

TABLEAU
DU
MONDE PHYSIQUE

Paris. — Imprimerie de P.-A. BOURDIER et C^e, rue Mazarine, 30.

TABLEAU
DU
MONDE PHYSIQUE

OU
EXCURSIONS
A TRAVERS LA SCIENCE

PAR
M. N. JACQUINET



PARIS
LIBRAIRIE ACADEMIQUE
DIDIER ET C^{ie}, LIBRAIRES-ÉDITEURS

35, QUAI DES AUGUSTINS, 35

1864

Tous droits réservés.

INTRODUCTION

Lorsque l'homme pour la première fois arrêta son regard observateur sur le monde qui l'entourait, et qu'ensuite, à mesure que les choses se classèrent dans son esprit, il découvrit les diverses branches de la science du monde physique, chacune de ces branches commença dès lors à faire pour lui l'objet de travaux séparés, d'études spéciales, de sorte qu'elles finirent un jour par devenir plus ou moins étrangères les unes aux autres. L'astronome contempla le ciel sans guère s'occuper des forces qui agissaient sur la terre; le physicien qui observait celles-ci, le chimiste qui analysait la matière, ne surent souvent pas ce qui se passait dans le camp du naturaliste qui étudiait la vie et les êtres vivants.

Mais peu à peu, l'horizon scientifique s'agrandissant, l'on trouva des rapports entre les divers

ordres de choses qui composent l'univers, on y reconnut des lois communes, des forces communes; on aperçut ainsi des liens qui unissaient entre elles les sciences spéciales, et l'on commença à comprendre qu'elles n'étaient que les branches diverses d'une grande science générale du monde physique qui se laisse aujourd'hui entrevoir. Astronomie, géologie, physique, chimie, histoire naturelle, chacune donc de ces sciences, sans perdre son individualité, ne se trouve plus isolée, aucune d'elles n'est tout à fait étrangère aux autres, elles se sont toutes rapprochées vers un centre commun.

A la synthèse confuse qui précéda la science, à l'analyse qui la constitua en distinguant les objets pour mieux les étudier, a succédé une synthèse rationnelle qui doit exprimer la vérité des rapports entre les choses. La science générale du monde physique ne se compose à la vérité que des sciences spéciales; mais du rapprochement de celles-ci sont nées des considérations et des lumières qui augmentent chaque jour avec leurs progrès.

C'est cette grande science des forces de la nature qui attire aujourd'hui l'attention du monde savant, plus qu'à nulle autre époque de l'histoire

peut-être. Au point de vue philosophique, elle a acquis une importance que lui ont longtemps refusée les vieilles écoles, et qui, sans doute, ne fera qu'augmenter dans l'avenir. Car la science physique n'est-elle donc pas une des branches de la vérité philosophique, dont la nature morale de l'humanité fournit l'autre élément? De même qu'elle absorbe en elle toutes les sciences particulières qui la composent, elle est elle-même absorbée par une science plus générale qui est la science par excellence. Que serait donc la philosophie si ce n'était la conclusion que tire l'esprit humain de toutes les notions qui lui sont accessibles? « Ce n'est pas nier la philosophie, dit un philosophe à ce propos, c'est la relever et l'enoblir que de déclarer qu'elle n'est pas une science particulière, mais qu'elle est le résultat général de toutes les sciences. »

Les portes de la vérité sont multiples. Pourquoi ne se manifesterait-elle pas dans le monde qui tombe sous nos sens, comme ailleurs? Dieu nous a permis, non-seulement d'admirer ses œuvres et d'en jouir; il nous a encore donné le goût de les étudier, de rechercher les lois qui ont présidé à la création de l'univers, celles qui président encore à sa conservation; il nous a doués d'une in-

telligence capable de les deviner, tout au moins dans une certaine mesure? Serait-ce en vain qu'il en est ainsi? N'y aurait-il là pour nous uniquement qu'une faculté de plus de satisfaire aux besoins et aux plaisirs de notre condition présente? Mais, à ce point de vue, beaucoup de notions acquises se trouvent sans application; à quoi nous sert-il de savoir que c'est la terre qui se meut autour du soleil, plutôt que le soleil autour de la terre? que l'espace est peuplé de milliers de soleils comme le nôtre? que les mondes de notre système s'attirent en raison directe des masses et en raison inverse du carré des distances? à quoi eût-il servi à l'homme de faire toutes ces découvertes, si Dieu n'avait voulu par là éclairer notre intelligence dans une vue plus haute? Tel a sans doute été son dessein. Il a caché sa vérité partout pour que nous la cherchions partout. Lorsqu'il s'agit de la vérité générale, ce n'est pas trop des vérités particulières de tous les ordres; elles s'éclairent les unes par les autres. L'ancienne métaphysique, cette grande raisonneuse, qui se renfermait exclusivement dans l'*idée* pour expliquer le monde, ne pouvait être qu'une philosophie incomplète, parce qu'elle négligeait l'observation des faits, particulièrement des faits du

monde sensible. « N'est-il pas temps, dit à ce sujet un écrivain de la *Revue des Deux Mondes* ¹, que la métaphysique puise enfin dans les trésors accumulés par la physique, la chimie, la physiologie, la zoologie, l'ethnologie, l'histoire? Une science supérieure, générale, qui comprendrait à la fois les sciences naturelles et les sciences historiques, pourrait devenir la base solide d'une philosophie dont les doctrines, établies *à posteriori*, et non préconçues comme celles de la vieille métaphysique, seraient le résumé de tous les événements, de tous les rapports, de toutes les lois dont ce monde est l'expression. »

Voilà ce qu'on commence à croire de notre temps, et, sous ce jour nouveau, l'étude du monde physique acquiert une nouvelle importance. Ce n'est pas que cette manière d'envisager les choses soit celle de tout le monde; loin de là. Dans beaucoup de pays civilisés, l'on peut encore être reçu docteur en philosophie d'une université ou d'un corps académique quelconque, sans connaître un mot de la science de la nature, pourvu que l'on n'ignore ni le grec, ni le latin, ni la logique d'A-

¹ M. Aug. Laugel, n° du 1^{er} septembre 1861.

ristote, ni les arguments des anciennes écoles philosophiques. Mais, dans la pensée moderne, il y a tendance marquée à donner à la philosophie une base plus large.

C'est particulièrement en Allemagne, au dix-neuvième siècle, que cette tendance s'est manifestée. Schelling, pour aborder la philosophie, se faisait recevoir médecin; Kant, Hegel et autres, étudiaient aussi les sciences. Les essais modernes d'une grande synthèse générale de la science n'ont peut-être échoué que parce que celle-ci est encore trop peu avancée, ou parce que certain ordre d'investigations est trop négligé; nous ne sommes, sans doute, qu'au début d'une ère nouvelle. Quoi qu'il en soit, ces essais, dès maintenant, n'ont-ils produit aucun fruit, n'ont-ils donné lieu à aucune considération vraie et profonde? Il serait difficile d'affirmer le contraire. Une idée a, par exemple, frappé les savants allemands: c'est le parallélisme qu'ils ont cru remarquer entre le monde sensible et l'âme humaine, l'un étant l'image de l'autre et réciproquement. « Cette espèce de marche parallèle qu'on aperçoit entre le monde et l'intelligence, disait madame de Staël, est l'indice d'un grand mystère, et tous les esprits en seraient frappés, si l'on parvenait à en

tirer des découvertes positives; mais toutefois cette lueur encore incertaine porte bien loin les regards. »

Ce n'est pas que ces idées n'eussent déjà frappé l'esprit des anciens; car on sait que les philosophes de l'antiquité, de la Grèce particulièrement, ont eu aussi leur attention appelée sur les phénomènes de la nature physique; mais que pouvait leur opinion à cet égard? Avaient-ils en ce temps-là à leur disposition les trésors d'observations que les sciences ont accumulés de nos jours? Certes, non. A cette époque, la plupart des penseurs se contentaient de rêver sur la nature des choses, et arrivaient, *à priori*, par l'imagination et le sentiment, à se faire des théories qui, le plus souvent, n'étaient rien moins que fondées sur la réalité.

L'imagination et le sentiment ne sont pas ici, en effet, à leur vraie place; c'est l'observation des faits qui forme la base de la science physique. Ce n'est pas à dire qu'il n'y ait une révélation intérieure qui n'est pas à négliger même dans les sciences naturelles, révélation qui a parfois conduit à des résultats confirmés ensuite par l'expérience; et si l'on peut n'être pas de l'avis de madame de Staël, qui prétend que, pour concevoir

l'univers, l'imagination serait préférable à l'esprit mathématique et approcherait davantage de la vérité, il faut bien se rendre à l'opinion d'un savant de grande expérience, Al. de Humboldt, lorsqu'il dit à ce sujet dans son *Cosmos* : « Il n'est pas juste de reprocher à l'imagination divinatrice, à cette activité vivifiante de l'esprit qui animait Platon, Colomb, Képler, de n'avoir rien créé dans le domaine de la science, comme si, par la loi même de la nature, elle devait rester toujours étrangère à la réalité des choses. »

Toutefois, il faut le répéter, le véritable point de départ de la science du monde physique est l'observation et non les idées et les raisonnements *à priori*. Pour arriver à ses fins, le savant observe, note, classe avec méthode, compare enfin les phénomènes qui se passent naturellement dans l'ordre matériel, et qu'il livre ensuite à l'appréciation de sa raison ; ou bien il provoque artificiellement les faits à se produire pour les étudier. Cette dernière voie a conduit à d'heureux résultats de nos jours : « La science a accompli un progrès considérable, dit encore l'auteur du *Cosmos*, lorsque les phénomènes physiques, au lieu d'être simplement observés et comparés les uns aux autres, sont provoqués à dessein et évalués numé-

riquement dans des conditions que l'observateur modifie lui-même. »

C'est à cette méthode d'observations et d'expériences que l'on doit d'avoir vu se dissiper tant d'erreurs et de préjugés anciens qui régnaient sur le monde ; c'est à elle que l'on doit toutes les grandes découvertes qui ont illuminé la science du monde physique et lui ont fait faire les immenses progrès qui caractérisent notre époque. Ce sont ces progrès enfin qui ont ouvert à la philosophie de nouveaux points de vue dont elle est appelée à profiter.

Les sciences physiques et naturelles sont aujourd'hui une des principales occupations de l'esprit moderne. Ce ne sont pas seulement les savants qui s'y intéressent, mais ce sont aussi les gens du monde et les intelligences curieuses de toutes les classes. L'enseignement de nos collèges, faisant quelque effort pour s'affranchir de méthodes classiques trop exclusives, ajoute à ses programmes, un peu timidement encore, l'étude des œuvres de Dieu, qui valent bien les œuvres des hommes. D'autre part, le goût qu'inspire cette étude a fait naître chez les écrivains l'idée féconde d'ouvrir à tous le livre de la nature, d'en répandre les enseignements sous des formes

attrayantes; en un mot, de *vulgariser* la science. Il y a aujourd'hui une *littérature scientifique*; et pourquoi pas? Pourquoi les événements de l'ordre moral ou social, pourquoi les lois du monde psychologique, auraient-ils seuls le droit de nous intéresser? Est-ce que la révélation des mystérieuses splendeurs du ciel et de la destinée des mondes dans l'espace; est-ce que l'étonnant récit des révolutions de notre globe et l'histoire de la vie du passé qu'on trouve inscrite dans ses entrailles; est-ce que le jeu des forces qui s'agitent à sa surface, l'origine des phénomènes qui frappent nos sens, les secrets des accidents atmosphériques, de la lumière, de la chaleur, de l'électricité; est-ce que l'existence de ces corps qui composent tous les autres et se combinent en vertu de lois si curieuses; est-ce que l'organisation de la matière dans les végétaux et dans les animaux, la vie qui l'accompagne, les fonctions qui constituent la vie; est-ce que la description des plantes, des arbres, des fleurs, qui donnent une si étonnante variété d'aspect à la terre; est-ce que celle des nombreux animaux qui l'animent et la peinture de leurs mœurs, depuis l'insecte qui se cache dans l'herbe jusqu'aux monstres des forêts; est-ce enfin que les mystères de la vie elle-

même, et ses rapports avec l'intelligence qui fait toucher l'homme au monde des esprits; est-ce donc que tout cela ne serait pas digne d'inspirer les écrivains et d'occuper leurs talents? La science de la nature n'offre-t-elle pas assez de séductions même pour le monde un peu frivole des lecteurs? on ne doit pas en douter, et, certes, le niveau des lumières ne peut qu'y gagner; du haut d'une intelligence ouverte au spectacle de l'univers et éclairée par son étude, on juge souvent mieux à leur valeur les misères et les illusions de l'humanité; car le vrai ne se dégage que des vastes points de vue.

On a refusé au littérateur, à l'homme simplement *curieux de science*, le droit d'intervenir dans le domaine du savant, ne fût-ce que pour y glaner quelques épis. Cependant, à ce titre, l'écrivain ne peut-il servir d'introducteur dans le temple, en laissant aux prêtres du sanctuaire le soin d'initier plus profondément à leurs mystères? « Il y a dans la nature humaine un sentiment qui semble naturel et qui n'est que bizarre, disait dernièrement un écrivain de la *Revue des Deux Mondes* : nous n'acceptons volontiers de leçons sur telle ou telle matière que de la part des hommes qui ont pris cette matière pour spé-

cialité de leurs études, qui en ont fait une profession ; nous n'acceptons une vérité historique que lorsqu'elle vient d'un historien, une vérité littéraire que lorsqu'elle vient d'un littérateur, et nous sommes étonnés et presque affligés de recevoir un enseignement là où nous n'avions pas songé à le chercher. La vérité est toujours la vérité cependant, de quelque part qu'elle vienne¹. » Rien n'est plus vrai. Si l'on ne pouvait jamais parler de sciences que sur un ton doctoral, il y aurait beaucoup de vérités qui ne parviendraient pas à leur adresse.

