvrit à la première année d'une grande quantité de jeunes chênes; mais peu à peu cette quantité a diminué, et elle seroit aujourd'hui presque réduite à rien sans les soins que je me suis donnés pour en conserver le reste. Le terrain, au contraire, qui étoit couvert d'épines et de genièvres, est devenu en neuf ans un petit bois où les jeunes chênes se sont élevés à cinq ou six pieds de hauteur. Cette observation prouve encore mieux que la première combien l'abri est nécessaire à la conservation et à l'accroissement des jeunes plants; car je n'ai conservé ceux qui étoient dans le terrain trop découvert, qu'en plantant au printemps des boutures de peupliers et des épines, qui, après avoir pris racine, ont fait un peu de couvert, et ont défendu les jeunes chênes, trop foibles pour y résister par eux-mêmes à la rigueur des saisons.

Pour convertir en bois un champ ou tout autre terrain cultivé, le plus difficile est donc de faire du couvert. Si l'on abandonne un champ, il faut vingt ou trente ans à la nature pour y faire croître des épines et des bruyères; ici il faut une culture qui, dans un an ou deux, puisse mettre le terrain au même état où il se trouve après une non-culture de vingt ans.

J'ai fait à ce sujet différentes tentatives; j'ai fait semer de l'épine, du genièvre et plusieurs autres graines avec le gland: mais il faut trop de temps à ces graines pour lever et s'élever,

la plupart demeurent en terre pendant deux ans ; et j'ai aussi inutilement essayé des graines qui me paroissoient plus hâtives, il n'y a que la graine de marseau qui réussisse et qui croisse assez promptement sans culture : mais je n'ai rien trouvé de mieux pour faire du couvert que de planter des boutures de peuplier ou quelques pieds de tremble en même temps qu'on sème le gland dans un terrain humide ; et, dans des terrains secs, des épines, du sureau et quelques pieds de sumach de Virginie ; ce dernier arbre surtout, qui est à peine connu des gens qui ne sont pas botanistes, se multiplie de rejetons avec une telle facilité, qu'il suffira d'en mettre un pied dans un jardin pour que tous les ans on puisse en porter un grand nombre dans ses plantations ; et les racines de cet arbre s'étendent si loin qu'il n'en faut qu'une douzaine de pieds par arpent pour avoir du couvert au bout de trois ou quatre ans : on observera seulement de les faire couper jusqu'à terre à la seconde année, afin de faire pousser un plus grand nombre de rejetons. Après le sumach, le tremble est le meilleur, car il pousse des rejetons à quarante ou cinquante pas ; et j'ai garni plusieurs endroits de mes plantations, en faisant seulement abattre quelques trembles qui s'y trouvoient par hasard. Il est vrai que cet arbre ne se transplante pas aisément, ce qui doit faire préférer le sumach : de tous les arbres que je connois, c'est le seul qui, sans aucune culture, croisse et multiplie au point de garnir un terrain en aussi peu de temps ; ses racines courent presque à la surface de la terre ; ainsi elles ne font aucun tort à celles des jeunes chênes, qui pivotent et s'enfoncent dans la profondeur du sol. On ne doit pas craindre que ce sumach ou les autres mauvaises espèces de bois, comme le tremble, le peuplier et le marseau, puissent nuire aux bonnes espèces, comme le chêne et le hêtre : ceux-ci ne sont foibles que dans leur jeunesse ; et, après avoir passé les premières années à l'ombre et à l'abri des autres arbres, bientôt ils s'élèveront au-dessus, et, devenant plus forts, ils étoufferont tout ce qui les environnera.

Je l'ai dit et je le répète, on ne peut trop cultiver la terre

lorsqu'elle nous rend tous les ans le fruit de nos travaux ; mais lorsqu'il faut attendre vingt-cinq ou trente ans pour jouir, lorsqu'il faut faire une dépense considérable pour arriver à cette jouissance, on a raison d'examiner, on a peut-être raison de se dégoûter. Le fonds ne vaut que par le revenu : et quelle différence d'un revenu annuel à un revenu éloigné, même incertain !

J'ai voulu m'assurer, par des expériences constantes, des avantages de la culture par rapport au bois ; et, pour arriver à des connoissances précises, j'ai fait semer dans un jardin quelques glands de ceux que je semois en même temps et en quantité dans mes bois ; j'ai abandonné ceux-ci aux soins de la nature, et j'ai cultivé ceux-là avec toutes les recherches de l'art. En cinq années les chênes de mon jardin avoient acquis une tige de dix pieds, et de deux à trois pouces de diamètre, et une tête assez formée pour pouvoir se mettre aisément à l'ombre dessous ; quelques-uns de ces arbres ont même donné, dès la cinquième année, du fruit, qui, étant semé au pied de ses pères, a produit d'autres arbres redevables de leur naissance à la force d'une culture assidue et étudiée. Les chênes de mes bois, semés en même temps, n'avoient, après cinq ans, que deux ou trois pieds de hauteur (je parle des plus vigoureux, car le plus grand nombre n'avoit pas un pied) : leur tige étoit à peu près grosse comme le doigt ; leur forme étoit celle d'un petit buisson ; leur mauvaise figure, loin d'annoncer de la postérité, laissoit douter s'ils auroient assez de force pour se conserver eux-mêmes. Encouragé par ce succès de culture, et ne pouvant souffrir les avortons de mes bois, lorsque je les comparois aux arbres de mon jardin, je cherchai à me tromper moi-même sur la dépense, et j'entrepris de faire dans mes bois un canton assez considérable, où j'élèverois les arbres avec les mêmes soins que dans mon jardin : il ne s'agissoit pas moins que de faire fouiller la terre à deux pieds et demi de profondeur, de la cultiver d'abord comme on cultive un jardin, et, pour améliorations, de faire conduire dans ce terrain, qui me paroissoit un peu trop ferme et trop froid, plus de deux cents

voitures de mauvais bois de recoupe et de copeaux que je fis brûler sur la place, et dont on mêla les cendres avec la terre. Cette dépense alloit déjà beaucoup au-delà du quadruple de la valeur du fonds; mais je me satisfaisois, et je voulois avoir du bois en cinq ans. Mes espérances étoient fondées sur ma propre expérience, sur la nature d'un terrain choisi entre cent autres terrains, et plus encore sur la résolution de ne rien épargner pour réussir; car c'étoit une expérience: cependant elles ont été trompées; j'ai été contraint, dès la première année, de renoncer à mes idées, et à la troisième j'ai abandonné ce terrain avec un dégoût égal à l'empressement que j'avois eu pour le cultiver. On n'en sera pas surpris lorsque je dirai qu'à la première année, outre les ennemis que j'eus à combattre, comme les mulots, les oiseaux, etc., la quantité de mauvaises herbes fut si grande, qu'on étoit obligé de sarcler continuellement, et qu'en le faisant à la main et avec la plus grande précaution, on ne pouvoit cependant s'empêcher de déranger les racines des petits arbres naissans; ce qui leur causoit un préjudice sensible. Je me souvins alors, mais trop tard, de la remarque des jardiniers, qui, la première année, n'attendent rien d'un jardin neuf, et qui ont bien de la peine dans les trois premières années à purger le terrain des mauvaises herbes dont il est rempli. Mais ce ne fut pas là le plus grand inconvénient: l'eau me manqua pendant l'été; et ne pouvant arroser mes jeunes plants, ils en souffrirent d'autant plus qu'ils y avoient été accoutumés au printemps: d'ailleurs le grand soin avec lequel on ôtoit les mauvaises herbes par de petits labours réitérés, avoit rendu le terrain net, et sur la fin de l'été la terre étoit devenue brûlante et d'une sécheresse affreuse; ce qui ne seroit point arrivé si on ne l'avoit pas cultivée aussi souvent, et si on eût laissé les mauvaises herbes qui avoient crû depuis le mois de juillet. Mais le tort irréparable fut celui que causa la gelée du printemps suivant; mon terrain, quoique bien situé, n'étoit pas assez éloigné des bois pour que la transpiration des feuilles naissantes des arbres ne se répandît pas sur mes jeunes plants; cette humidité, accompagnée d'un vent de nord les fit geler au

16 de mai, et, dès ce jour, je perdis presque toutes mes espérances. Cependant je ne voulus point encore abandonner entièrement mon projet; je tâchai de remédier au mal causé par la gelée, en faisant couper toutes les parties mortes ou malades. Cette opération fit un grand bien; mes jeunes arbres reprirent de la vigueur, et comme je n'avois qu'une certaine quantité d'eau à leur donner, je la réservai pour le besoin pressant; je diminuai aussi le nombre des labours, crainte de trop dessécher la terre, et je fus assez content du succès de ces petites attentions: la sève d'août fut abondante, et mes jeunes plants poussèrent plus vigoureusement qu'au printemps. Mais le but principal étoit manqué; le grand et prompt accroissement que je desirois se réduisoit au quart de ce que j'avois espéré et de ce que j'avois vu dans mon jardin: cela ralentit beaucoup mon ardeur, et je me contentai, après avoir fait un peu élaguer mes jeunes plants, de leur donner deux labours l'année suivante, et encore y eut-il un espace d'environ un quart d'arpent qui fut oublié, et qui ne reçut aucune culture. Cet oubli me valut une connoissance; car j'observai, avec quelque surprise, que les jeunes plants de ce canton étoient aussi vigoureux que ceux du canton cultivé; et cette remarque changea mes idées au sujet de la culture, et me fit abandonner ce terrain, qui m'avoit tant coûté. Avant que de le quitter, je dois avertir que ces cultures ont cependant fait avancer considérablement l'accroissement des jeunes arbres, et que je ne me suis trompé sur cela que du plus au moins. Mais la grande erreur de tout ceci est la dépense: le produit n'est point du tout proportionné; et plus on répand d'argent dans un terrain qu'on veut convertir en bois, plus on se trompe: c'est un intérêt qui décroît à mesure qu'on fait de plus grands fonds.

Il faut donc tourner ses vues d'un autre côté, la dépense devenant trop forte; il faut renoncer à ces cultures extraordinaires, et même à ces cultures qu'on donne ordinairement aux jeunes plants deux fois l'année en serfouissant légèrement la terre à leur pied: en outre des inconvénients réels de cette dernière espèce de culture, celui de la dépense est suffisant

pour qu'on s'en dégoûte aisément , surtout si l'on peut y substituer quelque chose de meilleur et qui coûte beaucoup moins.

Le moyen de suppléer aux labours et presque à toutes les autres espèces de cultures, c'est de couper les jeunes plants jusqu'auprès de terre : ce moyen, tout simple qu'il paroît, est d'une utilité infinie, et lorsqu'il est mis en œuvre à propos, il accélère de plusieurs années le succès d'une plantation. Qu'on me permette, à ce sujet un peu de détail, qui peut-être ne déplaira pas aux amateurs de l'agriculture.

Tous les terrains peuvent se réduire à deux espèces, savoir, les terrains forts et les terrains légers : cette division, quelque générale qu'elle soit, suffit à mon dessein. Si l'on veut semer dans un terrain léger, on peut le faire labourer ; cette opération fait d'autant plus d'effet et cause d'autant moins de dépense que le terrain est plus léger : il ne faut qu'un seul labour, et on sème le gland en suivant la charrue. Comme ces terrains sont ordinairement secs et brûlants, il ne faut point arracher les mauvaises herbes que produit l'été suivant ; elles entraînent une fraîcheur bienfaisante, et garantissent les petits chênes de l'ardeur du soleil ; ensuite, venant à périr et à sécher pendant l'automne, elles servent de chaume et d'abri pendant l'hiver, et empêchent les racines de geler : il ne faut donc aucune espèce de culture dans ces terrains sablonneux. J'ai semé en bois un grand nombre d'arpents de cette nature de terrain, et j'ai réussi au-delà de mes espérances : les racines des jeunes arbres, trouvant une terre légère et aisée à diviser, s'étendent et profitent de tous les sucs qui leur sont offerts ; les pluies et les rosées pénètrent facilement jusqu'aux racines. Il ne faut qu'un peu de couvert et d'abri pour faire réussir un semis dans des terrains de cette espèce : mais il est bien plus difficile de faire croître du bois dans des terrains forts, et il faut une pratique toute différente. Dans ces terrains les premiers labours sont inutiles et souvent nuisibles ; la meilleure manière est de planter les glands à la pioche sans aucune culture précédente : mais il ne faut pas les abandonner comme les premiers, au point de

les perdre de vue et de n'y plus penser ; il faut au contraire les visiter souvent ; il faut observer la hauteur à laquelle ils se seront élevés la première année , observer ensuite s'ils ont poussé plus vigoureusement à la seconde année qu'à la première , et à la troisième qu'à la seconde. Tant que l'accroissement va en augmentant, ou même tant qu'il se soutient sur le même pied, il ne faut pas y toucher : mais on s'apercevra ordinairement à la troisième année que l'accroissement va en diminuant ; et si on attend la quatrième, la cinquième, la sixième, etc., on reconnoîtra que l'accroissement de chaque année est toujours plus petit. Ainsi dès qu'on s'apercevra que, sans qu'il y ait eu de gelées ou d'autres accidents, les jeunes arbres commencent à croître de moins en moins, il faut les faire couper jusqu'à terre au mois de mars, et l'on gagnera un grand nombre d'années. Le jeune arbre, livré à lui-même dans un terrain fort et serré, ne peut étendre ses racines ; la terre trop dure les fait refouler sur elles-mêmes ; les petits filets tendres et herbacés, qui doivent nourrir l'arbre et former la nouvelle production de l'année, ne peuvent pénétrer la substance trop ferme de la terre. Ainsi l'arbre languit privé de nourriture, et la production annuelle diminue souvent jusqu'au point de ne donner que des feuilles et quelques boutons. Si vous coupez cet arbre, toute la force de la sève se porte aux racines, en développe tous les germes, et, agissant avec plus de puissance contre le terrain qui leur résiste, les jeunes racines s'ouvrent des chemins nouveaux, et divisent, par le surcroît de leur force, cette terre qu'elles avoient jusqu'alors vainement attaquée ; elles y trouvent abondamment des suc nourriciers ; et dès qu'elles sont établies dans ce nouveau pays, elles poussent avec vigueur au-dehors la surabondance de leur nourriture, et produisent, dès la première année, un jet plus vigoureux et plus élevé que ne l'étoit l'ancienne tige de trois ans. J'ai si souvent réitéré cette expérience, que je dois la donner comme un fait sûr, et comme la pratique la plus utile que je connoisse dans la culture des bois.

Dans un terrain qui n'est que ferme sans être trop dur, il

surtra de couper une seule fois les jeunes plants pour les faire réussir. J'ai des cantons assez considérables, d'une terre ferme et pétrissable, où les jeunes plants n'ont été coupés qu'une fois, où ils croissent à merveille, et où j'aurai du bois taillis prêt à couper dans quelques années. Mais j'ai remarqué, dans un autre endroit où la terre est extrêmement forte et dure, qu'ayant fait couper à la seconde année mes jeunes plants, parce qu'ils étoient languissants, cela n'a pas empêché qu'au bout de quatre autres années on ait été obligé de les couper une seconde fois; et je vais rapporter une autre expérience, qui fera voir la nécessité de couper deux fois dans de certains cas.