Ce n'est pas, sans doute, une œuvre littéraire que l'auteur de ce livre a la prétention d'offrir au public. C'est encore moins l'œuvre d'un savant. Ni l'éclat dans la forme, ni l'érudition au fond, qu'est-ce donc ? Condenser sur un petit espace les diverses notions de la science du monde physique, en les rattachant entre elles par leurs liens naturels, de façon à en faire un tout que l'esprit puisse facilement embrasser du regard ; en dire assez sur chaque chose pour faire comprendre l'ensemble ; donner enfin plutôt le goût de la science que la science elle-même, voilà ce qu'on

¹ Ém. Montégut, art. *Critique sur Michelet*.

s'est proposé dans ce livre. Pour lui trouver quelque mérite, s'il pouvait en avoir, sinon quelque nouveauté, il faudrait le prendre dans son ensemble, plutôt qu'isolément dans ses parties. Il n'apprendra sans doute rien à la plupart des lecteurs quelque peu instruits; mais pour ceux-là même, il rapprochera peut-être avec quelque avantage, il reliera dans un cadre étroit des matières qui se sont offertes séparément à leurs études.

Deux considérations enfin ont ici dirigé les efforts de l'écrivain en vue du but qu'il voulait atteindre : d'abord *causer* plutôt que *professer*; ensuite dire, en style clair et rapide, le plus possible en peu de mots.

EXCURSIONS
A
TRAVERS LA SCIENCE
OU
TABLEAU DU MONDE PHYSIQUE

I

LE CIEL.

Tu me demandes, mon cher Paul, de te dire ce que l'on sait de nos jours sur ce monde visible qui nous entoure et dont nous faisons partie. Je vais donc tâcher de te donner un aperçu général de l'état de la science à cet égard, non pas, certes, en savant, mais en simple *curieux*. T'exprimer naïvement ce qui apparaît d'une manière naïve, comme dit Charles Nodier, tel est mon rôle.

L'homme à toutes les époques s'est d'abord posé cette question : « Où suis-je ? Dans quel monde me trouvé-je ? Qu'est-ce qui se passe autour de moi ? » Tout ce qu'il voit l'intéresse ; mais il est particulièrement frappé du spectacle que lui offre le lever de l'astre qui lui apporte le jour, la mar-

che apparente de cet astre dans la voûte céleste, sa disparition à l'occident, et le changement qui s'opère ensuite sous ses yeux, lorsqu'à travers les ténèbres dans lesquelles la terre reste alors plongée, cette voûte, jusque-là resplendissante des rayons du soleil, lui apparaît toute constellée de milliers d'astres plus petits, et à peine éclairée par la douce lumière de la lune. L'homme, en voyant tous ces globes de feu, petits et grands, paraître, disparaître, passer et repasser périodiquement au-dessus de sa tête, s'est dit d'abord : « Ils tourbillonnent autour de la terre qui est le centre du monde, et c'est pour moi qu'ils brillent; le soleil n'apparaît que pour éclairer mes travaux et mûrir les moissons, il se retire devant les ombres protectrices de mon repos. » La terre, à lui, semble comme au poète, le centre universel ;

Les cieux en sont le dôme, et ces astres sans nombre
 Dans la voûte d'azur avec ordre semés,
 Sont les sacrés flambeaux pour ce temple allumés¹.

La Grèce philosophe et même le moyen âge ne voient dans le firmament qu'un assemblage de

¹ De Lamartine.

sphères solides auxquelles les étoiles sont attachées comme des clous d'or; « la terre, disait encore un moine, est une plaine entourée d'une muraille qui supporte la voûte céleste. »

Du reste, avouons que cette manière de considérer le firmament comme un monde uniquement fait pour l'usage et l'embellissement de notre séjour terrestre, était conforme aux apparences, autant que flatteuse pour l'orgueil humain. Mais peu à peu le jour s'est fait pour la science, et tout a changé de face.

Cher Paul, tu n'es, matériellement parlant, qu'un atome rampant sur un monde imperceptible parmi les milliers de mondes qui circulent dans l'espace. Cette terre, si immense à nos yeux et l'objet de notre admiration, n'est qu'un globe plus petit que la plupart de ceux que nous voyons scintiller là-haut, et, de ces hauteurs, elle nous apparaîtrait à peine sous l'aspect d'un petit point brillant. Ce soleil même qui remplit les cieux de son éclat, ce n'est qu'une étoile comme tant d'autres; ces étoiles qui se montrent en bataillons serrés jusqu'au plus profond de l'espace, ce sont autant de soleils qui entraînent des milliers de mondes à leur suite; voilà la vérité. Si notre globe y perd en importance, l'univers y gagne en splen-

deur. J'ajoute que cette splendeur, l'esprit humain a su la concevoir, et cela doit nous consoler de ce que la terre y occupe une si petite place et de ce que nous occupons une si petite place sur la terre. Mais je veux l'exposer l'ordre de ce magnifique ensemble.

Globe de matière comme tous les astres, errant comme eux dans l'espace, et nullement immobile malgré les apparences, la terre fait partie du groupe du soleil. Elle roule sur elle-même en décrivant autour de celui-ci un cercle allongé ou ellipse, avec une vitesse moyenne d'environ 25,000 lieues à l'heure. Sa course s'accomplit en 365 jours 6 heures 9 minutes, c'est la mesure de l'année; son mouvement de rotation sur elle-même s'achève en 24 heures, c'est la mesure du jour.

Le soleil, qui occupe un des côtés ou foyers de cette ellipse, est un autre globe distant en moyenne de la terre d'environ 34 1/2 millions de lieues¹, et 1,407,000 fois plus volumineux qu'elle; son diamètre *réel* est de 146,000 myriamètres; les variations de son diamètre *apparent* ont fait découvrir que cet astre était tantôt plus rapproché et tantôt plus éloigné de la terre. Il opère comme elle un mouvement de rotation sur lui-même en vingt-cinq

¹ De 25 au degré.

jours et demi ; c'est l'apparition et la disparition périodiques des taches obscures qu'on aperçoit à sa surface qui ont révélé ce mouvement. Quant à ces taches, il paraît qu'elles sont dues aux déchirures de l'atmosphère lumineuse qui entoure le soleil à une grande distance. On croit, en effet, aujourd'hui, à cette atmosphère lumineuse, tandis que le corps de l'astre même ou son noyau serait presque entièrement obscur. Quoi qu'il en soit, par un instrument ingénieux appelé *polariscope*, on a pu s'assurer que l'éblouissante lumière du soleil émane d'une enveloppe gazeuse. Sur le point de savoir ce qui produit cette lumière et l'énorme chaleur qui l'accompagne, la science est encore incertaine ; je te dirai même qu'elle ne semble guère fixée sur tout ce qui a rapport à la nature et à la constitution de ce foyer central.

Huit grands astres, et des petits en nombre encore indéterminé, tous connus sous le nom de *planètes*, et dont la terre fait partie, gravitent avec celle-ci autour du soleil, décrivant comme elle des ellipses plus ou moins étendues, et, comme elle encore, exécutant sur eux-mêmes un mouvement de rotation. La terre est donc une simple planète ; voilà sa condition. Elle n'est ni la plus petite, ni la plus grande, ni celle qui se trouve le

plus près, ni celle qui s'éloigne le plus de l'astre central; elle tient un milieu entre les huit plus grosses de ces planètes, dont la plupart sont pour nous visibles à l'œil nu, et figurent depuis longtemps dans les traités sous divers noms mythologiques. Ainsi, cet astre du matin et du soir, si connu sous le nom de l'*Étoile du berger*, et qui réjouit notre horizon de son bel éclat, souviens-toi que c'est la planète *Vénus*. Elle est plus petite et plus près du soleil que la terre. Mais la plus rapprochée du centre du système, c'est *Mercure* , qui s'en trouve pourtant distante encore de 13,400,000 lieues environ. Mercure est 16 fois plus petite que la terre, et elle ne met que quatre-vingt-sept jours vingt-trois heures environ à accomplir sa révolution. Quatre autres grandes planètes sont plus volumineuses et plus éloignées du soleil : Ainsi, le volume de *Jupiter*, la plus considérable, est 1,400 fois celui de la terre; ainsi, la distance de *Neptune*, la plus éloignée, est de plus d'un milliard de lieues. L'année de Neptune est à peu près 165 fois la nôtre, je veux dire que cette planète met environ cent soixante-cinq ans pour accomplir sa course autour du soleil. A cause de son éloignement, on a calculé que la lumière et la chaleur devaient être à sa surface mille fois moins in-

tenses que sur notre globe; tandis qu'elles le sont sept fois plus en Mercure, l'astre le plus central.

Tous ces astres, qui composent le système solaire, ne sont pas également denses, compactes, c'est-à-dire que le volume n'est pas pour tous dans un même rapport avec la masse. Ainsi, *Saturne*, dont le volume est plus de 700 fois celui de la terre, n'est que cent fois plus pesant; la matière qui le compose doit être dans son ensemble aussi légère que le liège.

Entre Mars et Jupiter se trouvent plusieurs petites planètes paraissant avoir 100 à 200 lieues de diamètre tout au plus. On a émis à leur égard une singulière opinion, mais qui semble, du reste, assez fondée : c'est que tous ces astéroïdes sont des fragments d'un gros corps planétaire brisé par une cause inconnue. Une des raisons qu'on fait valoir à l'appui de cette hypothèse, c'est que plusieurs de ces petites planètes ont des irrégularités de forme qui les font ressembler à de véritables débris.

Au reste, tous ces astres, les moins grands comme les plus énormes, gravitent ensemble autour du soleil, leur centre, décrivant tous, dans leur course ardente, des orbites différentes, qui s'entre-croisent en tous sens et ne varient jamais.

Un philosophe grec, Pythagore, qui avait deviné les mouvements des sphères célestes, prétendait qu'ils avaient lieu conformément aux lois de l'harmonie, et dans ses extases poétiques, il entendait les sons que rendaient les mondes dans l'espace; grandiose harmonie, en vérité !

Mais tout n'est pas dit. Autour des plus grandes de ces planètes et emportés avec elles vers le soleil, gravitent des astres secondaires appelés *satellites*. Saturne en offre le plus grand nombre, il en a huit; la terre n'en a qu'un seul, qui est la *lune*.

Le volume de notre satellite n'est qu'un cinquante-quatrième de celui de la terre, autour de laquelle il accomplit sa révolution en vingt-sept jours sept heures trois quarts environ; dans un temps exactement égal, il tourne sur lui-même, de sorte que nous n'en voyons jamais que la même face. La lune est notre astre familier et celui qui nous est le mieux connu, grâce à sa proximité de la terre, dont il n'est qu'à 86,400 lieues. C'est l'astre des rêveries poétiques, l'astre des douces confidences, qui jette tant de charme sur nos belles nuits d'été; mais, vu de près, qu'il est loin de justifier par son aspect les sympathies qu'il nous inspire de loin ! Au moyen de fortes lunettes et par des observations de toute espèce, on a, en effet,

acquis la certitude que la lune est un monde très-montagneux, très-volcanique, aride, sans air, sans eau, et comme mort; quel désenchantement! Mais, ainsi que pour tant de choses, il faut voir la lune sans lunettes, et jouir, sans autre souci, de la douce clarté dont elle gratifie la terre.

J'ajoute que, cette clarté, c'est le soleil qui la lui prête. Car la lune n'est pas lumineuse par elle-même; ainsi, au moment où elle se trouve entre la terre et le soleil, en d'autres termes au moment de la *nouvelle lune*, elle n'est éclairée par celui-ci que sur la face qui nous est opposée, et nous ne la voyons pas pour cette raison; nous la voyons en plein, au contraire, lorsque c'est la face éclairée qui se tourne vers nous, c'est-à-dire lorsque c'est la terre qui se trouve entre la lune et le soleil. Mais notre globe vient-il à s'interposer exactement entre ces deux astres, il porte ombre sur la lune en interceptant les rayons du soleil; de là les *éclipses de lune*. Les éclipses de lune par la terre, de même que les éclipses de soleil par la lune, sont prédites sans erreur d'une seconde; l'on ne passe plus pour sorcier aujourd'hui à deviner si juste; et devant des résultats si frappants pour tous, on doit avouer que la science qui y conduit mérite quelque confiance.

Je ne t'ai pas encore parlé de ces astres d'aspect étrange qui, après le soleil et la lune, sont ceux qui occupent le plus l'attention des habitants de la terre : j'entends les *comètes*, qui font aussi partie de notre système solaire. Le nombre en est grand et encore indéterminé, les unes invisibles à l'œil nu, les autres, avec leur longue chevelure de lumière, apparaissant de temps en temps aux regards effrayés du peuple comme des messagers de la colère divine ; toutes décrivant autour du soleil, ou d'occident en orient, comme les planètes, ou bien en sens inverse, des ellipses extrêmement allongées, plusieurs plongeant dans l'espace bien au delà des plus lointaines planètes, pour ne réapparaître à nos yeux qu'après un grand nombre d'années. Ainsi, tandis que la comète d'Encke se montre de trois ans et demi en trois ans et demi, que celle de Halley revient après une absence de soixante-seize ans, l'on prétend qu'il faut à d'autres plusieurs milliers d'années pour achever leur révolution.

Par leur aspect extraordinaire et leurs allures peu régulières ou du moins peu connues, les comètes semblent comme des astres jetés par le Créateur en dehors de l'ordre général. Leur densité est si faible qu'on peut aisément voir les étoiles à

travers leur tête; ce ne sont que des sphères vaporeuses, peut-être des mondes qui se volatilisent. Elles ont donné lieu à d'étranges appréhensions : on ne croit pas impossible, par exemple, qu'une comète ne vienne à rencontrer la terre, ou toute autre planète, ou bien ne tombe dans le soleil. Serait-ce à un événement semblable qu'il faudrait rapporter la fin du monde prévue dans la tradition? Il est plus probable, selon une autre opinion, qu'il n'en résulterait aucun péril pour notre globe.

Donc, un astre central d'abord, puis des corps planétaires, mondes plus ou moins semblables à la terre qui en fait partie, gravitant régulièrement autour de lui en emportant avec eux leurs satellites; enfin les comètes, différentes d'aspect et d'allures, mais soumises au même centre d'attraction, voilà ce qu'on appelle le système solaire, et c'est le nôtre. Eh bien, encore une fois, cet ensemble dont nous avons peine à concevoir l'immensité, ce n'est cependant qu'un point dans l'espace.