J'ai fait planter depuis dix ans un nombre très considérable d'arbres de plusieurs espèces. comme des ormes, des frênes, des charmes, etc. La première année, tous ceux qui reprirent poussèrent assez vigoureusement; la seconde année, ils ont poussé plus foiblement; la troisième année, plus languissamment: ceux qui me parurent les plus malades étoient ceux qui étoient les plus gros et les plus âgés lorsque je les fis transplanter. Je voyois que la racine n'avoit pas la force de nourrir ces grandes tiges; cela me détermina à les faire couper. Je fis faire la même opération aux plus petites les années suivantes, parce que leur langueur devint telle que, sans un prompt secours, elle ne laissoit plus rien à espérer. Cette première coupe renouvela mes arbres et leur donna beaucoup de vigueur, surtout pendant les deux premières années; mais à la troisième je m'aperçus d'un peu de diminution dans l'accroissement: je l'attribuai d'abord à la température des saisons de cette année, qui n'avoit pas été aussi favorable que celle des années précédentes; mais je reconnus clairement, pendant l'année suivante, qui fut heureuse pour les plantes, que le mal n'avoit pas été causé par la seule intempérie des saisons; l'accroissement de mes arbres continuoit à diminuer, et auroit toujours diminué, comme je m'en suis assuré en laissant sur pied quelques-uns d'entre eux, si je ne les avois pas fait couper une seconde fois. Quatre ans se sont écoulés depuis cette seconde coupe, sans qu'il y ait eu de diminution dans l'accroissement,

et ces arbres, qui sont plantés dans un terrain qui est en friche depuis plus de vingt ans, et qui n'ont jamais été cultivés au pied, ont autant de force et la feuille aussi verte que des arbres de pépinière; preuve évidente que la coupe faite à propos peut suppléer à toute autre culture.

Les auteurs d'agriculture sont bien éloignés de penser comme nous sur ce sujet; ils répètent tous les uns après les autres que pour avoir une futaie, pour avoir des arbres d'une belle venue, il faut bien se garder de couper le sommet des jeunes plants, et qu'il faut conserver avec grand soin le *montant*, c'est-à-dire le jet principal. Ce conseil n'est bon que dans de certains cas particuliers; mais il est généralement vrai, et je puis l'assurer après un très grand nombre d'expériences, que rien n'est plus efficace pour redresser les arbres et pour leur donner une tige droite et nette, que la coupe faite au pied. J'ai même observé souvent que les futaies venues de graines ou de jeunes plants n'étoient pas si belles ni si droites que les futaies venues sur les jeunes souches. Ainsi on ne doit pas hésiter à mettre en pratique cette espèce de culture si facile et si peu coûteuse.

Il n'est pas nécessaire d'avertir qu'elle est encore plus indispensable lorsque les jeunes plants ont été gelés: il n'y a pas d'autre moyen pour les rétablir que de les receper. On auroit dû, par exemple, receper tous les taillis de deux ou trois ans qui ont été gelés au mois d'octobre 1740. Jamais gelée d'automne n'a fait autant de mal. La seule façon d'y remédier, c'est de couper: on sacrifie trois ans pour n'en pas perdre dix ou douze.

A ces observations générales sur la culture du bois qu'il me soit permis de joindre quelques remarques utiles, et qui doivent même précéder toute culture.

Le chêne et le hêtre sont les seuls arbres, à l'exception des pins et de quelques autres de moindre valeur, qu'on puisse semer avec succès dans des terrains incultes. Le hêtre peut être semé dans les terrains légers; la graine ne peut pas sortir dans une terre forte, parce qu'elle pousse au dehors son enve-

loppe au-dessus de la tige naissante ; ainsi il lui faut une terre meuble et facile à diviser , sans quoi elle reste et pourit. Le chêne peut être semé dans presque tous les terrains ; toutes les autres espèces d'arbres veulent être semées en pépinière , et ensuite transplantées à l'âge de deux ou trois ans.

Il faut éviter de mettre ensemble les arbres qui ne se conviennent pas : le chêne craint le voisinage des pins , des sapins , des hêtres et de tous les arbres qui poussent de grosses racines dans la profondeur du sol. En général , pour tirer le plus grand avantage d'un terrain , il faut planter ensemble des arbres qui tirent la substance du fond en poussant leurs racines à une grande profondeur , et d'autres arbres qui puissent tirer leur nourriture presque de la surface de la terre , comme sont les trembles , les tilleuls , les marseaux et les aunes , dont les racines s'étendent et courent à quelques pouces seulement de profondeur , sans pénétrer plus avant.

Lorsqu'on veut semer du bois , il faut attendre une année abondante en glands , non-seulement parce qu'ils sont meilleurs et moins chers , mais encore parce qu'ils ne seront pas dévorés par les oiseaux , les mulots et les sangliers , qui , trouvant abondamment du gland dans les forêts , ne viendront pas attaquer votre semis ; ce qui ne manque jamais d'arriver dans des années de disette. On n'imagineroit pas jusqu'à quel point les seuls mulots peuvent détruire un semis. J'en avois fait un , il y a deux ans , de quinze à seize arpents ; j'avois semé au mois de novembre : au bout de quelques jours je m'aperçus que les mulots emportoient tous les glands. Ils habitent seuls ou deux à deux , et quelquefois trois ou quatre dans un même trou. Je fis découvrir quelques-uns de ces trous , et je fus épouvanté de voir dans chacun un demi-boisseau et souvent un boisseau de glands que ces petits animaux avoient ramassés. Je donnai ordre sur-le-champ qu'on dressât dans ce canton un grand nombre de pièges où pour toute amorce on mit une noix grillée ; en moins de trois semaines de temps on m'apporta près de treize cents mulots. Je ne rapporte ce fait que pour faire voir combien ils sont nuisibles , et par leur

nombre, et par leur diligence à serrer autant de glands qu'il peut en entrer dans leurs trous.

ARTICLE V.

Addition aux observations précédentes.

I. Dans un grand terrain très ingrat et mal situé, où rien ne vouloit croître, où le chêne, le hêtre et les autres arbres forestiers que j'avois semés n'avoient pu réussir, où tous ceux que j'avois plantés ne pouvoient s'élever, parce qu'ils étoient tous les ans saisis pas les gelées, je fis planter en 1734 des arbres toujours verts : savoir, une centaine de petits pins ¹, autant d'épicéas et de sapins que j'avois élevés dans des caisses pendant trois ans. La plupart des sapins périrent des la première année, et les épicéas dans les années suivantes; mais les pins ont résisté et se sont emparés d'eux-mêmes d'un assez grand terrain. Dans les quatre ou cinq premières années, leur accroissement étoit à peine sensible. On ne les a ni cultivés ni recepés; entièrement abandonnés aux soins de la nature, ils ont commencé au bout de dix ans à se montrer en forme de petits buissons. Dix ans après ces buissons, devenus bien plus gros, rapportoient des cônes dont le vent dispersoit les graines au loin. Dix ans après, c'est-à-dire au bout de trente ans, ces buissons avoient pris de la tige; et aujourd'hui, en 1774, c'est-à-dire au bout de quarante ans, ces pins forment d'assez grands arbres dont les graines ont peuplé le terrain à plus de cent pas de distance de chaque arbre. Comme ces petits pins venus de graine étoient en trop grand nombre, surtout dans le voisinage de chaque arbre, j'en ai fait enlever un très grand nombre pour les transplanter plus loin, de manière qu'aujourd'hui ce terrain, qui contient près de quarante arpents, est entièrement couvert de pins, et forme un petit bois toujours vert dans un grand espace qui de tout temps avoit été stérile.

Lorsqu'on aura donc des terres ingrates où le bois refuse de croître, et des parties de terrain situées dans de petits vallons

¹ *Pinus silvestris genevensis*

en montagne , où la gelée supprime les rejetons des chênes et des autres arbres qui quittent leurs feuilles, la manière la plus sûre et la moins coûteuse de peupler ces terrains est d'y planter de jeunes pins à vingt ou vingt-cinq pas les uns des autres. Au bout de trente ans tout l'espace sera couvert de pins, et vingt ans après on jouira de la coupe de ce bois , dont la plantation n'aura presque rien coûté ; et quoique la jouissance de cette espèce de culture soit fort éloignée, la très petite dépense qu'elle suppose , et la satisfaction de rendre vivantes des terres absolument mortes , sont des motifs plus que suffisants pour déterminer tout père de famille et tout bon citoyen à cette pratique utile pour la postérité : l'interêt de l'état , et à plus forte raison celui de chaque particulier est qu'il ne reste aucune terre inculte : celles qui de toutes sont les plus stériles , et paroissent se refuser à toute culture , deviendront néanmoins aussi utiles que les autres ; car un bois de pins peut rapporter autant et peut-être plus qu'un bois ordinaire , et en l'exploitant convenablement, devenir un fonds non-seulement aussi fructueux, mais aussi durable qu'un autre fonds de bois.

La meilleure manière d'exploiter les taillis ordinaires est de faire coupe nette , en laissant le moins de baliveaux qu'il est possible. Il est très certain que ces baliveaux font plus de tort à l'accroissement des taillis, plus de perte au propriétaire qu'ils ne donnent de bénéfice , et par conséquent il y auroit de l'avantage à les supprimer tous ; mais , comme l'ordonnance prescrit d'en laisser au moins seize par arpent , les gens les plus soigneux de leurs bois, ne pouvant se dispenser de cette servitude mal entendue, ont au moins grande attention à n'en pas laisser davantage, et font abattre à chaque coupe subséquente ces baliveaux réservés. Dans un bois de pins l'exploitation doit se faire tout autrement. Comme cette espèce d'arbre ne repousse pas sur souche ni des rejetons au loin, et qu'il ne se propage et multiplie que par les graines qu'il produit tous les ans , qui tombent au pied ou sont transportées par le vent aux environs de chaque arbre, ce seroit détruire ce bois que d'en faire coupe nette, il faut y laisser cinquante ou

soixante arbres par arpent, ou, pour mieux faire encore, ne couper que la moitié ou le tiers des arbres alternativement, c'est-à-dire éclaircir seulement le bois d'un tiers ou de moitié, ayant soin de laisser les arbres qui portent le plus de graines. Tous les dix ans on fera pour ainsi dire une demi-coupe; ou même on pourra tous les ans prendre dans ce taillis le bois dont on aura besoin. Cette dernière manière, par laquelle on jouit annuellement d'une partie du produit de son fonds, est de toutes la plus avantageuse.

L'épreuve que je viens de rapporter a été faite en Bourgogne, dans ma terre de Buffon, au-dessus des collines les plus froides et les plus stériles; la graine m'étoit venue des montagnes voisines de Genève. On ne connoissoit point cette espèce d'arbre en Bourgogne, qui y est maintenant naturalisé, et assez multiplié pour en faire à l'avenir de très grands cantons de bois dans toutes les terres où les autres arbres ne peuvent réussir. Cette espèce de pin pourra croître et se multiplier avec le même succès dans toutes nos provinces, à l'exception peut-être des plus méridionales, où l'on trouve une autre espèce de pin, dont les cônes sont plus allongés, et qu'on connoît sous le nom de *pin maritime* ou *pin de Bordeaux*, comme l'on connoît celui dont j'ai parlé sous le nom de *pin de Genève*. Je fis venir et semer, il y a trente-deux ans, une assez grande quantité de ces pins de Bordeaux; ils n'ont pas, à beaucoup près, aussi bien réussi que ceux de Genève: cependant il y en a quelques-uns qui sont même d'une très belle venue parmi les autres, et qui produisent des graines depuis plusieurs années, mais on ne s'aperçoit pas que ces graines réussissent sans culture et peuplent les environs de ces arbres comme les graines du pin de Genève.

A l'égard des sapins et des épicéas dont j'ai voulu faire des bois par cette même méthode si facile et si peu dispendieuse, j'avouerai qu'ayant fait souvent jeter des graines de ces arbres en très grande quantité dans ces mêmes terres où le pin a si bien réussi, je n'en ai jamais vu le produit ni même eu la satisfaction d'en voir germer quelques-unes autour des arbres

que j'avois fait planter quoiqu'ils portent des cônes depuis plusieurs années. Il faut donc un autre procédé, ou du moins ajouter quelque chose à celui que je viens de donner si l'on veut faire des bois de ces deux dernières espèces d'arbres toujours verts.

II. Dans les bois ordinaires, c'est-à-dire dans ceux qui sont plantés de chênes, de hêtres, de charmes, de frênes et d'autres arbres dont l'accroissement est plus prompt, tels que les trembles, les bouleaux, les marseaux, les coudriers, etc., il y a du bénéfice à faire couper au bout de douze à quinze ans ces dernières espèces d'arbres dont on peut faire des cercles ou d'autres menus ouvrages; on coupe en même temps les épines et autres mauvais bois. Cette opération ne fait qu'éclaircir le taillis; et bien loin de lui porter préjudice, elle en accélère l'accroissement: le chêne, le hêtre et les autres grands arbres n'en croissent que plus vite; en sorte qu'il y a le double avantage de tirer d'avance une partie de son revenu par la vente de ces bois blancs propres à faire des cercles, et de trouver ensuite un taillis tout composé de bois de bonne essence et d'un plus gros volume. Mais ce qui peut dégoûter de cette pratique utile, c'est qu'il faudroit pour ainsi dire la faire par ses mains, car en vendant le *cerclage* de ces bois aux bûcherons ou aux petits ouvriers qui emploient cette denrée, on risque toujours la dégradation du taillis: il est presque impossible de les empêcher de couper furtivement des chênes ou d'autres bons arbres; et dès lors le tort qu'ils vous font fait une grande déduction sur le bénéfice, et quelquefois l'excède.

III. Dans les mauvais terrains qui n'ont que six pouces ou tout au plus un pied de profondeur, et dont la terre est graveleuse et maigre, on doit faire couper les taillis à seize ou dix-huit ans; dans les terrains médiocres, à vingt-trois ou vingt-quatre ans, et dans les meilleurs fonds, il faut les attendre jusqu'à trente: une expérience de quarante ans m'a démontré que ce sont à très peu près les termes du plus grand profit. Dans mes terres et dans toutes celles qui les environnent, même à plusieurs lieues de distance, on choisit tout le gros

bois , depuis sept pouces de tour et au-dessus , pour le faire flotter et l'envoyer à Paris , et tout le menu bois est consommé par le chauffage du peuple ou par les forges ; mais dans d'autres cantons de la province où il n'y a point de forges , et où les villages éloignés les uns des autres ne font que peu de consommation , tout le menu bois tomberoit en pure perte si l'on n'avoit trouvé le moyen d'y remédier en changeant les procédés de l'exploitation. On coupe ces taillis à peu près comme j'ai conseillé de couper les bois de pins , avec cette différence qu'au lieu de laisser les grands arbres , on ne laisse que les petits. Cette manière d'exploiter les bois en les *jardinant* est en usage dans plusieurs endroits ; on abat tous les plus beaux brins et on laisse subsister les autres , qui , dix ans après , sont abattus à leur tour , et ainsi de dix ans en dix ans , ou de douze ans en douze ans , on a plus de moitié coupe , c'est-à-dire plus de moitié de produit. Mais cette manière d'exploitation , quoique utile , ne laisse pas d'être sujette à des inconvénients ; on ne peut abattre les plus grands arbres sans faire souffrir les petits : d'ailleurs le bûcheron étant presque toujours mal à l'aise , ne peut couper la plupart de ces arbres qu'à un demi-pied , et souvent plus d'un pied au-dessus de terre , ce qui fait un grand tort au revenu ; ces souches élevées ne poussent jamais des rejetons aussi vigoureux ni en aussi grand nombre que les souches coupées à fleur de terre , et l'une des plus utiles attentions qu'on doive donner à l'exploitation des taillis , est de faire couper tous les arbres le plus près de terre qu'il est possible.