Au delà sont les *étoiles*; à la différence des planètes de notre système avec lesquelles tu les as, sans doute, souvent confondues, les étoiles n'ont point de disque sensible et ne sont pour nous au firmament que des points plus ou moins lumineux,

même à travers les lunettes les plus fortes. On ne pourrait les compter, a-t-on dit et répété; on a pourtant constaté que cinq à six mille étaient visibles à l'œil nu; mais il est vrai que les étoiles télescopiques sont innombrables. On évalue à dix-huit millions celles de la Voie lactée seulement. Ces corps sont tous lumineux par eux-mêmes, et tout porte à croire que ce sont autant de soleils comme le nôtre, emportant comme lui des planètes dans leur sphère d'attraction, dont quelques-uns sont beaucoup plus volumineux et plus brillants, et enfin situés à des milliards de lieues de nous. On a calculé que la lumière, qui a une vitesse de 70,000 lieues par seconde, met trois ans au moins à nous venir de *Sirius*, l'une des étoiles les plus rapprochées de la terre; et Herschell pense qu'il est telles étoiles dont la lumière ne nous parvient qu'après deux mille ans!...

Comme le dit l'auteur du *Cosmos*¹, « le domaine du soleil est donc celui d'une seule étoile fixe, parmi les millions d'étoiles fixes que le télescope nous découvre dans le firmament. » Mais ces étoiles qui nous entourent de toutes parts ne forment elles-mêmes qu'un amas isolé dans l'espace,

¹ Al. de Humboldt

un groupe de soleils en forme de couche aplatie vers le milieu et dont le nôtre fait partie. Par delà encore, l'œil distingue partout au fond du ciel des taches faiblement lumineuses, connues sous le nom de *nébuleuses*, et dans lesquelles les plus fortes lunettes ont fini par reconnaître d'autres amas isolés d'innombrables étoiles, d'autres univers stellaires comme le nôtre, situés dans des lointains incommensurables... L'esprit humain reste interdit devant cette image unique et accablante de l'infini des cieux.

Les astres ont un commencement et une fin, a-t-on dit. Ce qui est certain, c'est qu'on a vu des étoiles paraître et disparaître tout à coup au firmament, d'autres changer d'aspect. Ainsi, on rapporte qu'en 1572, 1600, 1604, des astres brillants et inconnus jusqu'alors se montrèrent au ciel et disparurent subitement au bout de quelques années. Il ne s'est plus rien produit de tel depuis cette époque, mais on a reconnu qu'il s'opérait des changements dans quelques-uns de ces corps qui scintillent sur nos têtes. « Si notre soleil a éprouvé des variations semblables à celles qu'on remarque dans plusieurs étoiles, dit à ce propos M. Al. de Humboldt, de pareilles alternatives d'affaiblissement et de recrudescence dans l'émission de la lu-

mière et de la chaleur peuvent avoir eu les conséquences les plus graves pour notre planète. »

Où des changements ont surtout été constatés par la science, c'est dans la position de ces astres, qu'on appelle *fixes* par abus de langage. En effet, il faut savoir que tout se meut autour de nous et avec nous, même en dehors de notre système planétaire; « rien d'immuable dans le ciel, dit encore l'auteur du Cosmos, les étoiles fixes elles-mêmes se meuvent; » — « il est évident, dit-il ailleurs, que les distances mutuelles des étoiles doivent s'altérer à la longue et que la figure actuelle des constellations ne peut toujours durer. » Notre soleil donc partage le sort commun, et les observations s'accordent pour lui attribuer un mouvement progressif et dans une direction déterminée de l'espace. Où? Où allons-nous avec lui? Vers quel but se dirigent tous ces mondes?

Soleils, mondes errants qui voguez avec nous,
Dites, s'il vous l'a dit, où donc allons-nous tous?
Quel est le port céleste où son souffle nous guide?
Quel terme assigna-t-il à notre vol rapide?
Allons-nous sur des bords de silence et de deuil,
Échouant dans la nuit sur quelque vaste écueil,
Semer l'immensité des débris du naufrage,
Ou, conduits par sa main sur un brillant rivage,

Et sur l'ancre éternelle à jamais affermis,
Dans un golfe du ciel aborder endormis¹ ?...

On s'est aussi demandé si la masse du ciel, où partout se révèle le mouvement, ne gravitait pas elle-même autour d'un centre unique, d'un astre immense qui serait le soleil de l'univers et comme le trône de Dieu ; belle et grande question qu'on n'a pu résoudre.

Une chose qui paraît certaine, c'est que les abîmes de l'espace où se meuvent les étoiles, ou tout au moins les planètes, ne sont pas vides, mais bien occupés par une matière excessivement légère et dilatée, à laquelle on a donné le nom de matière *éthérée* ou *cosmique*. Serait-elle la substance des mondes ?... Ce qu'on sait plus sûrement, c'est que la température de ces espaces est très-basse et bien au-dessous du froid glacial.

On s'est plus d'une fois posé cet autre problème : — Tous ces mondes qui paraissent plus ou moins semblables au nôtre, sont-ils comme lui habités ? — Cette question a été résolue affirmativement par quelques penseurs, entre autres, parmi les philosophes de l'antiquité, par Pythagore, qui

¹ De Lamartine, *Méditations*.

avait deviné tant de choses de la vérité sur le système du monde. Origène, un philosophe chrétien, croyait aussi les astres habités et le séjour d'esprits plus purs que ceux d'ici-bas. D'accord avec lui, d'autres chrétiens, Joseph de Maistre notamment, ont depuis soutenu que la religion, et particulièrement le dogme de la Rédemption, n'était nullement incompatible avec l'hypothèse de la pluralité des mondes. Des savants très-sérieux encore, tel est l'astronome Huyghens, se sont même donnés les peines de rechercher quelles pouvaient être les conditions d'existence des habitants des planètes autres que la terre. Que pourrais-je ajouter, mon cher Paul? La pluralité des mondes est une chose qui n'est pas hors de vraisemblance, tu le vois. Les doctrines qui se rattachent par quelque point à la métempsycose se sont emparées de cette hypothèse : les âmes s'en vont errant de monde en monde, montant à des sphères de plus en plus pures, selon que leurs mérites sont plus grands; oh! ce sont là de belles et poétiques idées! Vois-tu tous ces astres qui scintillent à la voûte des cieux : sur lesquels avons-nous passé une vie antérieure? Est-il là celui vers lequel s'envolera notre âme en quittant ce monde? Quels sont ceux où revivent à cette heure les êtres que nous avons aimés sur la

terre?... Mais il n'est descendu des plaines du firmament aucun messenger pour nous dévoiler des vérités qui ne sont pas de la nature de celles que peuvent nous donner les sciences d'observation.

Nous n'avons rien à attendre, sous ce rapport, des messagers muets qui, de temps en temps, viennent visiter notre globe sous la forme d'*aérolithes* ou corps solides qui tombent de l'espace. Ce sont des pierres ou des masses métalliques qui n'offrent rien de particulier dans leur composition mais dont l'aspect est étrange. D'où viennent-elles? De petits astres, dit-on, qui se brisent en entrant dans la sphère d'attraction de la terre; les *étoiles filantes* sont de ce nombre. Chacun sait ce que c'est qu'une étoile filante; mais chacun ne sait pas que dans ce trait lumineux il voit, non la chute d'un corps, mais un astre qui passe à 20 ou à 30 lieues de nous, et n'est visible que pendant ce court instant. On suppose qu'il y a beaucoup de ces astéroïdes gravitant autour du soleil, et se trouvant surtout en grand nombre dans certaines régions du ciel.

Voilà, en résumé, mon cher Paul, ce qu'on a pu découvrir jusqu'à ce jour sur l'ensemble de l'univers. Beaucoup de gens y croient à peine, parce qu'ils ne s'expliquent pas comment l'homme a pu parvenir à connaître d'une manière aussi pré-

cise des choses qui semblaient destinées à lui rester toujours cachées, et sur lesquelles le trompaient partout les apparences. Tu n'en dois pas moins avoir confiance au témoignage des savants sur ce sujet. Il est d'ailleurs telles théories, comme celle du cours des planètes, dont à chaque instant les faits viennent certifier la vérité avec une remarquable précision; peut-on nier les faits? Il est, d'autre part, des conjectures appuyées sur des analogies si frappantes, qu'elles équivalent à des certitudes. Mais je veux te dire par quels chemins on est arrivé à ce degré de certitude.

Le ciel et le cours des astres, l'histoire nous l'apprend, ont de tout temps appelé l'attention des hommes, et l'astronomie est une des parties de la science les plus anciennement abordées. Que d'observations il a fallu rien que pour soupçonner un ordre de choses en réalité si contraire aux apparences! par exemple, la terre mobile autour du soleil fixe, les planètes, astres confondus parmi des milliers d'autres, entraînées avec elle dans la même sphère d'attraction, etc., etc. Mais ce n'était pas tout: il fallait, de ce lieu mobile d'observation de notre terre, déterminer avec précision l'ensemble de tous ces mouvements planétaires qui se compliquaient entre eux en trompant l'œil, et cal-

culer les vitesses, les masses, les volumes de tous ces globes errants; voilà ce qu'il y avait à faire. Deux grandes découvertes de nos temps modernes ont particulièrement aidé à triompher des difficultés inextricables qu'offraient ces problèmes et beaucoup d'autres encore : d'abord les instruments d'observation perfectionnés, puis les lois de l'attraction.

Tu n'ignores pas que ce n'est que par l'organe de la vue que nous pouvons nous mettre en relation avec tous ces mondes qui peuplent le firmament. Or, le génie humain a trouvé moyen d'augmenter considérablement la puissance de cet organe à l'aide de certains instruments. On a profité, par exemple, de la propriété qu'ont certains corps polis ou transparents, comme le verre, de *réfléchir* ou de *réfracter* les rayons lumineux, pour leur faire reproduire devant notre œil attentif les choses sous une image énormément agrandie; ainsi les *télescopes* et les *lunettes astronomiques* nous permettent aujourd'hui de plonger dans le ciel à des distances incommensurables, et d'y étudier les objets grossis plusieurs milliers de fois. Voilà tout un univers inconnu mis à la portée de l'homme.

Un autre grand service rendu à la science,

comme le fait remarquer de Humboldt, ç'a été l'application à ces instruments d'observation d'appareils de mesure qui permettent de fixer dans le ciel les positions apparentes des astres, de se rendre compte des distances, des déplacements, des grandeurs, etc.

Je laisse à d'autres le soin de t'expliquer plus amplement les résultats de ces découvertes ingénieuses. Je ne veux plus que citer une heureuse invention due à un savant français, M. Arago : c'est le *polariscope*. Par le moyen de cet instrument fondé sur certaines propriétés de la lumière, un rayon parti des régions les plus reculées du ciel annonce, comme de lui-même, s'il est réfléchi ou réfracté, s'il émane d'un corps solide, ou d'un corps liquide, ou d'un corps gazeux, et quelle est son intensité lumineuse. Ne sont-ce pas là des résultats bien féconds ?

Mais une découverte d'une autre importance a été celle de l'attraction des corps et de la loi de gravitation. Au seizième siècle, les calculs de Képler, astronome allemand, avaient déjà éclairci la voie et posé les premiers jalons ; mais ce fut l'anglais Newton qui trouva ce qu'on a appelé le système du monde, c'est-à-dire la loi en vertu de laquelle se meuvent les mondes de notre système

solaire; exemple fameux de la puissance de la raison fécondée par l'observation sensible! Cette loi, en voici l'énoncé : *l'attraction agit du centre à la circonférence en raison directe des masses, et en raison inverse du carré des distances*. Cette formule scientifique, traduite en langage ordinaire, équivant à ceci : les corps s'attirent à proportion de leurs masses, et quatre fois, neuf fois, seize fois moins, s'ils sont deux fois, trois fois, quatre fois plus distants les uns des autres.

Il a donc été reconnu que les corps planétaires, dont notre globe fait partie, lancés une première fois dans l'espace avec une force inconnue, ont été saisis par l'attraction du soleil, et que de ces deux forces combinées mécaniquement devaient naturellement naître les mouvements circulaires ou elliptiques de ces astres autour de leur centre; que c'est en vertu de la loi découverte par Newton que s'accomplit cette gravitation autour du soleil, et que se maintient cet équilibre admirable de notre système où tous les corps sont en même temps attirants et attirés, subissant dans une mesure déterminée leurs influences réciproques, tout en cédant à l'influence prépondérante de l'astre central. On a compris enfin que les mouvements des satellites autour des planètes sont des effets de la même

cause et subissent également la loi de l'attraction universelle.

Une fois en possession de cette loi, les savants ont pu compléter et rectifier les résultats de l'observation visuelle, et arriver ainsi à la précision qui nous surprend.

L'astronomie, au moins en ce qui regarde notre système planétaire, est devenue une affaire de calcul, la science du géomètre et du mécanicien. Faire des observations, les réduire, et leur appliquer la théorie de l'attraction, telle a été la source de toutes les découvertes subséquentes. On s'est livré à ce sujet à d'admirables calculs; la récente découverte de la planète Neptune en offre un exemple digne d'être cité; j'en emprunte le récit au livre de M. de Jouvencel, *les Commencements du monde* : « On avait remarqué certaines perturbations, certaines irrégularités dans le mouvement d'Uranus. On en avait conclu à la probabilité de l'existence d'une planète plus lointaine dont l'attraction sur Uranus produisait ces perturbations. Un mathématicien, M. Le Verrier, entreprit de rechercher par l'étude et le calcul des perturbations d'Uranus, quelles pouvaient être la distance, la masse, la situation de cette planète supposée. Après de longues et profondes recherches, le 31

août 1846, il annonça que la planète existait, en effet, et qu'elle devait se trouver alors dans la direction de telle étoile, en tel point du ciel. Le 25 septembre, un astronome de Berlin, M. Galle, ayant eu connaissance des conclusions de M. Le Verrier, dirigea un télescope vers le point indiqué et y découvrit aussitôt, en effet, la planète annoncée par le géomètre français. »

Cela peut te donner une idée des méthodes qui ont conduit à la vérité en astronomie. Le monde des étoiles, qui ne se trouve pas, lui, soumis aux lois de notre système, n'est pas non plus susceptible de la même rigueur dans les calculs. On est pourtant parvenu, depuis une trentaine d'années, à mesurer plus ou moins exactement l'éloignement, ou, comme on dit, à déterminer les *parallaxes* de quelques-unes des étoiles les plus rapprochées. C'est par le déplacement apparent de ces astres relativement à notre planète que l'on peut mesurer cet éloignement. Par une illusion d'optique bien connue, lorsque sur un fleuve ou sur une route on se trouve entraîné dans un véhicule quelconque, les objets environnants, bien qu'immobiles, semblent se déplacer par un mouvement contraire; plus ils sont rapprochés, plus leur déplacement paraît grand et rapide, et plus ils sont

éloignés, moins ils semblent se mouvoir ; or, étant donnée la mesure du trajet parcouru et celle du déplacement apparent qui y correspond, le calcul en déduira la distance existante entre le corps en mouvement et le corps stable. Voilà un aperçu du procédé employé pour se rendre compte de la distance qui nous sépare des astres. La terre devient le véhicule qui marche, et elle remplace le bateau ou le wagon ; l'on peut calculer sur une ligne de 68 millions de lieues qu'elle parcourt ; eh bien, tel est l'éloignement de la plupart des étoiles, que cet immense diamètre du cercle décrit par notre globe autour du soleil n'est pas une base suffisante pour rendre leurs déplacements sensibles. Pour quelques-unes d'entre elles seulement, des appareils ingénieux au moyen desquels on est parvenu à mesurer les plus petits espaces, un angle d'une demi-seconde par exemple, ont permis d'évaluer approximativement la distance qui nous en sépare ; cette distance comprend des milliers de milliards de lieues ; ce sont là les étoiles de notre voisinage !....

Comprends-tu maintenant comment le génie de l'homme a su découvrir de si grandes et de si incroyables choses ? C'a été par des moyens insolites, sans doute, par des voies détournées, mais qui

n'en devaient pas moins conduire à des résultats certains, pour l'honneur de l'esprit humain, dont rien n'a pu arrêter la pénétration.

En présence de cette immensité de l'univers qui nous étonne, nous sommes tentés de nous prendre en pitié, ainsi que la poussière des mondes qui est notre demeure et nous préoccupe tant néanmoins. Mais l'homme est tel qu'il ne peut longtemps détourner le regard de la terre; tout l'y ramène. Il nous faut nous-mêmes en ce moment y revenir. Regarde-le d'ailleurs sans trop de dédains, ce monde qui est notre domaine; il a tant de choses à nous révéler! la vérité comme ailleurs n'y a-t-elle pas laissé son empreinte?

II

LA TERRE.

Tu sais au moins déjà, mon cher Paul, que la terre est une des huit grandes planètes qui roulent autour du soleil. L'origine des planètes est donc la sienne probablement. Or, on a été jusqu'à rechercher l'origine des planètes, ce qui a donné beaucoup à penser et à dire. On a fini par s'arrêter à une hypothèse qui paraît se concilier parfaitement avec les lois et les faits reconnus ; c'est celle de Laplace, de Humboldt, et de la plupart des astronomes modernes. Suivant cette hypothèse, car il ne peut guère y avoir certitude ici, les planètes seraient les résultats de la condensation progressive d'anneaux de matière gazeuse appartenant à une immense atmosphère qui entourait jadis le soleil. Ces anneaux de matière cosmique, détachés successivement de la masse par un effet de force centrifuge et une suite de l'accélération du mouvement de révolution sur elle-même qui l'a-

nimait, se seraient condensés en sphéroïdes, cédant à l'attraction de leurs molécules, et tout en continuant à se mouvoir autour du centre général; de là les planètes, de là aussi leurs satellites, qui auraient une origine analogue et en seraient des parties détachées. Tout cela est appuyé de raisons mathématiques, géologiques et autres, que je ne puis l'exposer ici; on cite, entre autres, l'anneau existant encore autour de Saturne comme un témoignage visible de cette genèse. Toutefois ce n'est toujours qu'une hypothèse plus ou moins vraisemblable. L'état présent de notre planète va nous offrir des renseignements moins douteux.

La terre est un globe d'environ 9,000 lieues de circonférence; ce n'est rien si nous comparons aux étendues des mondes célestes; mais 9,000^e lieues, c'est énorme relativement aux quantités considérées journalièrement. Une foule de circonstances ont d'ailleurs depuis longtemps accusé cette forme ronde de la terre: regardez une mer bien calme et bien unie, et la convexité apparaîtra sensible à l'œil; vous y verrez les objets à l'horizon, un vaisseau par exemple, ne s'y découvrir que progressivement. Cependant la sphère n'est pas parfaite; il y a aplatissement aux pôles, c'est-à-dire dans le sens de son axe de rotation sur elle-même,

et renflement à l'équateur ou en sens contraire ; de façon qu'on a mesuré 42,000 mètres de différence entre le diamètre équatorial et le diamètre polaire.

Tu sais que la terre se meut ; on ne risque plus aujourd'hui d'être accusé de ne pas croire en Dieu pour soutenir cette opinion, qui, hardie d'abord, est devenue vulgaire ensuite. Depuis Copernic et Galilée, ses auteurs célèbres, on a même inventé un appareil combiné du pendule qui rend ce mouvement en quelque sorte visible à l'œil. Mais ce que tu ignores peut-être, ce sont toutes les circonstances détaillées de ce mouvement relativement au soleil.

La terre donc en tournant sur elle-même nous découvre chaque matin le soleil au levant, et chaque soir nous le cache au couchant, donnant ainsi alternativement le jour et la nuit à chaque point de sa surface, tour à tour à chacun, et d'une manière successive. Mais une nuit ou un jour d'hiver ne sont pas une nuit ou un jour d'été ; car dans sa course annuelle autour de son centre, notre planète occupe, suivant les saisons, des points différents de l'espace et reçoit autrement les rayons solaires. Son axe se trouve placé de telle sorte relativement au plan de l'orbite ou cercle décrit par

elle, que, pendant le cours de l'année, c'est tantôt l'un de ses pôles, tantôt l'autre qui incline vers le soleil. Lorsque c'est le pôle nord, les habitants de l'hémisphère nord — et nous sommes de ce nombre — jouissent de l'été et des jours les plus longs, et ceux qui vivent sur l'hémisphère sud ont l'hiver et les jours les plus courts; le contraire existe précisément lorsque c'est le pôle sud ou antarctique qui est tourné vers le soleil; tandis que lorsque les pôles sont tous les deux également éloignés de l'astre central, les jours sont partout égaux aux nuits, soit de douze heures, et nous sommes ou au printemps ou en automne.

Autour du cercle de rotation à même distance des pôles que décrit la terre aux deux époques que je viens de nommer, soit en mars et en septembre, cercle qui la divise en deux portions égales, et qu'on a appelé *équateur* ou *ligne équinoxiale*, le soleil semble osciller pendant le reste de l'année; de chaque côté de cette ligne, plus vers l'un ou l'autre pôle, ses rayons tombent verticalement et tracent une zone peu large entre les limites de laquelle il va et vient en apparence sans les dépasser jamais. C'est cette partie du globe, renfermée par les *tropiques*, qui a reçu le nom de *zone torride*; sans cesse caressée par les plus chauds

rayons du soleil, elle fait à la fois les délices et les tourments de ses habitants. Visitez les forêts du Brésil, les plaines de l'Indoustan, les oasis de l'Afrique centrale, vous pourrez admirer les trésors de la plus riche nature au prix de plus de cinquante degrés de chaleur à supporter. Quittez cette zone; vous ne verrez plus l'astre du jour suspendu au-dessus de votre tête, ses feux vous arriveront plus obliquement, et vous serez dans la partie tempérée de notre monde, en Italie, en France, en Turquie, en Chine, aux États-Unis, à Buenos-Ayres. Allez plus loin encore, avancez vers les pôles; les pôles peuvent être plus ou moins tournés vers le soleil, mais ils ne lui font jamais face; le soleil n'y paraît que pendant six mois de l'année, en rasant l'horizon de ses rayons pâles et sans chaleur; ce sont les régions glaciales, c'est la Laponie, le Nord américain; le sol gelé n'y produit rien, tout y est morne et triste; juge par là de combien la demeure de l'homme est différente d'elle-même.

Voilà donc quels sont les rapports de notre planète avec son centre lumineux, et je viens de te donner une idée de la théorie des jours, des saisons et des climats. La terre est comme une poule qui se retourne au soleil, trouvant plaisir à le laisser luire

autour d'elle. Si je faisais ici un cours de cosmographie, j'aurais à y ajouter beaucoup de détails; mais il est entendu que je ne trace qu'un tableau du monde physique tel que la science est parvenue à se le représenter.

Maintenant, cessant d'envisager notre monde dans ses rapports avec les astres, et l'étudiant en lui-même, je te ferai remarquer qu'il ne se compose pas uniquement du globe opaque sur lequel nous marchons, mais bien encore d'une *atmosphère* ou enveloppe gazeuse qui se meut avec lui, fait corps avec lui, et qui est l'air que nous respirons. Cette atmosphère, cet air sur lequel je reviendrai, existe, il nous presse de toutes parts, nous y sommes comme engloutis, bien que nous ne le voyions pas; il y a plus, c'est que nous ne pourrions être sans lui, il est une des conditions de la vie sur notre planète. Mais l'enveloppe qu'il forme n'est pas la même à toutes les hauteurs : dense, compacte près du sol, elle devient de plus en plus légère en s'élevant, et finit par s'évanouir complètement à une hauteur qu'on fixe à quinze ou seize lieues. Au delà, c'est le domaine des espaces célestes, il n'y a plus rien qui tienne à la terre.

C'est au sein de cette atmosphère que se passent tant de phénomènes météorologiques qui nous

intéressent, c'est elle en un mot qui fait la pluie et le beau temps ; c'est en elle que s'agitent les vents et que gronde la foudre, c'est elle encore qui charrie les nuages, ces navires aériens. Chacun sait qu'il y a des gens qui en visitent les hauteurs en ballons ; mais la constitution de l'homme se refuse à aller loin sur un chemin aussi vertical. A quelques milliers de mètres au-dessus du niveau de la mer, l'air devient si rare qu'il manque aux poumons de l'aéronaute, et que le sang sort par les pores de sa peau parce que la pression atmosphérique est impuissante à l'y retenir ; de plus, le froid y est glacial, car l'air s'échauffe d'autant moins qu'il est moins dense, et plus on s'élève, plus la chaleur se perd. Tu vois donc qu'une ascension en ballon n'est pas tout à fait un voyage d'agrément ; la plus célèbre qu'on connaisse est celle d'un savant français, Gay-Lussac, en 1804 ; il s'éleva à 7,000 mètres ; à cette hauteur il apercevait des nuages qui lui paraissaient aussi élevés au-dessus de lui que s'il les avait vus du sol.

On cite souvent l'azur d'un ciel serein ; on pourrait croire qu'en s'élevant vers des régions supérieures, soit en ballon, soit au sommet d'une montagne, on ne devrait rien perdre au spectacle. Cependant il paraît qu'à une certaine élévation,

l'atmosphère, saturée de vapeurs, affecte une teinte grise qui n'est rien moins que réjouissante pour l'aéronaute ou le touriste. Un ciel sans nuages, vu du sol, ne revêt cette belle couleur bleue que tu connais, que parce que nous le regardons à travers notre enveloppe d'air atmosphérique, dont les molécules ont la propriété de réfracter les rayons bleus de la lumière. Grâce à cette circonstance, les sombres abîmes du ciel nous sont cachés par un voile dont l'aimable nuance réjouit nos regards.

Une autre propriété de l'atmosphère terrestre est la sonorité; de sorte que c'est par son intermédiaire, et uniquement par son intermédiaire, que tu m'entends; te figures-tu ce que serait ce monde sans lui? « L'air, dit l'auteur du *Cosmos*, est le véhicule du son, et par suite, il est pour les peuples le véhicule du langage, des idées, des relations sociales; si le globe terrestre était dépourvu d'atmosphère, comme la lune, ce ne serait qu'un désert où régnerait le silence. »

Si la lune est dépourvue d'atmosphère, on croit qu'il n'en est pas de même des planètes autres que la terre; nouvelle analogie, et raison de plus pour quelques-uns de présumer qu'elles sont habitées par des êtres plus ou moins semblables à nous.

Toutefois ce ne sont là que des présomptions; l'homme, ne pouvant rien savoir de certain à cet égard, a concentré ses regards sur sa propre planète; j'en continue la description.

Tout semble annoncer que le globe sur lequel nous marchons a primitivement été une masse fluide. Cela s'accorderait avec l'hypothèse sur la formation des planètes dont je viens de te parler. La forme résultant de l'aplatissement aux pôles et du renflement à l'équateur, fait croire assez qu'elle l'a prise dans un autre état que celui qu'elle nous offre à cette heure, et par un effet de son mouvement de rotation sur elle-même. Mais, outre cela, en fouillant dans ses entrailles, on a trouvé partout des traces du feu qui aurait été la cause déterminante de sa fluidité première.

Il y a plus, c'est que le centre de notre globe paraît être encore en fusion et la proie du feu des premiers jours. Il ne serait consolidé ou, en d'autres termes, refroidi, que sur une épaisseur de 25 à 30 mille mètres, simple croûte assez mince si on la compare au diamètre de toute la masse. Nous reposerions donc sur une véritable fournaise ardente.

C'est ce qui se passe à la surface et en dedans de cette croûte solidifiée qui a donné l'idée que les

choses sont bien ainsi que je viens de te le dire. Certes, on n'est pas arrivé jusqu'au foyer central ; car les travaux d'excavation connus ne pénètrent guère dans le sol qu'à 600 mètres environ au-dessous du niveau de la mer. Mais on a trouvé qu'à mesure que l'on descendait, la chaleur augmentait ; il a été mesuré un degré thermométrique par 33 mètres ; à 3,000 mètres, cette chaleur doit être assez forte pour mettre l'eau en ébullition ; et l'on en a conclu assez naturellement qu'il y avait au bout un foyer.

Un autre indice du feu souterrain, ce sont les *volcans*. Tu n'ignores pas qu'en certains lieux, sur les monts Vésuve, Etna et ailleurs, la terre s'ouvre et vomit des torrents de matière en fusion, des cendres, des roches calcinées ; le fracas des explosions accompagne ce spectacle qu'éclairent de sinistres lueurs ; c'est d'une terrible beauté. Eh bien, l'on considère ces bouches béantes des volcans comme étant en communication avec le cœur de notre planète et annonçant ce qui s'y passe. Ce sont les fractures de la croûte terrestre qui n'a pu résister en certains endroits aux efforts de la tourmente intérieure.