IV. Les bois occupent presque partout le haut des côteaues et les sommets des collines et des montagnes d'une médiocre hauteur. Dans ces espèces de plaines au-dessus des montagnes , il se trouve des terrains enfoncés , des espèces de vallons secs et froids , qu'on appelle des *combes*. Quoique le terrain de ces combes ait ordinairement plus de profondeur et soit d'une meilleure qualité que celui des parties élevées qui les environnent , le bois néanmoins n'y est jamais aussi beau ; il ne pousse qu'un mois plus tard , et souvent il y a de la différence de plus

de moitié dans l'accroissement total. A quarante ans, le bois du fond de la combe ne vaut pas plus que celui des côteaux qui l'environnent vaut à vingt ans. Cette prodigieuse différence est occasionée par la gelée, qui, tous les ans et presque en toute saison, se fait sentir dans ces combes, et, supprimant en partie les jeunes rejetons, rend les arbres raffaus, rabougris et galeux. J'ai remarqué, dans plusieurs coupes où l'on avoit laissé quelques bouquets de bois, que tout ce qui étoit auprès de ces bouquets et situé à l'abri du vent du nord étoit entièrement gâté par l'effet de la gelée, tandis que tous les endroits exposés au vent du nord n'étoient point du tout gelés. Cette observation me fournit la véritable raison pourquoi les combes et les lieux bas dans les bois sont si sujets à la gelée, et si tardifs à l'égard des terrains plus élevés, où les bois deviennent très beaux, quoique souvent la terre y soit moins bonne que dans les combes; c'est parce que l'humidité et les brouillards qui s'élèvent de la terre séjournent dans les combes, s'y condensent, et, par ce froid humide, occasionent la gelée, tandis que sur les lieux plus élevés, les vents divisent et chassent les vapeurs nuisibles, et les empêchent de tomber sur les arbres, ou du moins de s'y attacher en aussi grande quantité et en aussi grosses gouttes. Il y a de ces lieux bas où il gèle tous les mois de l'année; aussi le bois n'y vaut jamais rien. J'ai quelquefois parcouru en été, la nuit, à la chasse, ces différents pays de bois, et je me souviens parfaitement que sur les lieux élevés j'avois chaud, mais qu'aussitôt que je descendois dans ces combes, un froid vif et inquiétant, quoique sans vent, me saisissoit, de sorte que souvent à dix pas de distance on auroit cru changer de climat: des charbonniers qui marchaient nu-pieds trouvoient la terre chaude sur ces éminences, et d'une froideur insupportable dans ces petits vallons. Lorsque ces combes se trouvent situées de manière à être enfilées par les vents froids et humides du nord-est, la gelée s'y fait sentir, même aux mois de juillet et d'août: le bois ne peut y croître; les genièvres même ont bien de la peine à s'y maintenir; et ces combes n'offrent, au lieu d'un beau taillis semblable à ceux qui les

environnement, qu'un espace stérile qu'on appelle *une chaume*, et qui diffère d'une friche en ce qu'on peut rendre celle-ci fertile par la culture, au lieu qu'on ne sait comment cultiver ou peupler ces chaumes qui sont au milieu des bois ; les grains qu'on pourroit y semer sont toujours détruits par les grands froids de l'hiver ou par les gelées du printemps : il n'y a guère que le blé noir ou sarrasin qui puisse y croître, et encore le produit ne vaut pas la dépense de la culture : ces terrains restent donc déserts, abandonnés, et sont en pure perte. J'ai une de ces combes au milieu de mes bois, qui seule contient cent cinquante arpents, dont le produit est presque nul. Le succès de ma plantation de pins, qui n'est qu'à une lieue de cette grande combe, m'a déterminé à y planter de jeunes arbres de cette espèce. Je n'ai commencé que depuis quelques années ; je vois déjà, par le progrès de ces jeunes plants, que quelque jour cet espace stérile de temps immémorial sera un bois de pins tout aussi fourni que le premier que j'ai décrit.

V. J'ai fait écorcer sur pied des pins, des sapins et d'autres espèces d'arbres toujours verts ; j'ai reconnu que ces arbres, dépouillés de leur écorce, vivent plus long-temps que les chênes auxquels on fait la même opération, et leurs bois acquiert de même plus de dureté, plus de force et plus de solidité. Il seroit donc très utile de faire écorcer sur pied les sapins qu'on destine aux mâtures des vaisseaux, en les laissant deux, trois et même quatre ans sécher ainsi sur pied ; ils acquerront une force et une dureté bien plus grande que dans leur état naturel. Il en est de même de toutes les grosses pièces de chêne que l'on emploie dans la construction des vaisseaux ; elles seroient plus résistantes, plus solides et plus durables, si on les tiroit d'arbres écorcés et séchés sur pied avant de les abattre.

A l'égard des pièces courbes, il vaut mieux prendre des arbres de brin de la grosseur nécessaire pour faire une seule pièce courbe, que de scier ces courbes dans de plus grosses pièces : celles-ci sont toujours tranchées et foibles, au lieu que les pièces de brin, étant courbées dans du sable chaud, con-

servent presque toute la force de leurs fibres longitudinales. J'ai reconnu, en faisant rompre des courbes de ces deux espèces, qu'il y avoit plus d'un tiers de différence dans leur force, que les courbes tranchées cassoient subitement, et que celles qui avoient été courbées par la chaleur graduée et par une charge constamment appliquée, se rétablissoient presque de niveau avant que d'éclater et se rompre.

VI. On est dans l'usage de marquer avec un gros marteau, portant empreinte des armes du roi ou des seigneurs particuliers, tous les arbres que l'on veut réserver dans les bois qu'on veut couper. Cette pratique est mauvaise; on enlève l'écorce et une partie de l'aubier avant de donner le coup de marteau. La blessure ne se cicatrise jamais parfaitement, et souvent elle produit un abreuvoir au pied de l'arbre. Plus la tige en est menue, plus le mal est grand. On retrouve dans l'intérieur d'un arbre de cent ans les coups de marteau qu'on lui aura donnés à vingt-cinq, cinquante et soixante-quinze ans, et tous ces endroits sont remplis de pouriture, et forment souvent des abreuvoirs ou des fusées en bas ou en haut qui gâtent le pied de l'arbre. Il vaudroit mieux marquer avec une couleur à l'huile les arbres qu'on voudroit réserver; la dépense seroit à peu près la même, et la couleur ne feroit aucun tort l'arbre, et dureroit au moins pendant tout le temps de l'exploitation.

VII. On trouve communément dans les bois deux espèces de chênes, ou plutôt deux variétés remarquables et différentes l'une de l'autre à plusieurs égards. La première est le chêne à gros gland, qui n'est qu'un à un, ou tout au plus deux à deux, sur la branche: l'écorce de ces chênes est blanche et lisse; la feuille grande et large; le bois blanc, liant, très ferme, et néanmoins très aisé à fendre. La seconde espèce porte ses glands en bouquets ou trochets comme les noisettes, de trois, quatre ou cinq ensemble; l'écorce en est plus brune et toujours gercée, le bois aussi plus coloré, la feuille plus petite, et l'accroissement plus lent. J'ai observé que dans tous les terrains peu profonds, dans toutes les terres maigres, on ne trouve que des chênes à petits glands en trochets, et qu'au contraire

on ne voit guère que des chênes à gros glands dans les très bons terrains. Je ne suis pas assuré que cette variété soit constante et se propage par la graine; mais j'ai reconnu, après avoir semé plusieurs années une très grande quantité de ces glands, tantôt indistinctement et mêlés, et d'autres fois séparés, qu'il ne m'est venu que des chênes à petits glands dans les mauvais terrains, et qu'il n'y a que dans quelques endroits de mes meilleures terres où il se trouve des chênes à gros glands. Le bois de ces chênes ressemble si fort à celui du châtaignier par la texture et par la couleur qu'on les a pris l'un pour l'autre : c'est sur cette ressemblance, qui n'a pas été indiquée, qu'est fondée l'opinion que les charpentes de nos anciennes églises sont de bois de châtaignier. J'ai eu occasion d'en voir quelques-unes, et j'ai reconnu que ces bois prétendus de châtaignier étoient du chêne blanc à gros glands dont je viens de parler, qui étoit autrefois bien plus commun qu'il ne l'est aujourd'hui, par une raison bien simple : c'est qu'autrefois, avant que la France ne fût aussi peuplée, il existoit une quantité bien plus grande de bois en bon terrain, et par conséquent une bien plus grande quantité de ces chênes dont le bois ressemble à celui du châtaignier.

Le châtaignier affecte des terrains particuliers; il ne croit point ou vient mal dans toutes les terres dont le fond est de matière calcaire : il y a donc de très grands cantons et des provinces entières où l'on ne voit point de châtaigniers dans les bois, et néanmoins on nous montre dans ces mêmes cantons des charpentes anciennes qu'on prétend être de châtaignier, et qui sont de l'espèce de chêne dont je viens de parler.

Ayant donc comparé le bois de ces chênes à gros glands au bois des chênes à petits glands dans un grand nombre d'arbres du même âge, et depuis vingt-cinq ans jusqu'à cent ans et au-dessus, j'ai reconnu que le chêne à gros glands a constamment plus de cœur et moins d'aubier que le chêne à petits glands dans la proportion du double au simple : si le premier n'a qu'un pouce d'aubier sur huit pouces de cœur, le second n'aura

que sept pouces de cœur sur deux pouces d'aubier ; et ainsi de toutes les autres mesures : d'où il résulte une perte du double lorsqu'on équarrit ces bois ; car on ne peut tirer qu'une pièce de sept pouces d'un chêne à petits glands, tandis qu'on tire une pièce de huit pouces d'un chêne à gros glands du même âge et de même grosseur. On ne peut donc recommander assez la conservation et le repeuplement de cette belle espèce de chêne, qui a sur l'espèce commune le grand avantage d'un accroissement plus prompt, et dont le bois est non-seulement plus plein, plus fort, mais encore plus élastique. Le trou fait par une balle de mousquet dans une planche de ce chêne se rétrécit, par le ressort du bois, de plus d'un tiers que dans le chêne commun, et c'est une raison de plus de préférer ce bon chêne pour la construction des vaisseaux ; le boulet de canon ne le feroit point éclater, et les trous seroient plus aisés à boucher. En général, plus les chênes croissent vite, plus ils forment de cœur, et meilleurs ils sont pour le service, à grosseur égale ; leur tissu est plus ferme que celui des chênes qui croissent lentement, parce qu'il y a moins de cloisons, moins de séparation entre les couches ligneuses dans le même espace.

TROISIÈME MÉMOIRE.

Recherches de la cause de l'excentricité des couches ligneuses qu'on aperçoit quand on coupe horizontalement le tronc d'un arbre , de l'inégalité d'épaisseur, et du différent nombre de ces couches, tant dans le bois formé que dans l'aubier.

PAR MM. DUHAMEL ET DE BUFFON.

On ne peut travailler plus utilement pour la physique qu'en constatant des faits douteux , et en établissant la vraie origine de ceux qu'on attribuoit, sans fondement, à des causes imaginaires ou insuffisantes. C'est dans cette vue que nous avons entrepris, M. de Buffon et moi , plusieurs recherches d'agriculture; que nous avons , par exemple, fait des observations et des expériences sur l'accroissement et l'entretien des arbres , sur leurs maladies et leurs défauts , sur les plantations et sur le rétablissement des forêts, etc. Nous commençons à rendre compte à l'Académie du succès de ce travail par l'examen d'un fait dont presque tous les auteurs d'agriculture font mention, mais qui n'a été (nous n'hésitons pas de le dire) qu'entrevu , et qu'on a pour cette raison attribué à des causes qui sont bien éloignées de la vérité.

Tout le monde sait que quand on coupe horizontalement le tronc d'un chêne , par exemple , on aperçoit dans le cœur et dans l'aubier des cercles ligneux qui l'enveloppent ; ces cercles sont séparés les uns des autres par d'autres cercles ligneux d'une substance plus rare , et ce sont ces derniers qui distinguent et séparent la crue de chaque année : il est naturel de penser que , sans des accidents particuliers , ils devroient être tous à peu près d'égale épaisseur, et également éloignés du centre.

Il en est cependant tout autrement , et la plupart des auteurs d'agriculture , qui ont reconnu cette différence , l'ont attribuée

à différentes causes, et en ont tiré diverses conséquences. Les uns, par exemple, veulent qu'on observe avec soin la situation des jeunes arbres dans les pépinières, pour les orienter dans la place qu'on leur destine; ce que les jardiniers appellent *planter à la boussole* : ils soutiennent que le côté de l'arbre qui étoit opposé au soleil dans la pépinière souffre inmanquablement de son action lorsqu'il y est exposé.

D'autres veulent que les cercles ligneux de tous les arbres soient excentriques, et toujours plus éloignés du centre ou axe du tronc de l'arbre du côté du midi que du côté du nord, ce qu'ils proposent aux voyageurs qui seroient égarés dans les forêts comme un moyen assuré de s'orienter et de retrouver leur route.

Nous avons cru devoir nous assurer par nous-mêmes de ces deux faits; et d'abord, pour reconnoître si les arbres transplantés souffrent lorsqu'ils se trouvent à une situation contraire à celle qu'ils avoient dans la pépinière, nous avons choisi cinquante ormes qui avoient été élevés dans une vigne, et non pas dans une pépinière touffue, afin d'avoir des sujets dont l'exposition fût bien décidée. J'ai fait à une même hauteur élever tous ces arbres, dont le tronc avoit douze à treize pouces de circonférence; et, avant de les arracher, j'ai marqué d'une petite entaille le côté exposé au midi; ensuite je les ai fait planter sur deux lignes, observant de les mettre alternativement, un dans la situation où il avoit été élevé, et l'autre dans une situation contraire, en sorte que j'ai eu vingt-cinq arbres orientés comme dans la vigne, à comparer avec vingt-cinq autres qui étoient dans une situation tout opposée. En les plantant ainsi alternativement, j'ai évité tous les soupçons qui auroient pu naître des veines de terre, dont la qualité change quelquefois tout d'un coup. Mes arbres sont prêts à faire leur troisième pousse, je les ai bien examinés, il ne me paroît pas qu'il y ait aucune différence entre les uns et les autres. Il est probable qu'il n'y en aura pas dans la suite; car si le changement d'exposition doit produire quelque chose, ce ne peut être que dans les premières années, et jusqu'à ce que les arbres se

soient accoutumés aux impressions du soleil et du vent, qu'on prétend être capables de produire un effet sensible sur ces jeunes sujets.

Nous ne déciderons cependant pas que cette attention est superflue dans tous les cas; car nous voyons, dans les terres légères, les pêches et les abricotiers de haute tige, plantés en espalier au midi, se dessécher entièrement du côté du soleil, et ne subsister que par le côté du mur. Il semble donc que dans les pays chauds, sur le penchant des montagnes au midi, le soleil peut produire un effet sensible sur la partie de l'écorce qui lui est exposée; mais mon expérience décide incontestablement que, dans notre climat et dans les situations ordinaires, il est inutile d'orienter les arbres qu'on transplante: c'est toujours une attention de moins, qui ne laisseroit pas que de gêner lorsqu'on plante des arbres en alignement; car, pour peu que le tronc des arbres soit un peu courbe, ils font une grande difformité quand on n'est pas le maître de mettre la courbure dans le sens de l'alignement.

A l'égard de l'excentricité des couches ligneuses vers le midi, nous avons remarqué que les gens les plus au fait de l'exploitation des forêts ne sont point d'accord sur ce point. Tous, à la vérité, conviennent de l'excentricité des couches annuelles: mais les uns prétendent que ces couches sont plus épaisses du côté du nord, parce que, disent-ils, le soleil dessèche le côté du midi; et ils appuient leur sentiment sur le prompt accroissement des arbres des pays septentrionaux, qui viennent plus vite et grossissent davantage que ceux des pays méridionaux.