On a dit que les volcans devaient être regardés comme des soupapes de sûreté pour les contrées

voisines. Tu comprendras cette vérité si j'ajoute que les volcans offrent des issues aux vapeurs produites par le feu central, et affaiblissent ainsi leur tension ; or, c'est à cette tension qu'on attribue les *tremblements de terre*, ces événements parfois si désastreux. Et par ce mot, il ne faut pas entendre que toute la masse du globe se trouve agitée d'un mouvement insolite ; non, le phénomène est local ; c'est le sol qui oscille un instant sous nos pieds par suite d'un effort souterrain, quelquefois avec accompagnement d'un bruit sourd qui sort des entrailles de la terre. Nouvelle raison à l'appui de l'existence de cet enfer sur lequel nous serions suspendus.

Quoi qu'il en soit, du reste, de l'état présent, l'inspection du sol, je l'ai dit déjà, fait découvrir partout des traces du feu qui l'a envahi jadis. Cette étude a révélé à la science géologique une curieuse histoire du passé de notre globe.

La matière qui compose l'enveloppe terrestre se présente sous deux aspects généraux différents : à l'état de masse compacte et dure, et à l'état terreux, de division, ou de corps tendre. Dans le premier cas il s'agit de *terrains de cristallisation*, dans le second cas de *terrains de sédiment* ; ce sont les termes adoptés.

Les terrains de cristallisation sont ces roches composées de matières vitrifiées, cristallisées, jadis en fusion, aujourd'hui refroidies, et dont l'origine est ignée; les silex, les granits, les porphyres, ces corps susceptibles d'un si beau poli, que tout le monde connaît, sont des roches de cristallisation et que constitue plus ou moins purement la *silice*, ou ce qu'on appelle vulgairement le *cristal de roche*; tels sont encore les produits volcaniques, comme les *basaltes*.

A la jonction des roches ignées et des terrains de sédiment, il s'est formé, par contact et par échauffement, des terrains de transition qui tiennent des deux précédents et offrent des sédiments modifiés; ce sont entre autres ces roches feuilletées que nous connaissons sous le nom de *schistes*; ce sont encore de simples pierres calcaires qui se sont changées en ces beaux *marbres granulaires* qui viennent des carrières de Carrare et de Paros.

Pour les terrains de sédiment, ils ont, eux, une origine toute différente, paraît-il; ils sont le produit des eaux, dépôts d'eau douce ou dépôts marins, composés pour la plupart de détritits enlevés aux roches dures, et de matières animales ou végétales; ce sont toutes les terres, les argiles, les craies, les marbres calcaires, les sables mouvants

ou agglutinés, les houilles, les divers minerais, etc. Tandis que c'est la silice qui domine comme principe dans les terrains ignés, ici c'est la chaux.

Toutes ces matières, différentes d'aspect et de composition, que traversent mille sources d'eau alimentées à la superficie par les pluies, composent le sol que nous foulons, et y existent mêlées entre elles dans un désordre apparent; cependant la science moderne est parvenue à y découvrir un ordre de formations successives.

Ainsi, il a été reconnu que les terrains de sédiment sont disposés par couches qui se suivent dans un ordre constant, et dont l'ensemble a été divisé en groupes par les géologues; ces couches sont aujourd'hui au nombre de vingt-sept, connues sous différents noms; mais l'on n'a pu encore parvenir jusqu'aux plus profondes. Certes, la série ne se trouve pas tout entière sous un même point de la surface, c'est au moins le cas le plus rare; mais par de nombreuses comparaisons l'on a trouvé que chaque couche conservait, en tout cas, son rang dans l'ensemble, restant constamment supérieure aux unes et inférieure aux autres. Pour les distinguer entre elles d'ailleurs, on a leurs caractères plus ou moins différents, mais surtout les débris organiques qu'elles renferment.

Les dépôts de sédiment renferment, en effet, de curieux débris végétaux et animaux, que l'on retrouve avec leurs formes primitives, bien que participant de la nature du règne minéral où ils se trouvent enfouis depuis des siècles. La houille même paraît entièrement composée de restes de plantes de la famille des conifères ou de celle des fougères en arbre, analogues aux plantes qui ne croissent plus aujourd'hui que dans les pays très-chauds. Mais indépendamment des dépôts houillers, chaque couche du sol a ses débris qui la distinguent des autres : ce sont surtout des coquillages, des squelettes de poissons et de reptiles. Dans le groupe de ce qu'on appelle les *terrains crétacés* par exemple, on a trouvé des ruines de monstres qui ne mesuraient pas moins de 20 à 25 mètres de longueur. Par contraste, Ehrenberg, savant allemand, a compté dans un pouce cubique de tripoli, des millions de carapaces siliceuses d'animaux microscopiques. Grand nombre de ces êtres n'existent plus aujourd'hui sur notre globe. Parmi ceux dont les espèces se sont conservées, les mammifères et les végétaux supérieurs n'apparaissent par leurs vestiges que dans les couches les plus superficielles et que l'on croit les plus nouvelles, telles que les *alluvions anciennes*, les *terrains parisiens*.

et *subapennin*, qui contiennent des ossements d'ours, d'hyènes, d'éléphants, etc.

Ces restes fossiles, t'ai-je dit, dont plusieurs sont particuliers à telles ou telles couches du sol, sont d'un grand secours pour les distinguer entre elles. Chacune se trouve donc représenter un monde qui n'est plus et en offre les vestiges; elle est, tout l'annonce, le fond et le dépôt d'une mer qui a existé en certain temps et en certain lieu; plus le dépôt est profond et reculé dans la série générale, plus la mer remonte à une date ancienne. Les couches de l'enveloppe terrestre sont ainsi comme les feuillets d'un livre qui en publie l'histoire.

Mais, pour comprendre ces mers superposées, il est nécessaire que tu saches que la superficie de notre globe a subi de nombreux bouleversements. Sans ces catastrophes, sa surface eût été unie, les couches de son sol eussent été concentriques, et les eaux auraient couvert le tout; l'humanité n'existerait pas, il n'y aurait que des poissons sous le soleil. Mais l'action centrale, dont nous éprouvons encore aujourd'hui les effets amoindris, a soulevé les montagnes, a creusé et déplacé les mers; de là les continents.

Les soulèvements du sol à diverses époques et

en divers lieux ont pour preuve, entre autres, les coquillages que l'on a rencontrés au sommet des plus hautes montagnes et qui n'ont pu être transportés là, du fond des mers, qu'avec le sol qui les porte. Des exemples de soulèvements subits à la suite de tremblements de terre sont d'ailleurs communs dans l'histoire; aujourd'hui encore il est prouvé qu'il s'opère un exhaussement lent et insensible des côtes de Finlande et de Suède. C'est donc à des causes pareilles que nous devons les îles, les grands continents et les chaînes de montagnes qui les sillonnent. L'étude de celles-ci, de leurs directions, des terrains qu'elles ont percés, a même permis de leur assigner un âge, au moins relatif, et la science distingue de nos jours pour l'Europe treize *systemes ou époques de soulèvements*. Ainsi les Pyrénées qui forment le neuvième système, et les Alpes qui forment les onzième et douzième, sont dues à l'éruption des roches ignées, telles que les granits et les porphyres, à trois époques successives et mémorables pour notre continent, la première à travers les couches de *craille supérieure*, la deuxième dans ce qu'on appelle les *terrains de molasse*, et la troisième dans les dépôts *subalpains*. Le granit, dont se compose la plupart des roches soulevées à travers

les premiers sédiments, semble comme la matière fondamentale, la base du sol terrestre.

Les bouleversements de ce sol et des couches qui le composent sont non-seulement l'effet de soulèvements et d'éruptions volcaniques, mais encore d'affaissements bien constatés. Un affaissement lent et progressif s'opère encore de nos jours sur certaines parties des côtes d'Amérique. En outre, à la suite de tremblements de terre, on a vu maintes fois le terrain s'engloutir subitement dans d'immenses excavations. Il paraît que ces grands lacs qu'on appelle les mers Morte et Caspienne, offrent tous les indices d'une pareille catastrophe. Il y a plus : sans parler de l'Atlantide de Platon, l'on prétend que ces mondes d'îles qui se rencontrent dans les mers du Sud et qui forment l'Océanie, sont les restes d'un ancien continent qui s'est affaissé sous les eaux. Enfin les vestiges de forêts tout entières ensevelies dans le sol, sont encore des preuves de ces effondrements de la surface.

De ces soulèvements et de ces affaisements sont nés, dis-je, les continents et les mers. Tout annonce que leur distribution a varié bien des fois, suivant les époques; où il y avait des eaux, un effort de l'action intérieure a fait surgir une

montagne; où il y avait des montagnes, il s'est creusé une mer. Il est curieux de voir les cartes qu'on a dressées de l'Europe aux diverses époques géologiques et d'après l'inspection du sol. Ainsi on découvre que Paris, Londres et leurs environs étaient encore sous les eaux lors du soulèvement des Pyrénées. L'Europe n'a pris sa configuration actuelle qu'à l'époque du *diluvium* ou de l'apparition des *Alpes principales*; c'est alors que s'est formée la Méditerranée, que l'Angleterre a été séparée de la France, et que beaucoup de nos contrées ont surgi. C'a été là la dernière grande catastrophe reconnue pour cette partie du monde; mais on soupçonne que les chaînes de montagnes qui sillonnent le continent américain sont d'apparition plus récente; et l'on s'est même demandé si leur soulèvement n'aurait pas bien été la cause de ce déluge qui est dans la tradition de tous les peuples de la terre.

De telles choses arrivées sur notre globe ne peuvent que nous paraître étranges aujourd'hui; il y a si longtemps que le séjour de l'homme se montre à lui tel qu'il existe à cette heure. Que dis-je, si longtemps? Il est même présumable que, postérieur aux derniers bouleversements du sol, l'homme n'a pu voir celui-ci que dans l'état

actuel. Tandis que les terrains qui représentent les époques antérieures sont, en effet, remplis des débris de tant d'autres animaux, les vestiges humains apparaissent seulement dans les couches superficielles. L'on en a conclu assez naturellement que notre race ne date que de cette époque, et ne pouvait avoir souvenir d'un autre état de choses. Cette grande question de la vie sur le globe se rattache à d'autres vers lesquelles je te ramènerai; je n'ajouterai plus qu'une observation.

A en croire de savants historiens, entre autres M. de Bunsen, il faudrait attribuer à l'humanité une durée d'au moins 20,000 années. Si l'on songe que l'humanité néanmoins est postérieure aux derniers bouleversements de notre globe, quel âge faut-il donc donner à ses premières révolutions! En effet, de fortes conjectures tirées de l'examen du sol les font remonter à une antiquité qui effraye. On a très-bien dit à ce sujet que l'astronomie montre à l'homme qu'il est à peine un point dans l'espace, et la géologie qu'il est à peine un point dans le temps.

Mais vois-tu maintenant comment la terre est devenue habitable? Sur la croûte produite par un commencement de refroidissement autour du globe en fusion, se déposèrent les premiers sédi-

ments. Ceux-ci, sous l'action subsistante de la chaleur, se changèrent peu à peu en roches. Il ne pouvait encore y avoir de vie sur le globe; aussi les premières couches n'en offrent-elles aucune trace. Sur ce fond primitif, sans cesse bouleversé par les convulsions de la masse, les eaux produites par la condensation progressive des vapeurs déposèrent successivement de nouvelles couches. La vie alors apparut, et le sol devint plus stable. Cependant, de loin en loin, il s'ébranlait de nouveau et se modifiait. Après une de ces catastrophes qui lui donna la forme actuelle, l'homme peupla la terre, et celle-ci se refroidit notablement. Aujourd'hui est-elle à jamais stable? sa configuration ne doit-elle plus changer? le genre humain ne peut-il disparaître dans quelque nouveau cataclysme?... Dieu le sait.

Quoi qu'il en puisse être dans l'avenir, jetons maintenant un coup d'œil sur la superficie de notre planète telle que l'ont faite ces révolutions de son passé.

La terre est aux trois quarts couverte par les eaux, cet autre élément liquide de la croûte du globe. Les mers en occupent les bas-fonds, et montent en moyenne à trois ou quatre mille mètres de hauteur, leur profondeur étant parfois

beaucoup plus grande¹. Elles forment le réservoir commun où se rend chaque petit ruisseau jaillissant à la surface, chaque grand fleuve sillonnant les terres découvertes. Celles-ci sont les élévations de notre sphère; isolées et sortant du sein des mers sur d'étroites dimensions, elles constituent les *îles*; agglomérées et faisant comme de larges plateaux, elles forment ce qu'on appelle les *continents*. Les îles et les continents, qui ne sont tous que des espaces de terre ferme plus ou moins vastes entourés d'eau, voilà la demeure naturelle de l'homme.

Pour nous, habitants du vieux continent, le monde humain s'est longtemps réduit à ce massif de terrains découverts qui comprend l'Asie, l'Europe et l'Afrique, et mesure environ quatre-vingts millions de kilomètres carrés. Il n'y a guère que trois cent cinquante ans qu'un hardi navigateur, franchissant des mers inconnues, découvrit un nouveau continent auquel on a donné le nom d'Amérique, et qui offre environ trente-huit mil-

¹ Des sondages sûrs n'ont pas jusqu'à cette heure constaté plus de 8,000 mètres de profondeur; et l'on croit qu'autant les montagnes s'élèvent au-dessus du niveau des mers au maximum, autant le sol sous-marin se creuse en dessous.

lions de kilomètres carrés en superficie. Les îles dont l'Océan est parsemé, et au nombre desquelles est cette grande terre appelée Australie, composent le reste des terres connues, soit dix millions et demi de kilomètres à peu près.

L'ancien continent, dont les géographes, je ne sais trop pourquoi, ont fait trois *parties* du monde, ne se divise en réalité qu'en deux portions distinctes; l'Asie et l'Europe ne forment qu'un ensemble auquel l'Afrique, comme tu sais, se relie par l'étroit et unique passage de l'isthme de Suez, et dont une mer intérieure, la Méditerranée, est venue la séparer. Il paraît du reste certain qu'une autre Méditerranée, s'étendant de la mer Noire à l'océan Glacial, en passant par la Caspienne et la mer d'Aral, séparait autrefois également le continent asiatique du continent européen.