D'autres au contraire, et c'est le plus grand nombre, prétendent avoir observé que les couches sont plus épaisses du côté du midi; et, pour ajouter à leur observation un raisonnement physique, ils disent que le soleil étant le principal moteur de la sève, il doit la déterminer à passer avec plus d'abondance dans la partie où il a le plus d'action, pendant que les pluies qui viennent souvent du midi humectent l'écorce, la nourrissent, ou du moins préviennent le dessèchement que la chaleur du soleil aurait pu causer.

Voilà donc des sujets de doutes entre ceux-là même qui sont dans l'usage actuel d'exploiter des bois, et on ne doit pas s'en étonner ; car les différentes circonstances produisent des variétés considérables dans l'accroissement des couches ligneuses. Nous allons le prouver par plusieurs expériences. Mais, avant que de les rapporter, il est bon d'avertir que nous distinguons ici les chênes, d'abord en deux espèces ; savoir, ceux qui portent des glands à longs pédicules, et ceux dont les glands sont presque collés à la branche. Chacune de ces espèces en donne trois autres ; savoir, les chênes qui portent de très gros glands, ceux dont les glands sont de médiocre grosseur, et enfin ceux dont les glands sont très petits. Cette division, qui seroit grossière et imparfaite pour un botaniste, suffit aux forestiers ; et nous l'avons adoptée, parce que nous avons cru apercevoir quelque différence dans la qualité du bois de ces espèces, et que d'ailleurs il se trouve dans nos forêts un très grand nombre d'espèces différentes de chênes dont le bois est absolument semblable, auxquelles par conséquent nous n'avons pas eu égard.

PREMIÈRE EXPÉRIENCE.

Le 27 mars 1734, pour nous assurer si les arbres croissent du côté du midi plus que du côté du nord, M. de Buffon a fait couper un chêne à gros glands, âgé d'environ soixante ans, à un bon pied et demi au-dessus de la surface du terrain, c'est-à-dire dans l'endroit où la tige commence à se bien arrondir, car les racines causent toujours un élargissement au pied des arbres ; celui-ci étoit situé dans une lisière découverte à l'orient, mais un peu couverte au nord d'un côté, et de l'autre au midi. Il a fait faire la coupe le plus horizontalement qu'il a été possible ; et, ayant mis la pointe d'un compas dans le centre des cercles annuels, il a reconnu qu'il coïncidoit avec celui de la circonférence de l'arbre, et qu'ainsi tous les côtés avoient également grossi : mais, ayant fait couper ce même arbre à vingt pieds plus haut, le côté du nord étoit plus épais que celui

du midi ; il a remarqué qu'il y avoit une grosse branche du côté du nord , un peu au-dessous de vingt pieds.

DEUXIÈME EXPÉRIENCE.

Le même jour, il a fait couper de la même façon , à un pied et demi au-dessus de terre , un chêne à petits glands, âgé d'environ quatre-vingts ans, situé comme le précédent ; il avoit plus grossi du côté du midi que du côté du nord. Il a observé qu'il y avoit au dedans de l'arbre un nœud fort serré du côté du nord, qui venoit des racines.

TROISIÈME EXPÉRIENCE.

Le même jour, il a fait couper de même un chêne à glands de médiocre grosseur, âgé de soixante ans, dans une lisière exposée au midi ; le côté du midi étoit plus fort que celui du nord, mais il l'étoit beaucoup moins que celui du levant. Il a fait fouiller au pied de l'arbre, et il a vu que la plus grosse racine étoit du côté du levant ; il a ensuite fait couper cet arbre à deux pieds plus haut, c'est-à-dire à près de quatre pieds de terre en tout, et à cette hauteur le côté du nord étoit plus épais que tous les autres.

QUATRIÈME EXPÉRIENCE.

Le même jour, il a fait couper à la même hauteur un chêne à gros glands, âgé d'environ soixante ans, dans une lisière exposée au levant, et il a trouvé qu'il avoit également grossi de tous côtés ; mais, à un pied et demi plus haut, c'est-à-dire à trois pieds au-dessus de la terre, le côté du midi étoit un peu plus épais que celui du nord.

CINQUIÈME EXPÉRIENCE.

Un autre chêne à gros glands, âgé d'environ trente-cinq ans, d'une lisière exposée au levant, avoit grossi d'un tiers de plus du côté du midi que du côté du nord, à un pied au-dessus de terre : mais à un pied plus haut cette inégalité diminuoit

déjà ; à un pied plus haut ils avoient également grossi de tous côtés : cependant , en le faisant encore couper plus haut , le côté du midi étoit un tant soit peu plus fort.

SIXIÈME EXPÉRIENCE.

Un autre chêne à gros glands , âgé de trente-cinq ans , d'une lisière exposée au midi , coupé à trois pieds au-dessus de terre , étoit un peu plus fort au midi qu'au nord , mais bien plus fort du côté du levant que d'aucun autre côté.

SEPTIÈME EXPÉRIENCE.

Un autre chêne de même âge et mêmes glands , situé au milieu des bois , avoit également crû du côté du midi et du côté du nord , et plus du côté du levant que du côté du couchant.

HUITIÈME EXPÉRIENCE.

Le 29 mars 1734 il a continué ces épreuves , et il a fait couper , à un pied et demi au-dessus de terre , un chêne à gros glands d'une très belle venue , âgé de quarante ans , dans une lisière exposée au midi ; il avoit grossi du côté du nord beaucoup plus que d'aucun autre côté , celui du midi étoit même le plus foible de tous. Ayant fait fouiller au pied de l'arbre , il a trouvé que la plus grosse racine étoit du côté du nord.

NEUVIÈME EXPÉRIENCE.

Un autre chêne de même espèce , même âge , et à la même position , coupé à la même hauteur d'un pied et demi au-dessus de la surface du terrain , avoit grossi du côté du midi plus que du côté du nord. Il a fait fouiller au pied , et il a trouvé qu'il y avoit une grosse racine du côté du midi , et qu'il n'y en paroissoit point du côté du nord.

DIXIÈME EXPÉRIENCE.

Un autre chêne de même espèce , mais âgé de soixante ans , et absolument isolé , avoit plus grossi du côté du nord que d'aucun autre côté. En fouillant , il a trouvé que la plus grosse racine étoit du côté du nord.

Je pourrois joindre à ces observations beaucoup d'autres pareilles que M. de Buffon a fait exécuter en Bourgogne, de même qu'un grand nombre que j'ai faites dans la forêt d'Orléans, qui se montent à l'examen de plus de quarante arbres, mais dont il m'a paru inutile de donner le détail. Il suffit de dire qu'elles décident toutes que l'aspect du midi ou du nord n'est point du tout la cause de l'excentricité des couches ligneuses, mais qu'elle ne doit s'attribuer qu'à la position des racines et des branches, de sorte que les couches ligneuses sont toujours plus épaisses du côté où il y a plus de racines ou de plus vigoureuses. Il ne faut cependant pas manquer de rapporter une expérience que M. de Buffon a faite, et qui est absolument décisive.

Il choisit ce même jour, 29 mars, un chêne isolé, auquel il avoit remarqué quatre racines à peu près égales et disposées assez régulièrement, en sorte que chacune répondoit à très peu près à un des quatre points cardinaux; et l'ayant fait couper à un pied et demi au-dessus de la surface du terrain, il trouva, comme il le soupçonnoit, que le centre des couches ligneuses coïncidoit avec celui de la circonférence de l'arbre, et que par conséquent il avoit grossi de tous côtés également.

Ce qui nous a pleinement convaincus que la vraie cause de l'excentricité des couches ligneuses est la position des racines et quelquefois des branches, et que si l'aspect du midi ou du nord, etc., influe sur les arbres pour les faire grossir inégalement, ce ne peut être que d'une manière insensible, puisque, dans tous ces arbres, tantôt c'étoient les couches ligneuses du côté du midi qui étoient les plus épaisses, et tantôt celles du côté du nord ou de tout autre côté; et que, quand nous avons coupé des troncs d'arbre à différentes hauteurs, nous avons trouvé les couches ligneuses tantôt plus épaisses d'un côté, tantôt d'un autre.

Cette dernière observation m'a engagé à faire fendre plusieurs corps d'arbres par le milieu. Dans quelques-uns le cœur suivoit à peu près en ligne droite l'axe du tronc: mais dans le plus grand nombre, et dans les bois même les plus parfaits et

de la meilleure fente , il faisoit des inflexions en forme de zig-zag ; outre cela , dans le centre de presque tous les arbres, j'ai remarqué, aussi bien que M. de Buffon , que dans une épaisseur d'un pouce ou un pouce et demi, vers le centre , il y avoit plusieurs petits nœuds, en sorte que le bois ne s'est trouvé bien franc qu'au-delà de cette petite épaisseur.

Ces nœuds viennent sans doute de l'éruption des branches que le chêne pousse en quantité dans sa jeunesse, qui, venant à périr, se recouvrent avec le temps, et forment ces petits nœuds auxquels on doit attribuer cette direction irrégulière du cœur qui n'est pas naturelle aux arbres. Elle peut venir aussi de ce qu'ils ont perdu dans leur jeunesse leur flèche ou montant principal par la gelée, l'abroustissement du bétail, la force du vent, ou de quelque autre accident ; car ils sont alors obligés de nourrir des branches latérales pour en former leurs tiges ; et le cœur de ces branches ne répondant pas à celui du tronc, il s'y fait un changement de direction. Il est vrai que peu à peu ces branches se redressent ; mais il reste toujours une inflexion dans le cœur de ces arbres.

Nous n'avons donc pas aperçu que l'exposition produisît rien de sensible sur l'épaisseur des couches ligneuses, et nous croyons que, quand on en remarque plus d'un côté que d'un autre, elle vient presque toujours de l'insertion des racines ou de l'éruption de quelques branches, soit que ces branches existent actuellement, ou qu'ayant péri, leur place soit recouverte. Les plaies cicatrisées, la gelivure, le double aubier, dans un même arbre, peuvent encore produire cette augmentation d'épaisseur des couches ligneuses : mais nous la croyons absolument indépendante de l'exposition ; ce que nous allons encore prouver par plusieurs observations familières.

PREMIÈRE OBSERVATION.

Tout le monde peut avoir remarqué dans les vergers des arbres qui s'emportent, comme disent les jardiniers, sur une de leurs branches, c'est-à-dire qu'ils poussent sur cette branche avec vigueur, pendant que les autres restent chétives et

languissantes. Si l'on fouille au pied de ces arbres pour examiner leurs racines, on trouvera à peu près la même chose qu'au dehors de la terre, c'est-à-dire que du côté de la branche vigoureuse il y aura de vigoureuses racines, pendant que celles de l'autre côté seront en mauvais état.

DEUXIÈME OBSERVATION.

Qu'un arbre soit planté entre un gazon et une terre façonnée, ordinairement la partie de l'arbre qui est du côté de la terre labourée sera plus verte et plus vigoureuse que celle qui répond au gazon.

TROISIÈME OBSERVATION.

On voit souvent un arbre perdre subitement une branche; et si l'on fouille au pied, on trouve le plus ordinairement la cause de cet accident dans le mauvais état où se trouvent les racines qui répondent à la branche qui a péri.

QUATRIÈME OBSERVATION.

Si on coupe une grosse racine à un arbre, comme on le fait quelquefois pour mettre un arbre à fruit, ou pour l'empêcher de s'emporter sur une branche, on fait languir la partie de l'arbre à laquelle cette racine correspondoit : mais il n'arrive pas toujours que ce soit celle qu'on vouloit affoiblir, parce qu'on n'est pas toujours assuré à quelle partie de l'arbre une racine porte sa nourriture, et une même racine la porte souvent à plusieurs branches; nous en allons dire quelque chose dans un moment.

CINQUIÈME OBSERVATION.

Qu'on fende un arbre depuis une de ses branches, par son tronc, jusqu'à une de ses racines, on pourra remarquer que les racines, de même que les branches, sont formées d'un faisceau de fibres qui sont une continuation de fibres longitudinales du tronc de l'arbre.

Toutes ces observations semblent prouver que le tronc des

arbres est composé de différents paquets de fibres longitudinales, qui répondent par un bout à une racine, et par l'autre, quelquefois à une, et d'autres fois à plusieurs branches; en sorte que chaque faisceau de fibres paroît recevoir sa nourriture de la racine dont il est une continuation. Suivant cela, quand une racine périt, il s'en devoit suivre le desséchement d'un faisceau de fibres dans la partie du tronc et dans la branche correspondante; mais il faut remarquer :

1° Que, dans ce cas, les branches ne font que languir et ne meurent pas entièrement;

2° Qu'ayant greffé par le milieu sur un sujet vigoureux une branche d'orme assez forte, qui étoit chargée d'autres petites branches, les rameaux qui étoient sur la partie inférieure de la branche greffée poussèrent, quoique plus foiblement que ceux du sujet. Et j'ai vu, aux Chartreux de Paris, un oranger subsister et grossir en cette situation quatre ou cinq mois sur le sauvageon où il avoit été greffé. Ces expériences prouvent que la nourriture qui est portée à une partie d'un arbre se communique à toutes les autres, et par conséquent la sève a un mouvement de communication latérale: on peut voir sur cela les expériences de M. Hales. Mais ce mouvement latéral ne nuit pas assez au mouvement direct de la sève pour l'empêcher de se rendre en plus grande abondance à la partie de l'arbre et au faisceau même des fibres qui correspond à la racine qui la fournit, et c'est ce qui fait qu'elle se distribue principalement à une partie des branches de l'arbre, et qu'on voit ordinairement la partie de l'arbre où répond une racine vigoureuse profiter plus que tout le reste, comme on le peut remarquer sur les arbres des lisières des forêts; car leurs meilleures racines étant presque toujours du côté du champ, c'est aussi de ce côté que les couches ligneuses sont communément les plus épaisses.

Ainsi il paroît, par les expériences que nous venons de rapporter, que les couches ligneuses sont plus épaisses dans les endroits de l'arbre où la sève a été portée en plus grande abondance, soit que cela vienne des racines ou des branches;

car on sait que les unes et les autres agissent de concert pour le mouvement de la sève.

C'est cette même abondance de sève qui fait que l'aubier se transforme plus tôt en bois : c'est d'elle que dépend l'épaisseur relative du bois parfait avec l'aubier dans les différents terrains et dans les diverses espèces ; car l'aubier n'est autre chose qu'un bois imparfait , un bois moins dense , qui a besoin que la sève le traverse, et y dépose des parties fixes pour remplir ses pores et le rendre semblable au bois : la partie de l'aubier dans laquelle la sève passera en plus grande abondance sera donc celle qui se transformera plus promptement en bois parfait, et cette transformation doit, dans les mêmes espèces, suivre la qualité du terrain.

EXPÉRIENCES.

M. de Buffon a fait scier plusieurs chênes à deux ou trois pieds de terre ; et ayant fait polir la coupe avec la plane , voici ce qu'il a remarqué :

Un chêne âgé de quarante-six ans environ avoit d'un côté quatorze couches annuelles d'aubier , et du côté opposé il en avoit vingt ; cependant les quatorze couches étoient d'un quart plus épaisses que les vingt de l'autre côté.

Un autre chêne qui paroisoit du même âge avoit d'un côté seize couches d'aubier , et du côté opposé il en avoit vingt-deux ; cependant les seize couches étoient d'un quart plus épaisses que les vingt-deux.

Un autre chêne de même âge avoit d'un côté vingt couches d'aubier , et du côté opposé il en avoit vingt-quatre ; cependant les vingt couches étoient d'un quart plus épaisses que les vingt-quatre.

Un autre chêne de même âge avoit d'un côté dix couches d'aubier , et du côté opposé il en avoit quinze ; cependant les dix couches étoient d'un sixième plus épaisses que les quinze.

Un autre chêne de même âge avoit d'un côté quatorze couches d'aubier , et de l'autre vingt-une ; cependant les quatorze couches

étoient d'une épaisseur presque double de celle des vingt-une.

Un chêne de même âge avoit d'un côté onze couches d'aubier, et du côté opposé il en avoit dix-sept; cependant les onze couches étoient d'une épaisseur double de celle des dix-sept.

Il a fait de semblables observations sur les trois espèces de chênes qui se trouvent le plus ordinairement dans les forêts, et il n'y a point aperçu de différence.

Toutes ces expériences prouvent que l'épaisseur de l'aubier est d'autant plus grande que le nombre des couches qui le forme est plus petit. Ce fait paroît singulier; l'explication en est cependant aisée. Pour la rendre plus claire, supposons, pour un instant, qu'on ne laisse à un arbre que deux racines, l'une à droite, double de celle qui est à gauche: si on n'a point d'attention à la communication latérale de la sève, le côté droit de l'arbre recevrait une fois autant de nourriture que le côté gauche; les cercles annuels grossiroient donc plus à droite qu'à gauche, et en même temps la partie droite de l'arbre se transformeroit plus promptement en bois parfait que la partie gauche, parce qu'en se distribuant plus de sève dans la partie droite que dans la gauche, il se déposeroit dans les interstices de l'aubier un plus grand nombre de parties fixes propres à former le bois.

Il nous paroît donc assez bien prouvé que de plusieurs arbres plantés dans le même terrain, ceux qui croissent plus vite ont leurs couches ligneuses plus épaisses, et qu'en même temps leur aubier se convertit plus tôt en bois que dans les arbres qui croissent lentement. Nous allons maintenant faire voir que les chênes qui sont crûs dans les terrains maigres ont plus d'aubier, par proportion à la quantité de leur bois, que ceux qui sont crûs dans les bons terrains. Effectivement, si l'aubier ne se convertit en bois parfait qu'à proportion que la sève qui le traverse y dépose des parties fixes, il est clair que l'aubier sera bien plus long-temps à se convertir en bois dans les terrains maigres que dans les bons terrains.

C'est aussi ce que j'ai remarqué en examinant des bois qu'on

abattoit dans une vente, dont le bois étoit beaucoup meilleur à une de ses extrémités qu'à l'autre, simplement parce que le terrain y avoit plus de fond.

Les arbres qui étoient venus dans la partie où il y avoit moins de bonne terre étoient moins gros, leurs couches ligneuses étoient plus minces que dans les autres; ils avoient un plus grand nombre de couches d'aubier, et même généralement plus d'aubier par proportion à la grosseur de leur bois: je dis par proportion au bois, car si on se contentoit de mesurer avec un compas l'épaisseur de l'aubier dans les deux terrains, on le trouveroit communément bien plus épais dans le bon terrain que dans l'autre.

M. de Buffon a suivi bien plus loin ces observations, car ayant fait abattre dans un terrain sec et graveleux, où les arbres commencent à couronner à trente ans, un grand nombre de chênes à médiocres et petits glands, tous âgés de quarante-six ans, il fit aussi abattre autant de chênes de même espèce et du même âge dans un bon terrain, où le bois ne couronne que fort tard. Ces deux terrains sont à une portée de fusil l'un de l'autre, à la même exposition, et ils ne diffèrent que par la quantité et la profondeur de la bonne terre, qui dans l'un est de quelques pieds et dans l'autre de huit à neuf pouces seulement. Nous avons pris avec une règle et un compas les mesures du cœur et de l'aubier de tous ces différents arbres; et après avoir fait une table de ces mesures, et avoir pris la moyenne entre toutes, nous avons trouvé:

1^o Qu'à l'âge de quarante-six ans, dans le terrain maigre, les chênes communs ou de glands médiocres avoient 1 d'aubier et $2 + \frac{2}{7}$ de cœur, et les chênes de petits glands, 1 d'aubier et $1 + \frac{1}{6}$ de cœur. Ainsi dans le terrain maigre les premiers ont plus du double de cœur que les derniers;

2^o Qu'au même âge de quarante-six ans, dans un bon terrain, les chênes communs avoient 1 d'aubier et 3 de cœur, et les chênes de petits glands, 1 d'aubier et $2 \frac{1}{2}$ de cœur. Ainsi, dans les bons terrains, les premiers ont un sixième de cœur plus que les derniers;

3° Qu'au même âge de quarante-six ans , dans le même terrain maigre , les chênes communs avoient seize ou dix-sept couches ligneuses d'aubier , et les chênes de petits glands en avoient vingt-une. Ainsi l'aubier se convertit plus tôt en cœur dans les chênes communs que dans les chênes de petits glands;

4° Qu'à l'âge de quarante-six ans , la grosseur du bois de service , y compris l'aubier des chênes à petits glands dans le mauvais terrain , est à la grosseur du bois de service des chênes de même espèce dans le bon terrain , comme $21 \frac{1}{2}$ sont à 29 ; d'où l'on tire , en supposant les hauteurs égales , la proportion de la quantité de bois de service dans le bon terrain à la quantité dans le mauvais terrain , comme 841 sont à 462 , c'est-à-dire presque double , et comme les arbres de même espèce s'élèvent à proportion de la bonté et de la profondeur du terrain , on peut assurer que la quantité du bois que fournit un bon terrain est beaucoup plus du double de celle que produit un mauvais terrain. Nous ne parlons ici que du bois de service et point du tout du taillis ; car après avoir fait les mêmes épreuves et les mêmes calculs sur des arbres beaucoup plus jeunes , comme de vingt-cinq à trente ans , dans le bon et le mauvais terrain , nous avons trouvé que les différences n'étoient pas , à beaucoup près , si grandes ; mais comme ce détail seroit un peu long , et que d'ailleurs il y entre quelques expériences sur l'aubier et le cœur du chêne selon les différents âges , sur le temps absolu qu'il faut à l'aubier pour se transformer en cœur , et sur le produit des terrains maigres comparé au produit des bons terrains , nous renvoyons le tout à un autre mémoire.

Il n'est donc pas douteux que dans les terrains maigres l'aubier ne soit plus épais , par proportion au bois , que dans les bons terrains ; et quoique nous ne rapportions rien ici que sur les proportions des arbres qui se sont trouvés bien sains , cependant nous remarquerons en passant que ceux qui étoient un peu gâtés avoient toujours plus d'aubier que les autres. Nous avons pris aussi les mêmes proportions du cœur et de l'aubier dans les chênes de différents âges , et nous avons re-

connu que les couches ligneuses étoient plus épaisses dans les jeunes arbres que dans les vieux, mais aussi qu'il y en avoit une bien moindre quantité. Concluons de nos expériences et de nos observations :

1° Que, dans tous les cas où la sève est portée avec plus d'abondance, les couches ligneuses, de même que les couches d'aubier y sont épaisses, soit que l'abondance de cette sève soit un effet de la bonté du terrain ou de la bonne constitution de l'arbre, soit qu'elle dépende de l'âge de l'arbre, de la position des branches ou des racines, etc. ;

2° Que l'aubier se convertit beaucoup plus tôt en bois, que la sève est portée avec plus d'abondance dans les arbres ou dans une portion de ces arbres que dans une autre; ce qui est une suite de ce que nous venons de dire ;

3° Que l'excentricité des couches ligneuses dépend entièrement de l'abondance de la sève, qui se trouve plus grande dans une portion d'un arbre que dans une autre; ce qui est toujours produit par la vigueur des racines ou des branches qui répondent à la partie de l'arbre où les couches sont les plus épaisses et les plus éloignées du centre ;

4° Que le cœur des arbres suit très rarement l'axe du tronc, ce qui est produit quelquefois par l'épaisseur inégale des couches ligneuses dont nous venons de parler, et quelquefois par des plaies recouvertes ou des extravasations de substance, et souvent par les accidents qui ont fait périr le montant principal.

QUATRIÈME MÉMOIRE.

Observations des différents effets que produisent sur les végétaux les grandes gelées d'hiver et les petites gelées du printemps.

PAR MM. DUHAMEL ET DE BUFFON.

La physique des végétaux, qui conduit à la perfection de l'agriculture, est une de ces sciences dont le progrès ne s'augmente que par une multitude d'observations qui ne peuvent être l'ouvrage ni d'un homme seul ni d'un temps borné : aussi ces observations ne passent-elles guère pour certaines que lorsqu'elles ont été répétées et combinées en différents lieux, en différentes saisons et par différentes personnes qui aient eu les mêmes idées. C'a été dans cette vue que nous nous sommes joints M. de Buffon et moi pour travailler de concert à l'éclaircissement d'un nombre de phénomènes difficiles à expliquer dans cette partie de l'histoire de la nature, de la connaissance desquels il peut résulter une infinité de choses utiles dans la pratique de l'agriculture.

L'accueil dont l'Académie a favorisé les prémices de cette association, je veux dire le Mémoire formé de nos observations sur l'excentricité des couches ligneuses, sur l'inégalité de ces couches, sur les circonstances qui font que l'aubier se convertit plus tôt en bois, ou reste plus long-temps dans son état d'aubier; cet accueil, dis-je, nous a encouragés à donner également toute notre attention à un autre point de cette physique végétale, qui ne demandoit pas moins de recherches, et qui n'a pas moins d'utilité que le premier.

La gelée est quelquefois si forte pendant l'hiver, qu'elle détruit presque tous les végétaux, et la disette de 1709 est une époque de ses cruels effets.

Les grains périrent entièrement; quelques espèces d'arbres,

comme les noyers, périrent aussi sans ressource ; d'autres, comme les oliviers, et presque tous les arbres fruitiers furent moins maltraités ; ils repoussèrent de dessus leur souche , leurs racines n'ayant point été endommagées : enfin plusieurs grands arbres plus vigoureux poussèrent au printemps presque sur toutes leurs branches , et ne parurent pas en avoir beaucoup souffert. Nous ferons cependant remarquer dans la suite des dommages réels et irréparables que cet hiver leur a causés.

Une gelée qui nous prive des choses les plus nécessaires à la vie, qui fait périr entièrement plusieurs espèces d'arbres utiles, et n'en laisse presque aucun qui ne se ressente de sa rigueur , est certainement des plus redoutables. Ainsi nous avons tout à craindre des grandes gelées qui viennent pendant l'hiver , et qui nous réduiroient aux dernières extrémités si nous en ressentions plus souvent les effets ; mais heureusement on ne peut citer que deux ou trois hivers qui, comme celui de l'année 1709, aient produit une calamité si générale.

Les plus grands désordres que causent jamais les gelées du printemps ne portent pas, à beaucoup près, sur des choses aussi essentielles, quoiqu'elles endommagent les grains, et principalement le seigle, lorsqu'il est nouvellement épié et en lait ; on n'a jamais vu que cela ait produit de grandes disettes : elles n'affectent pas les parties les plus solides des arbres, leur tronc ni leurs branches ; mais elles détruisent totalement leurs productions , et nous privent de récoltes de vins et de fruits , et , par la suppression de nouveaux bourgeons , elles causent un dommage considérable aux forêts.

Ainsi , quoiqu'il y ait quelques exemples que la gelée d'hiver nous a réduits à manquer de pain, et à être privés pendant plusieurs années d'une infinité de choses utiles que nous fournissent les végétaux , le dommage que causent les gelées du printemps nous devient encore plus important, parce qu'elles nous affligent beaucoup plus fréquemment ; car , comme il arrive presque tous les ans quelques gelées en cette saison , il est rare qu'elles ne diminuent nos revenus.

A ne considérer que les effets de la gelée , même très su-

perficiellement , on aperçoit déjà que ceux que produisent les fortes gelées d'hiver sont très différents de ceux qui sont occasionés par les gelées du printemps, puisque les unes attaquent le corps même et les parties les plus solides des arbres, au lieu que les autres détruisent simplement leurs productions, et s'opposent à leurs accroissemens. C'est ce qui sera plus amplement prouvé dans la suite de ce mémoire.

Mais nous ferons voir en même temps qu'elles agissent dans des circonstances bien différentes, et que ce ne sont pas toujours les terroirs, les expositions et les situations où l'on remarque que les gelées d'hiver ont produit de plus grands désordres, qui souffrent le plus des gelées du printemps.

On conçoit bien que vous n'avez pu parvenir à faire cette distinction des effets de la gelée qu'en rassemblant beaucoup d'observations qui rempliront la plus grande partie de ce mémoire. Mais seroient-elles simplement curieuses, et n'auroient-elles d'utilité que pour ceux qui voudroient rechercher la cause physique de la gelée? Nous espérons de plus qu'elles seront profitables à l'agriculture, et que, si elles ne nous mettent pas à portée de nous garantir entièrement des torts que nous fait la gelée, elles nous donneront des moyens pour en parer une partie : c'est ce que nous aurons soin de faire sentir à mesure que nos observations nous en fourniront l'occasion. Il faut donc en donner le détail, que nous commencerons par ce qui regarde les grandes gelées d'hiver ; nous parlerons ensuite des gelées du printemps.

Nous ne pouvons pas raisonner avec autant de certitude des gelées d'hiver que de celles du printemps, parce que, comme nous l'avons déjà dit, on est assez heureux pour n'éprouver que rarement leurs tristes effets.

La plupart des arbres étant, dans cette saison, dépouillés de fleurs, de fruits et de feuilles, ont ordinairement leurs bourgeons endurcis et en état de supporter des gelées assez fortes, à moins que l'été précédent n'ait été frais ; car, en ce cas, les bourgeons n'étant pas parvenus à ce degré de maturité que les jardiniers appellent *aoûté*, ils sont hors d'état de résister aux

plus médiocres gelées d'hiver : mais ce n'est pas l'ordinaire, et le plus souvent les bourgeons mûrissent avant l'hiver, et les arbres supportent les rigueurs de cette saison sans en être endommagés, à moins qu'il ne vienne des froids excessifs, joints à des circonstances fâcheuses dont nous parlerons dans la suite.

Nous avons cependant trouvé dans les forêts beaucoup d'arbres atteints de défauts considérables, qui ont certainement été produits par les fortes gelées dont nous venons de parler, et particulièrement par celle de 1709; car, quoique cette énorme gelée commence à être ancienne, elle a produit, dans les arbres qu'elle n'a pas entièrement détruits, des défauts qui ne s'effaceront jamais.

Ces défauts sont : 1^o des gerces qui suivent la direction des fibres, et que les gens de forêts appellent *gelivures*;

2^o Une portion de bois mort renfermée dans le bon bois, ce que quelques forestiers appellent *la gelivure entrelardée*;

3^o Enfin le double aubier, qui est une couronne entière de bois imparfait remplie et recouverte par de bon bois. Il faut détailler ces défauts, et dire d'où ils procèdent. Nous allons commencer par ce qui regarde le double aubier.

L'aubier est, comme l'on sait, une couronne ou une ceinture plus ou moins épaisse de bois blanc et imparfait, qui dans presque tous les arbres se distingue aisément du bois parfait qu'on appelle *le cœur*, par la différence de sa couleur et de sa dureté. Il se trouve immédiatement sous l'écorce, et il enveloppe le bois parfait, qui, dans les arbres sains, est à peu près de la même couleur, depuis la circonférence jusqu'au centre; mais dans ceux dont nous voulons parler, le bois parfait se trouve séparé par une seconde couronne de bois blanc, en sorte que sur la coupe du tronc d'un de ces arbres on voit alternativement une couronne d'aubier, puis une de bois parfait, ensuite une seconde couronne d'aubier, et enfin un massif de bois parfait. Ce défaut est plus ou moins grand et plus ou moins commun, selon les différents terrains et les différentes situations : dans les terres fortes et dans le touffu des forêts il est

plus rare et moins considérable que dans les clairières et dans les terres légères.