La partie nord et la partie sud de l'Amérique ne sont non plus unies que par un étroit espace de terre, l'isthme de Panama. L'ancien et le nouveau continent ont encore cela de commun dans leur conformation, qu'ils se terminent en pointe tous les deux vers le sud ou pôle antarctique, et s'élargissent, se massent, au contraire, et se confondent autour du pôle nord; circonstance assez remar-

quable. On ne sait pas où finissent les terres au nord, tandis qu'à plus de cinq mille kilomètres du pôle sud on ne rencontre plus que quelques îles très-rares. « Depuis le quarantième degré de latitude sud jusqu'au pôle antarctique, dit M. de Humboldt, l'écorce terrestre est presque entièrement couverte d'eau; l'hémisphère austral est donc essentiellement océanique. »

On n'a pu encore parvenir jusqu'à ces deux points opposés de notre globe autour desquels il fait sa révolution diurne, et qui s'appellent les pôles. Des mers de glace en défendent les approches, et l'imagination se figure, vivant dans cet élément, comme deux génies préposés à leur garde. Celui qui apparut jadis à Vasco de Gama, selon le poète portugais, n'empêcha pas ce hardi navigateur de doubler le cap des Tempêtes; mais il est fort douteux que ceux-ci se laissent jamais fléchir. Que de tentatives vaines et périlleuses n'a-t-on pas déjà faites vers le pôle arctique dans le but utile de chercher une nouvelle route! On n'est guère allé dans cette direction au delà du quatre-vingtième degré de latitude, soit mille kilomètres environ en deçà du pôle. Dans l'hémisphère sud, moins connu encore, et où la zone glaciale semble exclusivement occupée par les eaux, on n'a dé-

passé que bien peu le soixante-dix-huitième degré, c'est-à-dire qu'on est resté à une distance de plus de douze cents kilomètres du pôle antarctique.

A l'exception de ces plages inabordables, on peut d'ailleurs considérer comme connues aujourd'hui toutes les parties de notre globe. Elles ont été en tous sens explorées par de hardis navigateurs. En faire le tour, en traçant sa route à travers les flots qui l'enveloppent de toutes parts, ce n'est plus qu'une entreprise vulgaire. Je puis en quelques mois mettre toute l'épaisseur de la terre entre nous deux, me trouver littéralement sous tes pieds, quelque part dans les parages de la Nouvelle-Zélande, c'est-à-dire aux *Antipodes*, où je jouirai de la clarté du jour lorsque tu seras plongé dans les ténèbres, où je verrai les moissons jaunir à l'ardeur d'un soleil de juillet, tandis que tu te trouveras ici les pieds dans la neige.

Ce sont deux Portugais, Magellan et Sébastien de Elcano, au commencement du seizième siècle, qui accomplirent pour la première fois le tour du monde, démontrant ainsi de nouveau la sphéricité de la terre. C'était alors un grand événement; car, remarque encore une fois qu'il n'y a guère que trois ou quatre cents ans que l'homme est parvenu

à avoir une idée juste de l'aspect qu'offre sa planète.

Durant cette période, tandis que les navigateurs voguaient à l'aventure sur les mers, d'infatigables voyageurs parcouraient les îles et les continents, reconnaissaient le cours des fleuves, mesuraient la hauteur des montagnes, l'étendue des plaines et des lacs, décrivaient enfin tout ce qui diversifie le sol.

De ces recherches il résulte que ce qui caractérise le plus une contrée, les montagnes, ces croupes du globe, il résulte, dis-je, que les montagnes existent partout plus ou moins développées à la surface des terres et sous des formes diverses. Partout les grandes masses de l'Europe, de l'Asie et de l'Amérique, affectent plus particulièrement la forme de *chaînes* ou succession de hauteurs, auxquelles viennent se relier des branches latérales de moindre élévation. Les plus grandes hauteurs observées existent au centre de l'Asie, et vont jusqu'à sept mille huit cents mètres au-dessus du niveau de la mer. De tels sommets couverts de neiges éternelles, sont aussi inaccessibles que les pôles ; car je t'ai déjà dit que les hautes régions de l'air sont glaciales, et, en outre, peu faites aux besoins de nos poumons. L'ascen-

sion du mont Blanc est déjà une témérité; il n'a pourtant que quatre mille huit cent onze mètres d'élévation.

Du pied de ces hauteurs, dans les vallées qui existent entre elles, dans les creux de terrain que forment leurs ramifications, s'échappent les mille sources d'eau douce qui, accrues des torrents produits par la fonte des neiges à leurs sommets, constituent les fleuves et les rivières, et s'en vont à la mer, en s'arrêtant parfois sur leur passage dans ces belles plaines, formées d'une onde calme et limpide, auxquelles on a donné le nom de *lacs*.

Ce n'est ici ni le lieu, ni le moment de te décrire les beautés diverses des contrées de la terre. Il est pour elles des endroits privilégiés; qui n'a entendu parler de la Suisse, de ses montagnes et de ses lacs! de Naples, de sa mer et de ses volcans! de Constantinople, des îles délicieuses de la Méditerranée, du ciel et du soleil célèbres de l'Orient!

Le soleil! oui, voilà surtout ce qui embellit le séjour de l'homme. Tu sais qu'il le gratifie très-inégalement de sa chaleur et de sa lumière; d'où la diversité des climats. En général, plus un lieu est rapproché de l'équateur, plus sa température

est élevée. Cependant cette seule circonstance ne suffit pas toujours pour déterminer le climat d'un lieu. Ainsi sa situation plus ou moins élevée au-dessus des mers ; ainsi le voisinage de celles-ci qui procure des hivers et des étés plus doux, parce que la mer ne suit que très-lentement les variations de température de l'atmosphère ; ainsi une position plus ou moins exposée aux vents froids, tels que les vents de terre, qui font, par exemple, que la température moyenne des côtes orientales de l'un ou de l'autre continent est plus basse que celle des côtes occidentales où le vent régnant vient au contraire de la mer ; voilà d'autres circonstances à prendre en considération. Ainsi encore la nature du sol ; j'ajoute seulement, quant à cette dernière cause, qu'elle est tout extérieure, en d'autres termes, que la chaleur centrale du globe n'y est plus pour rien.

Dans l'enfance de notre planète, cette chaleur était si sensible qu'elle neutralisait en quelque sorte l'influence du soleil, et qu'il n'y avait qu'un même climat pour *toute* la terre. Ce qui le prouve, c'est que les débris organiques trouvés dans le sol des régions glaciales, appartiennent à des végétaux et à des animaux qui ne peuvent plus vivre que dans les contrées les plus chaudes

du globe. Il est reconnu que cette chaleur n'est aujourd'hui que d'un trentième de degré à la surface.

On a tracé des *lignes thermales* sur le globe reliant ensemble les lieux de même température ; eh bien , une ligne de ce genre, soit suivant la température moyenne de l'année, soit selon l'identité des étés et des hivers, ne reste pas parallèle à l'équateur ou à égale distance des pôles et de celui-ci, si ce n'est dans le voisinage de la zone torride ; partout ailleurs, elle offre des irrégularités ; preuve que la latitude n'est pas la seule raison d'un climat. Ainsi l'on a trouvé que pour un même degré de latitude à peu près, ou, en d'autres termes, pour la même situation relativement aux influences du soleil , Copenhague et Kasan, par exemple, Naples et New-York, Vienne et Saint-Malo, offrent plusieurs degrés de différence dans leur température moyenne ; ainsi encore, New-York, Moscou, Pékin, ont des hivers très-rudes avec des étés très-chauds, et, en quelque sorte, participent de deux climats.

Les causes qui déterminent la température d'un lieu font que les conditions physiques du séjour de l'homme sur la terre sont très-diverses. Tandis qu'on éprouve jusqu'à cinquante-quatre degrés

de chaleur en Afrique, on a vu le thermomètre descendre à cinquante-six degrés au-dessous de zéro dans les régions polaires. Là, sous ce ciel de glace, point d'orages, point de grêle, un calme atmosphérique inconnu ailleurs, le silence des morts ; sous les tropiques au contraire, avec un soleil ardent, des tourmentes parfois épouvantables.

Byron, dans une de ses inspirations de poète, décrit la fin du monde par l'envahissement des ténèbres et l'extinction de la chaleur solaire. Sous ces images terribles, une nuit qui ne finit pas, la végétation qui s'arrête, la mer qui se congèle, les hommes qui tombent les uns après les autres, la dernière lueur qui s'éteint, l'on se représente assez bien ce qui en arriverait si le soleil n'existait plus pour les habitants de la terre.

C'est surtout par la vie qui se développe sous l'influence de notre astre central, que se diversifie l'aspect des différents points du globe. Quel voyageur n'a été frappé du spectacle qu'offrent ces chaudes contrées du Midi, où les végétaux et les animaux revêtent des formes et des nuances si splendides !

Avant d'aborder ce phénomène à part de la vie dont nous sommes un des résultats, je te propose d'examiner de plus près ce monde maté-

riel, pour voir tout ce qui s'y passe, et les forces et les lois générales auxquelles il est soumis, et ce qu'il y a d'élémentaire dans cette matière qui se présente à nos yeux sous tant de formes diverses.

III

LES FORCES, LES PHÉNOMÈNES ET LES LOIS.

La matière non douée de la vie, qui constitue, sous tant d'aspects divers, le monde physique que nous venons d'examiner dans son ensemble, est considérée comme une chose *inerte*, n'ayant par elle-même qu'une puissance *négative*, c'est la matière *brute*. Mais il a été reconnu que cette matière est sous l'empire de certaines forces physiques ou chimiques dont la science a étudié les lois; c'est ce que je veux t'expliquer, en peu de mots du reste, et uniquement pour te donner la raison des phénomènes les plus généraux qui se passent sous nos yeux.

Tu sais déjà que les astres s'attirent entre eux, et que par là s'explique le système du monde. Eh bien, cette attraction des corps se retrouve ici-bas dans une plus petite sphère. La matière est *inerte*;

un caillou ne se meut que si on le meut, ne s'arrête que s'il est arrêté; mais une force agit sans cesse sur lui, c'est l'attraction du centre de la terre. Placez ce caillou dans le vague de l'espace; loin de rester à la place où vous l'aurez mis, ainsi que le voudrait sa force d'inertie, il *tombera* comme nous disons, c'est-à-dire qu'il se dirigera avec rapidité vers le sol jusqu'à ce qu'il l'atteigne ou soit arrêté par quelque obstacle.

Tu trouveras peut-être que ce que je te dis là n'est pas bien neuf; rien, en effet, n'est plus vieux, ni plus connu; nous voyons tous les jours tomber des corps, et c'est pourquoi leur chute n'attire guère notre attention; mais il n'en est pas moins vrai que c'est là un phénomène très-remarquable. Il annonça à Newton le grand fait de l'attraction universelle. Un corps tombe; c'est la force attractive de notre globe qui fonctionne; il attire *en raison directe des masses et en raison inverse du carré des distances*, telle est la loi. Plus un corps est massif, c'est-à-dire plus il renferme de matière, plus il est attiré, ou, en d'autres termes, plus il est *pesant*; car on a donné le nom de *pesanteur* à l'attraction qu'éprouvent les objets de la part de la terre; leur *poide*s est la mesure de cette attraction.

Une preuve, non certes plus certaine, mais moins souvent faite, de l'attraction de la matière sur notre globe, est celle qui résulte de l'influence d'une montagne sur le *fil à plomb*; tu sais ce que c'est que le fil à plomb; eh bien, dans le voisinage d'une grande masse montagneuse, il déviéra sensiblement de la ligne verticale; l'action de la force centrale sera troublée par cette circonstance.

Cette action d'ailleurs s'exerce dans l'espace au moins jusqu'à la lune, et retient celle-ci dans sa dépendance.

Un autre mode de l'attraction universelle est ce qu'on appelle l'*attraction moléculaire*, qui constitue les corps et leur plus ou moins de solidité. Elle a pour caractère essentiel de ne se manifester qu'à des distances insensibles. Les particules d'un solide adhèrent à divers degrés; plus, par exemple, dans le chêne que dans le peuplier, dans le fer que dans le plomb; mais c'est toujours, en tout cas, parce qu'elles s'attirent réciproquement. Ce mode d'attraction à petite distance qu'offrent les corps matériels se reproduit encore dans d'autres circonstances qui le prouvent: superposez deux surfaces parfaitement unies, deux glaces par exemple, elles adhéreront fortement entre elles;

qu'est-ce qu'un objet mouillé? C'est un solide qui a retenu une légère couche du liquide avec lequel il a été étroitement mis en contact. L'attraction de la matière par la matière s'opère pour plusieurs solides suivant certaines lois remarquables; j'y reviendrai en te parlant de la cristallisation.

La matière s'offre à nous sous trois degrés d'attraction; en d'autres termes, les corps présentent trois états : *solide*, *liquide* et *gazeux*. A l'état solide et de *cohésion*, où l'attraction est la plus grande, ils forment des masses dont les particules sont liées entre elles. Leur adhérence n'y est pourtant pas parfaite; car les corps solides sont tous plus ou moins poreux, compressibles, élastiques. On a reconnu les lois particulières qui règlent leurs mouvements et leurs chocs, et sur lesquelles t'éclaireront les traités de physique et de mécanique.

L'état liquide est le deuxième degré d'attraction. A cet état, comme tu sais, la matière est moins consistante, elle *coule*, et d'autres lois régissent ses mouvements. Mobiles et plus ou moins indépendantes entre elles, les molécules des liquides glissent les unes sur les autres; l'attraction du centre de la terre opère plus isolément sur chacune, tandis que dans un solide elle agit sur

la masse et se rapporte à un point commun qu'on appelle *centre de gravité*. C'est cette mobilité encore qui fait qu'un liquide renfermé dans un vase presse dans toutes les directions, et encore que la surface d'un lac en repos est sensiblement plane.

L'eau, cette seconde enveloppe de la terre, est la matière liquide la plus abondante et la plus connue. C'est l'eau, prise à quatre degrés de chaleur, que l'on a choisie pour terme de comparaison dans la mesure de la pesanteur des corps.

Les gaz ou vapeurs sont la matière à son moindre degré d'attraction. L'attraction moléculaire ou cohésion est, en effet, considérée comme nulle dans les gaz; les particules matérielles y sont en pleine liberté. Quant à l'attraction de la terre, elle n'en agit pas moins sur elles, et assez pour retenir cette troisième enveloppe que forme l'*air atmosphérique*, le type des gaz.

Nous ne voyons point l'air, parce qu'il est parfaitement et naturellement translucide; mais il n'en est pas moins un corps matériel, que nous sentons dans les vents, c'est-à-dire lorsqu'il est agité. C'est ce quelque chose qui résiste au mouvement d'un éventail, et qui fait qu'un corps léger et plus facilement soutenu tombe moins vite qu'un corps lourd. Qu'il soit pesant comme tous les

corps, c'est ce qui se prouve de diverses manières : faites le vide dans un ballon au moyen de pompes spéciales pour en soutirer l'air, ce ballon pèsera moins qu'avant. On estime que l'air pèse environ 770 fois moins que l'eau.