A la seule inspection de ces couronnes de bois blanc, que nous appellerons dans la suite *le faux aubier*, on voit qu'elles sont de mauvaise qualité. Cependant, pour en être plus certain, M. de Buffon en a fait faire plusieurs petits soliveaux de deux pieds de longueur, sur neuf à dix lignes d'équarrissage; et en ayant fait faire de pareils de véritable aubier, il a fait rompre les uns et les autres en les chargeant dans leur milieu, et ceux de faux aubier ont toujours rompu sous un moindre poids que ceux du véritable aubier, quoique, comme l'on sait, la force de l'aubier soit très petite en comparaison de celle du bois formé.

Il a ensuite pris plusieurs morceaux de ces deux espèces d'aubier, il les a pesés dans l'air et ensuite dans l'eau, et il a trouvé que la pesanteur spécifique de l'aubier naturel étoit toujours plus grande que celle du faux aubier. Il a fait ensuite la même expérience avec le bois du centre de ces mêmes arbres, pour le comparer à celui de la couronne qui se trouve entre les deux aubiers, et il a reconnu que la différence étoit à peu près celle qui se trouve naturellement entre la pesanteur du bois du centre de tous les arbres et celle de la circonférence : ainsi tout ce qui est devenu bois parfait dans ces arbres défectueux s'est trouvé à peu près dans l'ordre ordinaire. Mais il n'en est pas de même du faux aubier, puisque, comme le prouvent les expériences que nous venons de rapporter, il est plus foible, plus tendre et plus léger que le vrai aubier, quoiqu'il ait été formé vingt et vingt-cinq ans auparavant; ce que nous avons reconnu en comptant les cercles annuels, tant de l'aubier que du bois qui recouvre ce faux aubier : et cette observation que nous avons répétée sur nombre d'arbres prouve incontestablement que ce défaut est une suite du grand froid de 1709; car il ne faut pas être surpris de trouver toujours quelques couches de moins que le nombre des années qui se sont écoulées depuis 1709, non-seulement parce qu'on ne peut jamais avoir par le nombre des couches ligneuses l'âge des arbres qu'à trois ou

quatre années près , mais encore parce que les premières couches ligneuses qui se sont formées depuis 1709 étoient si minces et si confuses, qu'on ne peut les distinguer bien exactement.

Il est encore sûr que c'est la portion de l'arbre qui étoit en aubier dans le temps de la grande gelée de 1709, qui, au lieu de se perfectionner et de se convertir en bois, est au contraire devenue plus défectueuse; on n'en peut pas douter après les expériences que M. de Buffon a faites pour s'assurer de la qualité de ce faux aubier.

D'ailleurs il est plus naturel de penser que l'aubier doit plus souffrir des grandes gelées que le bois formé, non-seulement parce qu'étant à l'extérieur de l'arbre il est plus exposé au froid, mais encore parce qu'il contient plus de sève, et que les fibres en sont plus tendres et plus délicates que celles du bois. Tout cela paroît d'abord souffrir peu de difficulté; cependant on pourroit objecter l'observation rapportée dans l'*Histoire de l'Académie*, année 1710, par laquelle il paroît qu'en 1709 les jeunes arbres ont mieux supporté le grand froid que les vieux arbres. Mais comme le fait que nous venons de rapporter est certain, il faut bien qu'il y ait quelque différence entre les parties organiques, les vaisseaux, les fibres, les vésicules, etc., de l'aubier des vieux arbres et de celui des jeunes: elles seront peut-être plus souples, plus capables de prêter dans ceux-ci que dans les vieux; de telle sorte qu'une force qui sera capable de faire rompre les unes ne fera que dilater les autres. Au reste, comme ce sont là des choses que les yeux ne peuvent apercevoir, et dont l'esprit reste peu satisfait, nous passerons plus légèrement sur ces conjectures, et nous nous contenterons des faits que nous avons bien observés. Cet aubier a donc beaucoup souffert de la gelée, c'est une chose incontestable; mais a-t-il été entièrement désorganisé? Il pourroit l'être sans qu'il s'en fût suivi la mort de l'arbre; pourvu que l'écorce fût restée saine, la végétation auroit pu continuer. On voit tous les jours des saules et des ormes qui ne subsistent que par leur écorce; et la même chose s'est vue long-temps à la pépinière du Roule sur un oranger qui n'a péri que depuis quelques années.

Mais nous ne croyons pas que le faux aubier dont nous parlons soit mort; il m'a toujours paru être dans un état bien différent de l'aubier qu'on trouve dans les arbres qui sont attaqués de la gelivure entrelardée, et dont nous parlerons dans un moment. Il a aussi paru de même à M. de Buffon, lorsqu'il en a fait faire des soliveaux et des cubes pour les expériences que nous avons rapportées; et d'ailleurs, s'il eût été désorganisé, comme il s'étend sur toute la circonférence des arbres, il auroit interrompu le mouvement latéral de la sève, et le bois du centre, qui se seroit trouvé recouvert par cette enveloppe d'aubier mort, n'auroit pas pu végéter, il seroit mort aussi, et se seroit altéré; ce qui n'est pas arrivé, comme le prouve l'expérience de M. de Buffon, que je pourrois confirmer par plusieurs que j'ai exécutées avec soin, mais dont je ne parlerois pas pour le présent, parce qu'elles ont été faites dans d'autres vues. Cependant on ne conçoit pas aisément comment cet aubier a pu être altéré au point de ne pouvoir se convertir en bois, et que, bien loin qu'il soit mort, il ait même été en état de fournir de la sève aux couches ligneuses qui se sont formées par-dessus dans un état de perfection qu'on peut comparer au bois des arbres qui n'ont souffert aucun accident. Il faut bien cependant que la chose se soit passée ainsi, et que le grand hiver ait causé une maladie incurable à cet aubier; car s'il étoit mort aussi bien que l'écorce qui le recouvre, il n'est pas douteux que l'arbre auroit entièrement péri: c'est ce qui est arrivé en 1709 à plusieurs arbres dont l'écorce s'est détachée, qui, par un reste de sève qui étoit dans leur tronc, ont poussé au printemps, mais qui sont morts d'épuisement avant l'automne, faute de recevoir assez de nourriture pour subsister.

Nous avons trouvé de ces faux aubiers qui étoient plus épais d'un côté que d'un autre; ce qui s'accorde à merveille avec l'état le plus ordinaire de l'aubier. Nous en avons aussi trouvé de très minces; apparemment qu'il n'y avoit eu que quelques couches d'aubier d'endommagées. Tous ces faux aubiers ne sont pas de la même couleur, et n'ont pas souffert une altéra-

tion égale; ils ne sont pas aussi mauvais les uns que les autres; et cela s'accorde à merveille avec ce que nous avons dit plus haut. Enfin nous avons fait fouiller au pied de quelques arbres pour voir si ce même défaut existoit aussi dans les racines; mais nous les avons trouvées très saines. Ainsi il est probable que la terre qui les recouvroit les avoit garanties du froid.

Voilà donc un effet des plus fâcheux des gelées d'hiver, qui, pour être renfermé dans l'intérieur des arbres, n'en est pas moins à craindre, puisqu'il rend les arbres qui en sont attaqués presque inutiles pour toutes sortes d'ouvrages; mais, outre cela, il est très fréquent, et on a toutes les peines du monde à trouver quelques arbres qui en soient totalement exempts : cependant on doit conclure des observations que nous venons de rapporter que tous les arbres dont le bois ne suit pas une nuance réglée depuis le centre, où il doit être d'une couleur plus foncée, jusqu'au près de l'aubier, où la couleur s'éclaircit un peu, doivent être soupçonnés de quelques défauts, et même entièrement rebutés pour les ouvrages de conséquence, si la différence est considérable. Disons maintenant un mot de cet autre défaut que nous avons appelé *la gelivure entrelardée*.

En sciant horizontalement les pieds d'arbres, on aperçoit quelquefois un morceau d'aubier mort et d'écorce desséchée qui est entièrement recouvert par le bois vif. Cet aubier mort occupe à peu près le quart de la circonférence dans l'endroit du tronc où il se trouve; il est quelquefois plus brun que le bon bois, et d'autres fois presque blanchâtre. Ce défaut se trouve plus fréquemment sur les côtes exposés au midi que partout ailleurs. Enfin par la profondeur où cet aubier se trouve dans le tronc, il paroît dans beaucoup d'arbres avoir péri en 1709, et nous croyons qu'il est dans tous une suite de grandes gelées d'hiver qui ont fait entièrement périr une portion d'aubier et d'écorce, qui ont ensuite été recouverts par le nouveau bois; et cet aubier mort se trouve presque toujours à l'exposition du midi, parce que le soleil venant à fondre la glace de ce côté, il en résulte une humidité qui regèle de nouveau et

sitôt que le soleil a disparu ; ce qui forme un verglas qui , comme l'on sait , cause un préjudice considérable aux arbres. Ce défaut n'occupe pas ordinairement toute la longueur du tronc , de sorte que nous avons vu des pièces équarries qui paroissent très saines , et que l'on n'a reconnues attaquées de cette gelivure que quand on les a eu refendues pour en faire des planches ou des membrières. Si on les eût employées de toute leur grosseur , on les auroit crues exemptes de tous défauts. On conçoit cependant combien un tel vice dans leur intérieur doit diminuer leur force et précipiter leur dépérissement.

Nous avons dit encore que les fortes gelées d'hiver faisoient quelquefois fendre les arbres suivant la direction de leurs fibres , et même avec bruit : ainsi il nous reste à rapporter les observations que nous avons pu faire sur cet accident.

On trouve dans les forêts des arbres qui , ayant été fendus suivant la direction de leurs fibres , sont marqués d'une arête qui est formée par la cicatrice qui a recouvert ces gerçures qui restent dans l'intérieur de ces arbres sans se réunir , parce que , comme nous le prouverons dans une autre occasion , il ne se forme jamais de réunion dans les fibres ligneuses sitôt qu'elles ont été séparées ou rompues. Tous les ouvriers regardent toutes ces fentes comme l'effet des gelées d'hiver ; c'est pourquoi ils appellent des gelivures toutes les gerçures qu'ils aperçoivent dans les arbres. Il n'est pas douteux que la sève , qui augmente de volume lorsqu'elle vient à geler , comme font toutes les liqueurs aqueuses , peut produire plusieurs de ces gerçures , mais nous croyons qu'il y en a aussi qui sont indépendantes de la gelée , et qui sont occasionées par une trop grande abondance de sève.

Quoi qu'il en soit , nous avons trouvé de ces défauts dans tous les terroirs et à toutes les expositions , mais plus fréquemment qu'ailleurs dans les terroirs humides , et aux expositions du nord et du couchant : peut-être cela vient-il dans un cas de ce que le froid est plus violent à ces expositions , et dans l'autre de ce que les arbres qui sont dans les terroirs ma-

récageux ont le tissu de leurs fibres ligneuses plus foible et plus rare, et de ce que leur sève est plus abondante et plus aqueuse que dans les terroirs secs ; ce qui fait que l'effet de la raréfaction des liqueurs par la gelée est plus sensible, et d'autant plus en état de désunir les fibres ligneuses, qu'elles y apportent moins de résistance.

Ce raisonnement paroît être confirmé par une autre observation : c'est que les arbres résineux, comme le sapin, sont rarement endommagés par les grandes gelées ; ce qui peut venir de ce que leur sève est résineuse, car on sait que les huiles ne gèlent pas parfaitement, et qu'au lieu d'augmenter de volume à la gelée, comme l'eau, elles en diminuent lorsqu'elles se figent ¹.

Au reste, nous avons scié plusieurs arbres attaqués de cette maladie, et nous avons presque toujours trouvé, sous la cicatrice proéminente dont nous avons parlé, un dépôt de sève ou de bois pourri, et elle ne se distingue de ce qu'on appelle dans les forêts *des abreuvoirs* ou *des gouttières* que parce que ces défauts, qui viennent d'une altération des fibres ligneuses qui s'est produite intérieurement, n'ont occasioné aucune cicatrice qui change la forme extérieure des arbres ; au lieu que les gelivures, qui viennent d'une gerçure qui s'est étendue à l'extérieur, et qui s'est ensuite recouverte par une cicatrice, forment une arête ou une éminence en forme de corde qui annonce le vice intérieur.

Les grandes gelées d'hiver produisent sans doute bien d'autres dommages aux arbres, et nous avons encore remarqué

¹ M. Hales, ce savant observateur qui nous a tant appris de choses sur la végétation, dit, dans son livre de la *Statique des Végétaux*, page 19, que ce sont les plantes qui transpirent le moins qui résistent le mieux au froid des hivers, parce qu'elles n'ont besoin pour se conserver que d'une très petite quantité de nourriture. Il prouve dans le même endroit que les plantes qui conservent leurs feuilles pendant l'hiver sont celles qui transpirent le moins. Cependant on sait que l'oranger, le myrte, et encore plus le jasmin d'Arabie, etc., sont très sensibles à la gelée, quoique ces arbres conservent leurs feuilles pendant l'hiver : il faut donc avoir recours à une autre cause pour expliquer pourquoi certains arbres qui ne se dépouillent pas pendant l'hiver supportent si bien les plus fortes gelées.

plusieurs défauts que nous pourrions leur attribuer avec beaucoup de vraisemblance : mais, comme nous n'avons pas pu nous en convaincre pleinement, nous n'ajouterons rien à ce que nous venons de dire, et nous passerons aux observations que nous avons faites sur les effets des gelées du printemps, après avoir dit un mot des avantages et des désavantages des différentes expositions par rapport à la gelée; car cette question est trop intéressante à l'agriculture pour ne pas essayer de l'éclaircir, d'autant que les auteurs se trouvent dans des oppositions de sentiments plus capables de faire naître des doutes que d'augmenter nos connoissances, les uns prétendant que la gelée se fait sentir plus vivement à l'exposition du nord, les autres voulant que ce soit à celle du midi ou du couchant; et tous ces avis ne sont fondés sur aucune observation. Nous sentons cependant bien ce qui a pu partager ainsi les sentiments, et c'est ce qui nous a mis à portée de les concilier. Mais, avant que de rapporter les observations et les expériences qui nous y ont conduits, il est bon de donner une idée plus exacte de la question.

Il n'est pas douteux que c'est à l'exposition du nord qu'il fait le plus grand froid : elle est à l'abri du soleil, qui peut seul, dans les grandes gelées, tempérer la rigueur du froid; d'ailleurs elle est exposée au vent du nord, de nord-est et de nord-ouest, qui sont les plus froids de tous, non-seulement à en juger par les effets que ces vents produisent sur nous, mais encore par la liqueur des thermomètres, dont la décision est bien plus certaine.

Aussi voyons-nous, le long de nos espaliers, que la terre est souvent gelée et endurcie toute la journée au nord, pendant qu'elle est meuble et qu'on la peut labourer au midi.

Quand, après cela, il succède une forte gelée pendant la nuit, il est clair qu'il doit faire bien plus froid dans l'endroit où il y a déjà de la glace que dans celui où la terre aura été échauffée par le soleil; c'est aussi pour cela que, même dans les pays chauds, on trouve encore de la neige à l'exposition du nord sur les revers des hautes montagnes : d'ailleurs la liqueur

du thermomètre se tient toujours plus bas à l'exposition du nord qu'à celle du midi ; ainsi il est incontestable qu'il y fait plus froid et qu'il y gèle plus fort.

En faut-il davantage pour faire conclure que la gelée doit faire plus de désordre à cette exposition qu'à celle du midi ? et on se confirmera dans ce sentiment par l'observation que nous avons faite de la gelivure simple , que nous avons trouvée en plus grande quantité à cette exposition qu'à toutes les autres.

Effectivement , il est sûr que tous les accidents qui dépendront uniquement de la grande force de la gelée , tels que celui dont nous venons de parler , se trouveront plus fréquemment à l'exposition du nord que partout ailleurs. Mais est - ce toujours la grande force de la gelée qui endommage les arbres, et n'y a-t-il pas des accidents particuliers qui font qu'une gelée médiocre leur cause beaucoup plus de préjudice que ne font les gelées beaucoup plus violentes , quand elles arrivent dans des circonstances heureuses ?

Nous en avons déjà donné un exemple en parlant de la gelivure entrelardée , qui est produite par le verglas , et qui se trouve plus fréquemment à l'exposition du midi qu'à toutes les autres , et l'on se souvient bien encore qu'une partie des désordres qu'a produits l'hiver de 1709 doit être attribuée à un faux dégel , qui fut suivi d'une gelée encore plus forte que celle qui l'avoit précédé. Mais les observations que nous avons faites sur les effets des gelées du printemps nous fournissent beaucoup d'exemples pareils , qui prouvent incontestablement que ce n'est pas aux expositions où il gèle le plus fort et où il fait le plus grand froid que la gelée fait le plus de tort aux végétaux ; nous en allons donner le détail , qui va rendre sensible la proposition générale que nous venons d'avancer , et nous commencerons par une expérience que M. de Buffon a fait exécuter en grand dans ses bois , qui sont situés près de Montbard en Bourgogne.

Il a fait couper , dans le courant de l'hiver 1734 , un bois taillis de sept à huit arpents , situé dans un lieu sec , sur un terrain plat , bien découvert , et environné de tous côtés de

terres labourables. Il a laissé dans ce même bois plusieurs petits bouquets carrés sans les abattre, et qui étoient orientés de façon que chaque face regardoit exactement le midi, le nord, le levant et le couchant. Après avoir bien fait nettoyer la coupe, il a observé avec soin, au printemps, l'accroissement du jeune bourgeon, principalement autour des bouquets réservés : au 20 avril il avoit poussé sensiblement dans les endroits exposés au midi, et qui, par conséquent, étoient à l'abri du vent du nord par les bouquets; c'est donc en cet endroit que les bourgeons poussèrent les premiers et parurent les plus vigoureux. Ceux qui étoient à l'exposition du levant parurent ensuite, puis ceux de l'exposition du couchant, enfin ceux de l'exposition du nord.

Le 28 avril, la gelée se fit sentir très vivement le matin par un vent du nord, le ciel étant fort serein et l'air fort sec, surtout depuis trois jours.

Il alla voir en quel état étoient les bourgeons autour des bouquets, et il les trouva gâtés et absolument noircis dans tous les endroits qui étoient exposés au midi et à l'abri du vent du nord, au lieu que ceux qui étoient exposés au vent froid du nord, qui souffloit encore, n'étoient que légèrement endommagés, et il fit la même observation autour de tous les bouquets qu'il avoit fait réserver. A l'égard des expositions du levant et du couchant, elles étoient, ce jour-là, à peu près également endommagées.

Les 14, 15 et 22 mai, qu'il gela assez vivement par les vents du nord et de nord-nord-ouest, il observa pareillement que tout ce qui étoit à l'abri du vent par les bouquets étoit très endommagé, tandis que tout ce qui avoit été exposé au vent avoit très peu souffert. Cette expérience nous paroît décisive, et fait voir que, quoiqu'il gèle plus fort aux endroits exposés au vent du nord qu'aux autres, la gelée y fait cependant moins de tort aux végétaux.

Ce fait est assez opposé au préjugé ordinaire; mais il n'en est pas moins certain, et même il est aisé à expliquer : il suffit pour cela de faire attention aux circonstances dans lesquelles

la gelée agit, et on reconnoitra que l'humidité est la principale cause de ses effets, en sorte que tout ce qui peut occasioner cette humidité rend en même temps la gelée dangereuse pour les végétaux, et tout ce qui dissipe l'humidité, quand même ce seroit en augmentant le froid, tout ce qui le dessèche, diminue les désordres de la gelée. Ce fait va être confirmé par quantité d'observations.

Nous avons souvent remarqué que dans les endroits bas, et où il règne des brouillards, la gelée se fait sentir plus vivement et plus souvent qu'ailleurs.

Nous avons, par exemple, vu en automne et au printemps les plantes délicates gelées dans un jardin potager qui est situé sur le bord d'une rivière, tandis que les mêmes plantes se conservoient bien dans un autre potager qui est situé sur la hauteur. De même, dans les vallons et les lieux bas des forêts, le bois n'est jamais d'une belle venue ni d'une bonne qualité, quoique souvent ces vallons soient sur un meilleur fonds que le reste du terrain. Le taillis n'est jamais beau dans les endroits bas; et quoiqu'il y pousse plus tard qu'ailleurs, à cause d'une fraîcheur qui y est toujours concentrée, et que M. de Buffon m'a assuré avoir remarqué même l'été en se promenant la nuit dans les bois, car il y sentoît sur les éminences presque autant de chaleur que dans les campagnes découvertes, et dans les vallons il étoit saisi d'un froid vif et inquiétant; quoique, dis-je, le bois y pousse plus tard qu'ailleurs, ces pousses sont encore endommagées par la gelée, qui, en gâtant les principaux jets, oblige les arbres à pousser des branches latérales, ce qui rend les taillis rabougris et hors d'état de faire jamais de beaux arbres de service: et ce que nous venons de dire ne se doit pas seulement entendre des profondes vallées, qui sont si susceptibles de ces inconvénients, qu'on en remarque d'exposées au nord et fermées du côté du midi en cul-de-sac, dans lesquelles il gèle souvent les douze mois de l'année; mais on remarquera encore la même chose dans les plus petites vallées, de sorte qu'avec un peu d'habitude on peut reconnoître simplement à la mauvaise figure du taillis la pente du terrain. C'est aussi ce que j'ai

remarqué plusieurs fois, et M. de Buffon l'a particulièrement observé le 28 avril 1734; car ce jour-là les bourgeons de tous les taillis d'un an, jusqu'à six et sept, étoient gelés dans tous les lieux bas, au lieu que, dans tous les endroits élevés et découverts, il n'y avoit que les rejets près de terre qui fussent gâtés. La terre étoit alors fort sèche, et l'humidité de l'air ne lui parut pas avoir beaucoup contribué à ce dommage. Les vigues non plus que les noyers de la campagne ne gelèrent pas : cela pourroit faire croire qu'ils sont moins délicats que le chêne; mais nous pensons qu'il faut attribuer cela à l'humidité, qui est toujours plus grande dans les bois que dans le reste des campagnes, car nous avons remarqué que souvent les chênes sont fort endommagés de la gelée dans les forêts, pendant que ceux qui sont dans les haies ne le sont point du tout.

Dans le mois de mai 1736 nous avons encore eu occasion de répéter cette observation, qui a même été accompagnée de circonstances particulières, mais dont nous sommes obligés de remettre le détail à un autre endroit de ce mémoire, pour en faire sentir mieux la singularité.

Les grands bois peuvent rendre les taillis qui sont dans leur voisinage dans le même état qu'ils seroient dans le fond d'une vallée : aussi avons-nous remarqué que le long et près des lisières des grands bois les taillis sont plus souvent endommagés par la gelée que dans les endroits qui en sont éloignés; comme dans le milieu des taillis et dans les bois où on laisse un grand nombre de baliveaux elle se fait sentir avec bien plus de force que dans ceux qui sont plus découverts. Or tous les désordres dont nous venons de parler, soit à l'égard des vallées, soit pour ce qui se trouve le long des grands bois, ou à couvert par les baliveaux, ne sont plus considérables dans ces endroits que dans les autres que parce que le vent et le soleil ne pouvant dissiper la transpiration de la terre et des plantes, il y reste une humidité considérable, qui, comme nous l'avons dit, cause un très grand préjudice aux plantes.

Aussi remarque-t-on que la gelée n'est jamais plus à craindre

pour la vigne, les fleurs, les bourgeons des arbres, etc., que lorsqu'elle succède à des brouillards, ou même à une pluie, quelque légère qu'elle soit : toutes ces plantes supportent des froids très considérables sans être endommagées, lorsqu'il y a quelque temps qu'il n'a plu et que la terre est fort sèche, comme nous l'avons encore éprouvé ce printemps dernier.

C'est principalement pour cette même raison que la gelée agit plus puissamment dans les endroits fraîchement labourés qu'ailleurs, et cela parce que les vapeurs qui s'élèvent continuellement de la terre transpirent plus librement et plus abondamment des terres nouvellement labourées que des autres; il faut néanmoins ajouter à cette raison que les plantes fraîchement labourées poussent plus vigoureusement que les autres, ce qui les rend plus sensibles aux effets de la gelée.

De même nous avons remarqué que dans les terrains sablonneux la gelée fait plus de dégâts que dans les terres fortes, en les supposant également sèches, sans doute parce qu'ils sont plus hâtifs, et encore plus parce qu'il s'échappe plus d'exhalaisons de ces sortes de terres que des autres, comme nous le prouverons ailleurs, et si une vigne nouvellement fumée est plus sujette à être endommagée de la gelée qu'une autre, n'est-ce pas à cause de l'humidité qui s'échappe des fumiers ?

Un sillon de vigne qui est le long d'un champ de sainfoin ou de pois, etc., est souvent tout perdu de la gelée lorsque le reste de la vigne est très sain; ce qui doit certainement être attribué à la transpiration du sainfoin ou des autres plantes qui portent une humidité sur les pousses de la vigne.

Aussi dans la vigne les verges qui sont de long sarment, qu'on ménage en taillant, sont-elles toujours moins endommagées que la souche, surtout quand, n'étant pas attachées à l'échalas, elles sont agitées par le vent, qui ne tarde pas de les dessécher.

La même chose se remarque dans les bois, et j'ai souvent vu dans les taillis tous les bourgeons latéraux d'une souche entièrement gâtés par la gelée, pendant que les rejetons

supérieurs n'avoient pas souffert : mais M. de Buffon a fait cette même observation avec plus d'exactitude; il lui a toujours paru que la gelée faisoit plus de tort à un pied de terre qu'à deux, à deux qu'à trois, de sorte qu'il faut qu'elle soit bien violente pour gâter les bourgeons au-dessus de quatre pieds.

Toutes ces observations, qu'on peut regarder comme très constantes, s'accordent donc à prouver que le plus souvent ce n'est pas le grand froid qui endommage les plantes chargées d'humidité; ce qui explique à merveille pourquoi elle fait tant de désordre à l'exposition du midi, quoiqu'il y fasse moins froid qu'à celle du nord; et de même la gelée cause plus de dommage à l'exposition du couchant qu'à toutes les autres, quand, après une pluie du vent d'ouest, le vent tourne au nord vers le soleil couché, comme cela arrive assez fréquemment au printemps, ou quand, par un vent d'est, il s'élève un brouillard froid au lever du soleil, ce qui n'est pas si ordinaire.

Il y a aussi des circonstances où la gelée fait plus de tort à l'exposition du levant qu'à toutes les autres; mais comme nous avons plusieurs observations sur cela, nous rapporterons auparavant celle que nous avons faite sur la gelée du printemps de 1736, qui nous a fait tant de tort l'année dernière. Comme il faisoit très sec ce printemps, il a gelé fort long-temps sans que cela ait endommagé les vignes; mais il n'en étoit pas de même dans les forêts, apparemment parce qu'il s'y conserve toujours plus d'humidité qu'ailleurs: en Bourgogne, de même que dans les forêts d'Orléans, les taillis furent endommagés de fort bonne heure. Enfin la gelée augmenta si fort que toutes les vignes furent perdues malgré la sécheresse qui continuoit toujours; mais au lieu que c'est ordinairement à l'abri du vent que la gelée fait plus de dommage, au contraire dans le printemps dernier, les endroits abrités ont été les seuls qui ont été conservés; de sorte que, dans plusieurs clos de vignes entourés de murailles, on voyoit les souches le long de l'exposition du midi être assez vertes, pendant que toutes les autres étoient sèches comme en hiver, et nous avons eu deux cantons de vignes d'épargnés, l'un parce qu'il étoit abrité du

vent du nord par une pépinière d'ormes, et l'autre parce que la vigne étoit remplie de beaucoup d'arbres fruitiers.

Mais cet effet est très rare, et cela n'est arrivé que parce qu'il faisoit fort sec et que les vignes ont résisté jusqu'à ce que la gelée fût devenue si forte pour la saison, qu'elle pouvoit endommager les plantes indépendamment de l'humidité extérieure; et, comme nous l'avons dit, quand la gelée endommage les plantes indépendamment de cette humidité et d'autres circonstances particulières, c'est à l'exposition du nord qu'elle fait plus de dommage; parce que c'est à cette exposition qu'il fait plus de froid.

Mais il nous semble encore apercevoir une autre cause des désordres que la gelée produit plus fréquemment à des expositions qu'à d'autres, au levant, par exemple, plus qu'au couchant; elle est fondée sur l'observation suivante, qui est aussi constante que les précédentes.

Une gelée assez vive ne cause aucun préjudice aux plantes quand elle fond avant que le soleil les ait frappées: qu'il gèle la nuit; si le matin le temps est couvert, s'il tombe une petite pluie, en un mot si, par quelque cause que ce puisse être, la glace fond doucement et indépendamment de l'action du soleil, ordinairement elle ne les endommage pas; et nous avons souvent sauvé des plantes assez délicates qui étoient par hasard restées à la gelée, en les rentrant dans la serre avant le lever du soleil, ou simplement en les couvrant avant que le soleil eût donné dessus.

Une fois entre autres il étoit survenu en automne une gelée très forte pendant que nos orangers étoient dehors; et comme il étoit tombé de la pluie la veille, ils étoient tout couverts de verglas: on leur sauva cet accident en les couvrant avec des draps avant le soleil levé; de sorte qu'il n'y eut que les jeunes fruits et les pousses les plus tendres qui en furent endommagées; encore sommes-nous persuadés qu'ils ne l'auroient pas été si la couverture avoit été plus épaisse.

De même, une autre année, nos *geranium*, et plusieurs autres plantes qui craignent le verglas, étoient dehors lorsque

tout à coup le vent, qui étoit sud-ouest, se mit au nord, et fut si froid, que toute l'eau d'une pluie abondante qui tomboit se geloit, et dans un instant tout ce qui y étoit exposé fut couvert de glace : nous crûmes toutes nos plantes perdues ; cependant nous les fîmes porter dans le fond de la serre, et nous fîmes fermer les croisées : par ce moyen nous en eûmes peu d'endommagées.

Cette précaution revient assez à ce qu'on pratique pour les animaux : qu'ils soient transis de froid, qu'ils aient un membre gelé, on se donne bien de garde de les exposer à une chaleur trop vive ; on les frotte avec de la neige, ou bien on les trempe dans l'eau, on les enterre dans du fumier ; en un mot on les réchauffe par degrés et avec ménagement.

De même si l'on fait dégeler trop précipitamment des fruits ils se pourrissent à l'instant, au lieu qu'ils souffrent beaucoup moins de dommages si on les fait dégeler peu à peu.