La pression exercée par l'atmosphère à la surface du sol et sur tous les objets qui s'y trouvent engloutis, se démontre dans diverses circonstances. Dans un tube où l'on a fait le vide, l'eau de nos pompes, pressée extérieurement par l'air ambiant, monte à la hauteur de dix mètres, et le mercure de nos baromètres à celle de 76 centimètres. C'est donc la mesure de la pression de l'air : elle fait équilibre à une colonne de mercure de 76 centimètres. Le corps humain supporte de ce chef en tous sens un poids de plus d'un kilogramme par centimètre carré; te serais-tu jamais cru chargé d'un pareil fardeau ? Dans les hautes régions de l'atmosphère, cette pression diminue progressivement.

Ce qui caractérise tous les gaz, c'est d'être éminemment élastiques ; ils s'étendent ou se compriment presque à volonté suivant l'espace dont ils disposent. Ils ont, du reste, une densité particulière à chacun d'eux ; la plupart sont plus pesants que l'air ; l'*hydrogène* est le plus léger des gaz, et

sert pour cette raison à gonfler les aérostats et à les faire flotter dans l'atmosphère comme un morceau de liège sur l'eau.

Ainsi, solides, liquides et gaz, telles sont les trois formes sous lesquelles s'offre à nous la matière. Mais il est une remarque importante à faire : c'est qu'aucun de ces trois états n'est propre à tel ou tel corps en particulier, mais que tous les corps, au contraire, peuvent passer par ces trois états. Le fer se présente ordinairement à nos yeux sous l'aspect solide ; mais chauffez-le suffisamment, il deviendra liquide. L'air est un gaz permanent qui n'a pu, certes, être solidifié ; mais il ne paraît pas douteux que les autres gaz dont il est composé, comprimés ou refroidis à un certain degré, ne puissent être liquéfiés. L'eau surtout offre un exemple frappant de l'aptitude de la matière à passer par les trois formes : liquide à l'état le plus ordinaire, elle se solidifie en glace à un certain degré de froid, et devient gaz ou vapeur sous une chaleur déterminée. A l'état de vapeur elle occupe 1,400 fois plus d'espace qu'à l'état liquide.

Tu peux maintenant deviner quelle est la cause capitale de ces changements d'état des corps, ou en d'autres termes, de ces modifications dans les attractions moléculaires : c'est la *chaleur*. Mais

avant de te dire ce que la science entend par ce mot, il faut que je m'arrête à un dernier phénomène relatif aux corps pondérables dont je viens de faire une courte revue : c'est le *son*.

Lorsqu'un corps matériel est, d'une certaine manière, frappé ou comprimé par un autre, l'équilibre de ses molécules est troublé, il entre en *vibration* ; ces vibrations se communiquent au milieu environnant, et l'impression qu'en ressent l'organe de l'ouïe mis en contact avec celui-ci, c'est le son, un bruit s'est produit comme on dit. L'air atmosphérique est tout à la fois l'intermédiaire ordinaire entre nous et les corps sonores, et le producteur du son dans les instruments à vent qui vibrent par son impulsion, ou dans la voix humaine, ou encore lorsqu'un bruit extérieur fait résonner les vitres d'un appartement. Plus l'air est rare, moins nous entendons : il n'y a pas de son dans le vide ; plus il est dense au contraire, plus aussi le son est sensible. Dans les régions polaires où, par suite du froid excessif, l'air est beaucoup plus dense que dans nos climats, deux hommes, dit-on, peuvent converser à une demi-lieue de distance.

Tous les corps, du reste, peuvent entrer en vibration, même les liquides. Ainsi le son d'une

cloche plongée et écoutée dans l'eau est entendu distinctement; il est net et bref, sans retentissement prolongé comme lorsqu'il se produit dans l'air, ou même lorsqu'il y est simplement entendu. Mais si tous les corps vibrent, ils ne transmettent pas le son avec la même vitesse; il a été reconnu que dans l'air le son parcourt 330 à 340 mètres par seconde, tandis que dans l'eau sa vitesse est de 4,435 mètres, et dans les bois et métaux d'une lieue et plus. Il décroît dans l'air ambiant en raison inverse du carré de la distance; s'il est circonscrit dans un tuyau d'envoi, il se porte au contraire très-loin sans perdre de son intensité.

Le son, en outre, *se réfléchit*, c'est-à-dire qu'il revient sur lui-même lorsqu'il rencontre une surface de nature à renvoyer les vibrations de l'air. De là la résonance de certains objets, de certains appartements bien disposés à cet effet; de là encore l'*écho* ou répétition du son, autre effet à distance de la réflexion.

Je parle de vibrations; c'est par leur nombre et leur amplitude, c'est par la nature du corps vibrant, que l'on peut expliquer les divers genres de sons qui se produisent. L'amplitude des vibrations d'abord détermine l'*intensité*, la force du son; de leur nombre et de leur rapidité en dé-

pend le *ton* plus grave ou plus aigu. Des expériences sur une corde tendue, dans un instrument de musique par exemple, prouvent que les vibrations ou oscillations sont d'autant plus nombreuses, et par conséquent que le son est d'autant plus aigu, que la corde est plus mince, ou plus tendue, ou plus courte. On a trouvé notamment, quant à la longueur, que si l'on fait vibrer une corde entière, puis sa moitié, le nombre des vibrations dans le second cas est doublé, et l'on dit de ces deux sons que l'un est à l'*octave* de l'autre. Dans leur intervalle s'intercalent les six autres sons qui complètent une *gamme* en musique, et qui correspondent chacun à un plus ou moins grand nombre de vibrations. 880 vibrations par seconde, paraît-il, forment le *la* du diapason musical, et l'on fixe à 32 celles du son le plus grave qui puisse être entendu.

On a découvert, en outre, qu'un même corps vibrait par parties séparées; les surfaces séparatoires sont en repos et ont reçu le nom de *lignes nodales*. Si l'on répand du sable fin sur une surface vibrante, on le voit se réunir sur ces lignes nodales et former des figures variées.

L'on a de là conclu à la coexistence de plusieurs sons dans un seul; d'où les sons harmoniques

d'une note, etc., etc. Mais je ne puis m'engager dans une théorie transcendante de l'art musical. Tu sais, au surplus, combien cet art a de pouvoir sur notre âme. Il n'y a, certes, aucun genre d'impressions qui plus que celles perçues par le sens de l'ouïe aient, dans certains cas, le don de nous émouvoir. Qu'est-ce donc qui forme le trait d'union entre ces sensations et les sentiments qu'elles éveillent? Quel est le secret du son d'une cloche lointaine, d'une mélodie, d'une suite d'accords harmonieux, et de leur empire sur l'âme humaine?..... L'oreille, on sait cela du moins, est un instrument admirablement propre à les percevoir; je ne te dirai pas ici combien il est ingénieux et compliqué; je me rappelle que j'ai prononcé le mot de *chaleur* et j'ai hâte d'y revenir pour te montrer le rôle que joue la chaleur dans le monde physique.

La chaleur, ou, comme disent les physiciens, le *calorique*, c'est la force antagoniste de l'attraction, c'est une force expansive, répulsive. Il y a un perpétuel combat entre ces deux forces dans le monde physique. Dans l'état solide de la matière, l'attraction moléculaire est supérieure à la force expansive du calorique; dans l'état liquide, on peut considérer les deux forces comme étant en équi-

libre; et dans les gaz, c'est la puissance répulsive du calorique qui l'emporte.

Mais qu'est-ce que le calorique?— C'est quelque chose qui n'est connu que par ses effets et la sensation toute particulière qu'il nous fait éprouver. Lorsque tu te chauffes près d'un bon feu en hiver, tu ne vois qu'un foyer qui flambe à un mètre de toi; par quel moyen agit-il à cette distance? Rien dans l'intervalle que de l'air échauffé; aucun élément de plus; un fluide impondérable, dit-on, comme quelque chose d'immatériel..... Dans le fait, la chaleur n'est que la manifestation d'une force inconnue. Il est vrai qu'on a tenté de l'expliquer dans plusieurs hypothèses; mais rien n'a été suffisamment prouvé. La liaison remarquable de ce phénomène avec d'autres me permettra de revenir sur cette question; je ne veux pour le moment que te dire un mot de ce qu'on sait sur le mode d'action de cette force.

D'abord tu n'ignores pas qu'il y a plusieurs sources de chaleur. La grande source, sans contredit, est le soleil, qui fait les saisons et les climats. La percussion, le frottement, en est une autre : frappez ou frottez violemment un corps solide, il en sortira de la chaleur; un habile et vigoureux forgeron peut faire rougir ainsi une barre

de fer ; l'air fortement comprimé s'échauffe. Vient ensuite les combinaisons et les actions chimiques dont la *combustion* est un résultat : un feu a pour point de départ le frottement d'une allumette chimique, qui, enflammée, fait passer au même état d'autres combustibles qui se consomment *chimiquement* en développant de la chaleur. Tu me comprendras mieux plus tard.

Voilà, certes, un phénomène qui a des causes bien diverses. Mais quelles que soient les causes, le résultat est le même. Toujours et partout, en effet, le calorique écartera les particules matérielles unies par l'attraction, c'est sa grande propriété, je l'ai dit. Dans cette opération, par exemple dans la liquéfaction des solides ou la vaporisation des liquides, la chaleur environnante est absorbée et il se produit du refroidissement au dehors en plusieurs cas. Ainsi de l'éther produit en s'évaporant dans le vide un froid capable de glacer l'eau instantanément. Au contraire, les gaz en se condensant en liquides, ou ceux-ci en se solidifiant, mettent une certaine quantité de chaleur en liberté qui se fait sentir extérieurement.

Lorsque la chaleur n'est pas assez forte pour produire des changements d'état dans les corps, elle les modifie au moins en les *dilatant*, c'est-à-

dire en augmentant plus ou moins leur volume : une barre de métal s'allonge, le liquide d'un vase plein déborde si on le chauffe, un ballon rempli d'air froid se gonfle si on l'expose au feu. Il est, du reste, des cas qui font exception; l'on voit aussi des substances qui augmentent de volume même en refroidissant, et l'on connaît, par exemple, la puissance énorme de la dilatation de la glace.

C'est sur cette donnée générale de dilatation des corps par la chaleur qu'est fondé le *thermomètre*, ce petit instrument pour mesurer les températures : dans un tube rempli de mercure ou d'alcool, le liquide monte ou descend d'un certain nombre de degrés, d'après le plus ou moins de chaleur qu'il éprouve; *cent degrés* dans un thermomètre centigrade correspond à la température de l'eau bouillante, et *zéro* est le point de congélation. L'on sait par le moyen de cet instrument : 1° que l'eau reste à cent degrés pendant tout le temps de sa vaporisation, et à zéro degré tout le temps de sa congélation; que la température d'aucun corps, en d'autres termes, ne varie en changeant d'état; 2° que, d'après les corps, ce changement s'opère à différentes températures : la cire fond à 68°, le fer à 1,500°; tandis que l'eau bout et se vaporise à 100°, il n'en faut que 78 environ à l'alcool, et

350 sont nécessaires au mercure ; tandis qu'elle gèle à zéro, l'huile d'olive ne passe à cet état qu'à 6° et le mercure qu'à 39° au-dessous de zéro.

Il a été prouvé que pour élever d'un même nombre de degrés thermométriques des poids égaux de différentes substances, il fallait une dépense de quantités inégales de calorique : ainsi la chaleur nécessaire pour élever un kilogramme d'eau à 3° est suffisante pour élever un même poids de mercure à 100°. Tu vois donc que les divers corps absorbent des quantités de chaleur bien différentes entre elles, ce qui paraît dépendre de l'état d'agrégation de la matière ; tous encore ne se laissent pas également pénétrer par le calorique, dont ils sont chacun plus ou moins bons *conducteurs*.

Mais si les effets sont divers suivant les corps, le mode d'action de la chaleur ne varie pas. Elle se propage de deux manières, au contact des corps ou à distance par *rayonnement*.

A distance, le calorique se communique instantanément à travers l'air ou le vide sous forme de rayons. On a trouvé que son action est inverse du carré de la distance du point de rayonnement, c'est-à-dire que si cette distance est triple, par

exemple, l'effet est neuf fois moindre. On sait en outre 1° que toutes les surfaces ne rayonnent pas également bien le calorique ; ainsi un corps dont la surface est *terne* émet plus de chaleur que si sa surface était *brillante* : un vase de métal bien écuré conservera la chaleur de l'eau qu'il contient plus longtemps que s'il était noirci par la fumée ; 2° que les corps qui *rayonnent* le mieux le calorique, sont aussi ceux qui l'*absorbent* avec le plus de facilité ; 3° que toute la chaleur qui n'est pas absorbée par un corps est *réfléchie*, c'est-à-dire est repoussée et rejaillit au contact de sa surface ; 4° enfin qu'il est certains corps, comme le cristal de roche, qui se laissent instantanément traverser par la chaleur sans s'échauffer.

Il est à remarquer que la réflexion du calorique et cette facile pénétration à travers certaines substances qui ne l'arrêtent pas, sont des propriétés communes avec un autre fluide qui lui touche de près, la *lumière*. Mais avant de te parler de la lumière, il faut que je te dise encore un mot du rôle de la chaleur dans les phénomènes atmosphériques, qui sont pour nous d'un si grand intérêt.

Pluie, neige, serein, rosée, brouillards, nuages, enfin la plupart des phénomènes qu'on appelle *météorologiques*, sont dus à des variations de cha-

leur ou dans la température de l'air atmosphérique. C'est à l'influence de la chaleur solaire sur l'enveloppe aérienne que nous sommes donc toujours redevables de ce beau ou de ce mauvais temps qui nous réjouit ou qui nous chagrine. Voici comment.

Il y a toujours dans l'air une certaine quantité de vapeur qui varie; en général, plus en été qu'en hiver, plus en temps chaud qu'en temps froid, plus vers l'équateur que vers les pôles. C'est là un effet de la chaleur, qui fait passer l'eau à cet état, et, d'autre part, augmente la capacité de l'atmosphère pour ces vapeurs. Lorsqu'ainsi l'air atteint un certain degré d'humidité, ou lorsque, par une cause quelconque, la température baisse, cette eau revient de l'état de vapeur à celui de liquide, en passant le plus souvent par la forme intermédiaire des *brouillards* et des *nuages*.