Pour expliquer comment le soleil produit tant de désordres sur les plantes gelées, quelques-uns avoient pensé que la glace en se fondant se réduisoit en petites gouttes d'eau sphériques, qui faisoient autant de petits miroirs ardents quand le soleil donnoit dessus ; mais quelque court que soit le foyer d'une loupe, elle ne peut produire de chaleur qu'à une distance, quelque petite qu'elle soit, et elle ne pourra produire un grand effet sur un corps qu'elle touchera : d'ailleurs la goutte d'eau qui est sur la feuille d'une plante est aplatie du côté qu'elle touche à la plante ; ce qui éloigne son foyer. Enfin, si ces gouttes d'eau pouvoient produire cet effet, pourquoi les gouttes de rosée, qui sont pareillement sphériques, ne le produiroient-elles pas aussi ? Peut-être pourroit-on penser que les parties les plus spiritueuses et les plus volatiles de la sève fondant les premières, elles seroient évaporées avant que les autres fussent en état de se mouvoir dans les vaisseaux de la plante ; ce qui décomposeroit la sève.

Mais on peut dire en général que la gelée augmentant le volume des liqueurs tend les vaisseaux des plantes, et que le dégel ne se pouvant faire sans que les parties qui composent

le fluide gelé entrent en mouvement, ce changement se peut faire avec assez de douceur pour ne pas rompre les vaisseaux les plus délicats des plantes, qui rentreront peu à peu dans leur ton naturel, et alors les plantes n'en souffriront aucun dommage : mais s'il se fait avec trop de précipitation, ces vaisseaux ne pourront pas reprendre sitôt le ton qui leur est naturel, après avoir souffert une extension violente ; les liqueurs s'évaporeront, et la plante restera desséchée.

Quoi qu'on puisse conclure de ces conjectures, dont je ne suis pas à beaucoup près satisfait, il reste toujours pour constant :

1^o Qu'il arrive, à la vérité rarement, qu'en hiver ou au printemps les plantes soient endommagées simplement par la grande force de la gelée, et indépendamment d'aucune circonstance particulière ; et, dans ce cas, c'est à l'exposition du nord que les plantes souffrent le plus.

2^o Dans le temps qu'une gelée dure plusieurs jours, l'ardeur du soleil fait fendre la glace en quelques endroits, et seulement pour quelques heures ; car souvent il regèle avant le coucher du soleil : ce qui forme un verglas très préjudiciable aux plantes, et on sent que l'exposition du midi est plus sujette à cet inconvénient que toutes les autres.

3^o On a vu que les gelées du printemps font principalement du désordre dans les endroits où il y a de l'humidité : les terroirs qui transpirent beaucoup, les fonds des vallées, et généralement tous les endroits qui ne pourront être desséchés par le vent et le soleil, seront donc plus endommagés que les autres.

Enfin si au printemps le soleil qui donne sur les plantes gelées leur occasionne un dommage plus considérable, il est clair que ce sera l'exposition du levant, et ensuite celle du midi, qui souffriront le plus de cet accident.

Mais, dira-t-on, si cela est, il ne faut donc plus planter à l'exposition du midi en *à-dos* (qui sont des talus de terre qu'on ménage dans les potagers ou le long des espaliers), les giroflées, les choux des avants, les laitues d'hiver, les pois verts et les

autres plantes délicates auxquelles on veut faire passer l'hiver, et que l'on souhaite avancer pour le printemps; ce sera à l'exposition du nord qu'il faudra dorénavant planter les pêchers et les autres arbres délicats. Il est à propos de détruire ces deux objections, et de faire voir qu'elles sont de fausses conséquences de ce que nous avons avancé.

On se propose différents objets quand on met des plantes passer l'hiver à des abris exposés au midi : quelquefois c'est pour hâter leur végétation; c'est, par exemple, dans cette intention qu'on plante le long des espaliers quelques rangées de laitues, qu'on appelle, à cause de cela, *laitues d'hiver*, qui résistent assez bien à la gelée, quelque part qu'on les mette, mais qui avancent davantage à cette exposition : d'autres fois c'est pour les préserver de la rigueur de cette saison, dans l'intention de les replanter de bonne heure au printemps; on suit, par exemple, cette pratique pour les choux qu'on appelle *les avents*, qu'on sème en cette saison le long d'un espalier. Cette espèce de choux, de même que les brocolis, sont assez tendres à la gelée, et périroient souvent à ces abris si on n'avoit pas soin de les couvrir pendant les grandes gelées avec des paillassons ou du fumier soutenus sur des perches.

Enfin on veut quelquefois avancer la végétation de quelques plantes qui craignent la gelée, comme seroient les giroflées, les pois verts, et pour cela on les plante sur des à-dos bien exposés au midi; mais de plus on les défend des grandes gelées en les couvrant lorsque le temps l'exige.

On sent bien, sans que nous soyons obligés de nous étendre davantage sur cela, que l'exposition du midi est plus propre que toutes les autres à accélérer la végétation, et on vient de voir que c'est aussi ce qu'on se propose principalement quand on met quelques plantes passer l'hiver à cette exposition, puisqu'on est obligé, comme nous venons de le dire, d'employer, outre cela, des couvertures pour garantir de la gelée les plantes qui sont un peu délicates; mais il faut ajouter que, s'il y a quelques circonstances où la gelée fasse plus de désordre au midi qu'aux autres expositions, il y a aussi bien des cas qui

sont favorables à cette exposition, surtout quand il s'agit d'espalier. Si, par exemple, pendant l'hiver, il y a quelque chose à craindre des verglas, combien de fois arrive-t-il que la chaleur du soleil, qui est augmentée par la réflexion de la muraille, a assez de force pour dissiper toute l'humidité, et alors les plantes sont presque en sûreté contre le froid ! De plus, combien arrive-t-il de gelées sèches qui agissent au nord sans relâche, et qui ne sont presque pas sensibles au midi ! De même au printemps on sent bien que si, après une pluie qui vient du sud-ouest ou du sud-est, le vent se met au nord, l'espalier du midi étant à l'abri du vent souffrira plus que les autres. Mais ces cas sont rares, et le plus souvent c'est après des pluies de nord-ouest ou de nord-est que le vent se met au nord ; et alors l'espalier du midi ayant été à l'abri de la pluie par le mur, les plantes qui y seront auront moins à souffrir que les autres, non-seulement parce qu'elles auront moins reçu de pluie, mais encore parce qu'il y fait toujours moins froid qu'aux autres expositions, comme nous l'avons fait remarquer au commencement de ce mémoire.

De plus, comme le soleil dessèche beaucoup la terre le long des espaliers qui sont au midi, la terre y transpire moins qu'ailleurs.

On sent bien que ce que nous venons de dire doit avoir son application à l'égard des pêchers et des abricotiers, qu'on a coutume de mettre à cette exposition et à celle du levant ; nous ajouterons seulement qu'il n'est pas rare de voir les pêchers geler au levant et au midi, et ne le pas être au couchant ou même au nord : mais, indépendamment de cela, on ne peut jamais compter avoir beaucoup de pêches et de bonne qualité à cette dernière exposition ; quantité de fleurs tombent tout entières et sans nouer ; d'autres, après être nouées, se détachent de l'arbre, et celles qui restent ont peine à parvenir à une maturité : j'ai même un espalier de pêchers à l'exposition du couchant, un peu déclinante au nord, qui ne donne presque pas de fruit, quoique les arbres y soient plus beaux qu'aux expositions du midi et du nord.

Ainsi on ne pourroit éviter les inconvénients qu'on peut reprocher à l'exposition du midi à l'égard de la gelée, sans tomber dans d'autres plus fâcheux.

Mais tous les arbres délicats, comme les figuiers, les lauriers, etc., doivent être mis au midi, ayant soin, comme l'on fait ordinairement, de les couvrir: nous remarquerons seulement que le fumier sec est préférable pour cela à la paille, qui ne couvre jamais si exactement, et dans laquelle il reste toujours un peu de grain qui attire les mulots et les rats, qui mangent quelquefois l'écorce des arbres pour se désaltérer dans le temps de la gelée, où ils ne trouvent point d'eau à boire, ni d'herbe à paître; c'est ce qui nous est arrivé deux à trois fois: mais quand on se sert de fumier, il faut qu'il soit sec, sans quoi il s'échaufferoit et feroit moisir les jeunes branches.

Toutes ces précautions sont cependant bien inférieures à ces espaliers en niche ou en renforcement, tels qu'on en voit aujourd'hui au Jardin du Roi; les plantes sont, de cette manière, à l'abri de tous les vents, excepté celui du midi, qui ne leur peut nuire: le soleil, qui échauffe ces endroits pendant le jour, empêche que le froid n'y soit si violent pendant la nuit, et on peut avec grande facilité mettre sur ces renforcements une légère couverture, qui tiendra les plantes qui y seront dans un état de sécheresse infiniment propre à prévenir tous les accidents que le verglas et les gelées du printemps auroient pu produire, et la plupart des plantes ne souffriront pas d'être ainsi privées de l'humidité extérieure, parce qu'elles ne transpirent presque pas dans l'hiver, non plus qu'au commencement du printemps, de sorte que l'humidité de l'air suffit à leur besoin.

Mais, puisque les rosées rendent les plantes si susceptibles de la gelée du printemps; ne pourroit-on pas espérer que les recherches que MM. Musschenbroeck et du Fay ont faites sur cette matière pourroient tourner au profit de l'agriculture? car enfin puisqu'il y a des corps qui semblent attirer la rosée pendant qu'il y en a d'autres qui la repoussent, si on pouvoit

peindre, enduire ou crépir les murailles avec quelque matière qui repousseroit la rosée, il est sûr qu'on auroit lieu d'en espérer un succès plus heureux que la précaution que l'on prend de mettre une planche en manière de toit au-dessus des espaliers; ce qui ne doit guère diminuer l'abondance de la rosée sur les arbres, puisque M. du Fay a prouvé que souvent elle ne tombe pas perpendiculairement comme une pluie, mais qu'elle nage dans l'air et qu'elle s'attache aux corps qu'elle rencontre, de sorte qu'il a souvent autant amassé de rosée sous un toit que dans les endroits entièrement découverts.

Il nous seroit aisé de reprendre toutes nos observations, et de continuer à en tirer des conséquences utiles à la pratique de l'agriculture; ce que nous avons dit, par exemple, au sujet de la vigne doit déterminer à arracher tous les arbres qui empêchent le vent de chasser les brouillards.

Puisqu'en labourant la terre on en fait sortir plus d'exhalaisons, il faut prêter plus d'attention à ne pas la faire labourer dans les temps critiques.

On doit défendre expressément qu'on ne sème sur les sillons de vigne des plantes potagères, qui, par leurs transpirations, nuiroient à la vigne.

On ne mettra des échaldas aux vignes que le plus tard qu'on pourra.

On tiendra les haies qui bordent les vignes du côté du nord plus basses que de tout autre côté.

On préférera amender les vignes avec des terreaux plutôt que de les fumer.

Enfin, si on est à portée de choisir un terrain, on évitera ceux qui sont dans des fonds ou dans les terroirs qui transpirent beaucoup.

Une partie de ces précautions peut aussi être employée très utilement pour les arbres fruitiers, à l'égard, par exemple, des plantes potagères, que les jardiniers sont toujours empressés de mettre au pied de leurs buissons, et encore plus le long de leurs espaliers.

S'il y a des parties hautes et d'autres basses dans les jardins,

on pourra avoir l'attention de semer les plantes printanières et délicates sur le haut, préférablement au bas, à moins qu'on n'ait dessein de les couvrir avec des cloches, des châssis, etc.; car, dans le cas où l'humidité ne peut nuire, il seroit souvent avantageux de choisir les lieux bas pour être à l'abri du vent du nord et de nord-ouest.

On peut aussi profiter de ce que nous avons dit à l'avantage des forêts; car si on a des réserves à faire, ce ne sera jamais dans les endroits où la gelée cause tant de dommage.

Si on sème un bois, on aura attention de mettre dans les vallons des arbres qui soient plus durs à la gelée que le chêne.

Quand on fera des coupes considérables, on mettra dans les clauses du marché qu'on les commencera toujours du côté du nord, afin que ce vent, qui règne ordinairement dans les temps des gelées, dissipe cette humidité qui est préjudiciable aux taillis.

Enfin si, sans contrevenir aux ordonnances, on peut faire des réserves en lisières, au lieu de laisser des baliveaux qui, sans pouvoir jamais faire de beaux arbres, sont, à tous égards, la perte des taillis, et particulièrement dans l'occasion présente, en retenant sur les taillis cette humidité qui est si fâcheuse dans les temps de gelée, on aura en même temps attention que la lisière de réserve ne couvre pas le taillis du côté du nord.

Il y auroit encore bien d'autres conséquences utiles qu'on pourroit tirer de nos observations : nous nous contenterons cependant d'en avoir rapporté quelques-unes, parce qu'on pourra suppléer à ce que nous avons omis, en prêtant un peu d'attention aux observations que nous avons rapportées. Nous sentons bien qu'il y auroit encore sur cette matière bon nombre d'expériences à faire; mais nous avons cru qu'il n'y avoit aucun inconvénient à rapporter celles que nous avons faites : peut-être même engageront-elles quelque autre personne à travailler sur la même matière; et si elles ne produisent pas cet effet, elles ne nous empêcheront pas de suivre les vues que nous avons encore sur cela.

FIN DU SEPTIÈME VOLUME.

TABLE

DES ARTICLES CONTENUS DANS CE VOLUME.

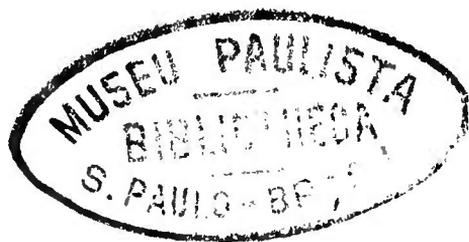
SUITE DE L'HISTOIRE DES MINÉRAUX.

	Pages.
Du Diamant. . .	3
Rubis et Vermeille.	15
Topaze, Saphir et Girasol.	21
Concrétions métalliques.	26
Concrétions du Fer; rouille de Fer et Ocre. . .	29
Terre d'ombre.	30
Émeril.	<i>ib.</i>
Volfran.	32
Pyrites et Marcassites.	33
Mine de Fer Pyritiforme.	34
Mine de Fer Spathique.	35
Hématite.	37
Mine de Fer spéculaire.	<i>ib.</i>
Mines de Fer cristallisées par le feu.	38
Sablon Magnétique.	39
Concrétions de l'Or.	40
Concrétions de l'Argent.	42
Concrétions du Cuivre.	47
Pierre Arménienne.	49
Concrétions de l'Étain.	50
Concrétions du Plomb.	51
Concrétions du Mercure.	52
Concrétions de l'Antimoine.	54
Concrétions du Bismuth.	<i>ib.</i>
Concrétions du Zinc	55
Concrétions de la Platine.	56
Produits Volcaniques.	61
Des Basaltes, des Laves et des Laitiers Volcaniques.	63
Pierre de Touche.	69
Pierre Variolite.	70
Tripoli.	73
Pierre Ponce.	74
Pouzzolane.	77
Génésie des Minéraux.	79
Traité de l'Aimant et de ses usages.	91
Table méthodique des Minéraux.	195

EXPÉRIENCES SUR LES VÉGÉTAUX.

	Pages.
PREMIER MÉMOIRE.	209
SECOND MÉMOIRE.	261
TROISIÈME MÉMOIRE.	354
QUATRIÈME MÉMOIRE. .	369

FIN DE LA TABLE.



or
55/59
B9290
v.7