Ces nuages qui flottent sur nos têtes sous tant de formes et d'aspects, à diverses hauteurs, et en moyenne à un millier de mètres au-dessus du sol, sont de la même nature que les brouillards qui se forment à sa surface. Ce sont des amas de vapeurs condensées en petits *vésicules* plus légers que les couches d'air dans lesquelles ils surnagent. Lorsque ces vésicules subissent un degré de condensation

de plus, ils forment des gouttes d'eau qui tombent sur le sol par leur propre poids : c'est la *pluie* ; et si l'atmosphère est assez privée de calorique, ces gouttes se congèlent en *grêlons* ou en légers *flocons de neige*.

La pluie, cet accident qui sans doute dérange un peu nos convenances de promeneurs frivoles, mais non pas toujours celles du cultivateur et du monde positif, la pluie est le phénomène météorologique qui nous intéresse le plus. Il ne se produit uniformément ni sous toutes les latitudes, ni dans toutes les saisons : toutes choses égales d'ailleurs, il pleut davantage dans le voisinage des mers ; dans les régions chaudes encore, vers les tropiques, il tombe quatre et cinq fois plus d'eau que dans les pays froids ou tempérés, bien que le nombre des jours de pluie y soit moindre de moitié environ ; mais quelles averses que celles des contrées tropicales ! Quant aux saisons, c'est tantôt l'une, tantôt l'autre qui donne le plus de pluie suivant les pays.

La présence des vapeurs d'eau dans l'atmosphère se révèle par une autre circonstance. Pendant les nuits calmes et sereines, les corps en plein air, et particulièrement les plantes, se couvrent de petites gouttelettes qui s'évaporent au soleil du

lendemain : c'est la *rosée* ; c'est, en d'autres termes, l'humidité de l'air qui se précipite ou se convertit en eau au contact d'objets plus froids et de nature à perdre plus tôt leur calorique. Ne voyons-nous pas un fait identique lorsqu'en hiver l'air échauffé de nos appartements va déposer ses vapeurs sur les vitres refroidies ?

Des variations et des contrastes dans la température dépendent ainsi la plupart des phénomènes atmosphériques.

A la même origine encore se rattachent les *vents*, ces agitations de l'air, ce trouble dans son équilibre. Par un effet de la chaleur, l'air acquiert des densités inégales dans l'espace, ou bien les vapeurs qu'il contient changent d'état et par là occasionnent des vides ; c'en est assez pour y provoquer des révolutions, des tourmentes plus ou moins violentes. Outre les vents irréguliers, il y en a qui soufflent invariablement dans une direction déterminée ; tels sont ceux qu'on appelle *vents alizés*, dans la zone torride, aux deux côtés de l'équateur, et de l'est à l'ouest. On a encore reconnu un mouvement général entre l'équateur et les pôles ; la différence des températures dans ces régions engendre deux courants opposés, l'un supérieur, l'autre rasant la surface du globe ; c'est de la lutte

de ces deux courants que dépendent, paraît-il, les principaux changements atmosphériques.

Les vents, en effet, résultats de variations dans la chaleur de l'atmosphère, y produisent eux-mêmes des perturbations d'où dépendent très-souvent les temps secs ou pluvieux. Ainsi qu'un courant chargé d'humidité parce qu'il vient de la mer, que le vent du sud-ouest, par exemple, passe sur nos contrées occidentales, il y détermine fréquemment la pluie; au contraire, les vents du nord-est, qui traversent les continents, apportent des jours secs sous nos latitudes.

La science de la météorologie fait de grands progrès de nos jours. Permettra-t-elle jamais aux gens qui s'en occupent de prédire le temps avec un peu plus de certitude que ne l'a fait jusqu'ici notre antique Mathieu Laensberg? Voilà ce qu'on ne peut assurer. Les causes qui influent sur l'état de l'atmosphère sont si compliquées qu'il est difficile de démêler la vérité. « La confusion des apparences en météorologie, prétend même Al. de Humboldt, nous ôte l'espérance de parvenir jamais à prévoir, autrement que dans des limites fort restreintes, les changements de l'atmosphère. »

Mais il est temps de quitter cette matière pour en revenir à cet autre phénomène du monde

physique dont j'ai tantôt prononcé le nom, la lumière.

La chaleur et la lumière, t'ai-je dit déjà, sont deux phénomènes qui ont de nombreux points de contact. L'un accompagne habituellement l'autre et ils partent des mêmes sources. Le soleil qui est pour la terre le grand foyer de chaleur, en est aussi le grand foyer de lumière. Les frottements, les chocs, produisent également les deux phénomènes : l'étincelle d'un briquet forme un foyer de combustion. Et la combustion, soit qu'elle ait cette étincelle ou quelque autre chose pour cause, n'est-ce pas pour nous ce qui supplée au soleil qui chauffe et éclaire, ce qui nous rend chers nos calorifères et nos lampes ?

Il n'est que quelques cas où la lumière se produit sans chaleur. Ainsi les corps phosphorescents, certains animaux, des matières en putréfaction, répandent de la clarté sans échauffement sensible. On est parvenu, d'autre part, par une expérience curieuse et à l'aide de certaines substances transparentes, à priver de chaleur la lumière d'un rayon solaire. Mais tout cela ne prouve rien contre l'intimité de rapports qui existe entre ces deux phénomènes, qui ne sont, paraît-il, que les effets divers d'un même agent.

La lumière n'est que la manifestation de quelque chose d'inconnu. Ce n'est pas un corps, à proprement parler ; rien de pesant, ni d'impénétrable ; c'est ce qui fait que nous voyons, le sens de la vue seul en est affecté, comme le sens de l'ouïe seul est frappé par le son. Sans elle, tout est confondu dans les ténèbres ; elle paraît, *fiat lux*, et les corps prennent leurs contours dans l'espace, elle les crée en quelque sorte, ils existent alors pour nous, et l'on pourrait presque dire que nos yeux seuls le savent.

Expliquer comment nous voyons par l'intermédiaire de ce qu'on appelle à tort ou à raison le *fluide lumineux*, c'est dire comment la lumière, cette joie du monde, se comporte autour de nous ; voici la chose en peu de mots.

D'un foyer lumineux quelconque, du soleil ou d'une bougie, partent en tous sens et en ligne droite des rayons qui pénètrent à travers certains corps, tels que les gaz, la plupart des liquides et quelques substances transparentes comme le verre, et qui sont réfléchis dans l'espace par d'autres corps, ce qui est le cas de la plupart des solides. La propagation de ces rayons paraît instantanée ; on a trouvé que la lumière parcourt l'immense étendue de 70,000 lieues en une seconde. Son

intensité est, comme celle de chaleur, inverse du carré de la distance.

Ce sont les rayons réfléchis par les corps éclairés qui font que ceux-ci deviennent visibles pour nous. La lumière réfléchie par une surface l'éclaire d'autant moins que le rayon lui arrive plus obliquement. Celui-ci est rejeté dans l'espace en formant un angle plus ou moins ouvert suivant son plus ou moins d'inclinaison. Les corps opaques très-polis réfléchissent parfaitement la lumière; ainsi une glace me renvoie tous les rayons qui partent de ma face éclairée; c'est pourquoi je vois mon image y apparaître distinctement, et à la même distance en arrière de la glace que ma personne est en avant.

Tu vois, me diras-tu; mais comment tous ces rayons, réfléchis ou non, te donnent-ils la vue des choses? — Observe d'abord que cela est plutôt un phénomène de l'organisation animale qu'un effet purement physique dont j'aie à m'occuper ici. Je te dirai simplement que les rayons lumineux pénètrent à travers la petite ouverture qui se peint en noir au milieu de l'œil et que nous appelons *pupille*; qu'ils portent l'image des objets sur la membrane qui en tapisse le fond, et que là cette image est mise en contact avec le *nerf optique*

qui donne la perception. L'intersection exacte au point de vision du faisceau de rayons qui entrent par la pupille, produit seule des images nettes, c'est la vue distincte, et elle a lieu à une distance moyenne de trente centimètres de l'objet; nos yeux distinguent sans doute à une plus grande distance, mais moins parfaitement.

Il resterait beaucoup à dire sur l'article de la vision, il faut s'adresser aux traités spéciaux sur la matière. L'œil est un instrument d'optique admirable; les physiologistes t'en donneront la description. Mais je dois te parler d'une de ses fonctions, parce qu'elle nous révèle une particularité de la lumière.

Pour qu'il y ait intersection sur la *rétiline*, ou nerf optique, des rayons qui entrent par la pupille, il faut que l'œil les fasse dévier de la ligne droite en les rapprochant. C'est ce qui se fait par l'interposition de certaines substances transparentes du globe oculaire que ces rayons doivent préalablement traverser; là, ils se brisent ou, comme dit la science, *se réfractent*, pour opérer ce rapprochement.

Chaque fois, en effet, que la lumière pénètre obliquement dans un milieu diaphane, elle éprouve une déviation, la direction du rayon change. Un

objet qui est dans une eau claire ne se trouve pas réellement où vous le voyez, car le rayon qui vous apporte son image se brise en sortant du liquide et trompe vos yeux ; c'est là l'effet de la *réfraction*. Cet effet n'est pas le même pour toutes les substances réfringentes, c'est-à-dire que les divers corps transparents réfractent plus ou moins la lumière et suivant des lois connues. L'on s'est fort habilement servi de cette propriété pour corriger ou fortifier le sens de la vue, au moyen de morceaux de verre qui manient de toutes manières le rayon lumineux ; tel est l'objet des lunettes diverses, dont je n'ai pas à t'expliquer ici le mécanisme.

Je ne te dirai rien non plus de la *double réfraction*, ou propriété qu'ont plusieurs substances cristallisées diaphanes de diviser le rayon lumineux et d'offrir une double image de l'objet qu'on voit à travers ; ni encore des mystères de la *polarisation* ; mais voici un autre effet bien remarquable de la réfraction dont il faut que je te parle, c'est la *décomposition* ou dispersion de la lumière.

Un faisceau de rayons solaires introduits par une petite ouverture circulaire du volet d'une chambre obscure, et à travers un *prisme* ou verre de certaines forme et épaisseur, projette, sur une

feuille de papier blanc par exemple, et sous le nom de *spectre solaire*, une image oblongue et brillamment marquée des couleurs suivantes, placées dans un ordre constant : au sommet le rouge, puis l'orangé, le jaune, le vert, le bleu, l'indigo et le violet en bas. Si l'on considère les tons décroissants de l'une à l'autre de ces couleurs, on peut dire que toutes les nuances imaginables y sont, le noir et le blanc exceptés. A cette description tu songes sans doute à l'arc-en-ciel, cette immense expérience de réfraction.

Le phénomène du spectre solaire nous prouve une chose : c'est qu'un rayon blanc de lumière est un composé de rayons rouge, orangé, jaune, vert, bleu, indigo et violet; qu'il se divise en ces sept rayons élémentaires et indivisibles, parce que la réfraction agit différemment sur chacun d'eux, et les fait plus ou moins dévier de la direction première, le violet beaucoup, le rouge moins. On a induit de là encore que les diverses nuances sous lesquelles nous apparaissent les objets viennent de ce que leur surface est de nature à réfléchir certains de ces rayons et à éteindre les autres : la neige est blanche, parce qu'elle réfléchit totalement la lumière qui est naturellement blanche; le sang est rouge, parce qu'il ne réfléchit que les rayons

rouges, le feuillage est vert, parce qu'il ne réfléchit que les rayons verts; le charbon est noir, parce qu'il éteint tous les rayons; le noir est l'absence de lumière et la couleur des ténèbres. Telle est donc l'origine de la coloration des objets matériels : une modification de la lumière à leur contact et la sensation que nous en recevons.

On a trouvé en outre relativement aux rayons élémentaires de la lumière solaire 1° qu'il existait entre eux une inégalité d'éclat et de température; le maximum est vers les rayons rouge et orangé; 2° que la superposition artificielle de deux rayons qui ne sont séparés que par un troisième dans leur ordre naturel, donne ce troisième ou la couleur intermédiaire; ainsi le mélange du bleu et du jaune donne le vert; 3° que la lumière blanche se recompose avec toutes les autres; 4° que des lames minces, sans l'être trop, de différentes substances ont la propriété de décomposer la lumière; rappelle-toi les brillantes couleurs d'une bulle de savon.

La lumière, qui a beaucoup été étudiée par les savants, leur a offert plusieurs effets intéressants de coloration et autres. L'observation de la réflexion et de la réfraction a fait reconnaître encore

qu'elle pouvait donner d'utiles renseignements sur la composition élémentaire de diverses substances. Il y a plus, on a trouvé récemment que la lumière fournissait au chimiste un moyen d'analyse d'une grande délicatesse, et voici comment. L'examen du spectre provenant d'une lumière artificielle quelconque, révèle la présence, au foyer de cette lumière ou simplement dans l'atmosphère, des moindres quantités de matière élémentaire; à chaque corps simple, en effet, correspondent des raies de couleurs et de positions diverses que l'on distingue parfaitement avec des instruments optiques grossissants; ainsi l'expérience a prouvé que dans un air qui ne contiendrait qu'un vingt-millionième de son poids de sodium, ce métal s'annoncerait dans le spectre par la raie jaune qui lui est caractéristique; n'est-ce pas là une chose bien curieuse?

Enfin la lumière a sur l'état des corps matériels une influence marquée. Ainsi la matière verte des végétaux se forme sous l'action de la lumière, qui exerce en outre sur eux une attraction visible; mais, circonstance remarquable, ces effets s'opèrent au moyen des rayons violet, indigo et bleu uniquement, tandis que les rayons rouge et jaune, paraît-il, n'ont pas ce pouvoir. Ainsi encore plu-

sieurs substances subissent des modifications, se forment ou se détruisent sous cette action de la lumière; la lumière peint, par exemple; c'est à la lumière que tu dois l'empreinte de tous ces visages amis que contient ton album.

Des gens ont conclu de là que les phénomènes lumineux et les phénomènes chimiques observés dans la composition et la décomposition des corps, sont dus à un même agent diversement excité. Plusieurs circonstances rendent la chose vraisemblable. Tu sais déjà qu'entre la lumière et la chaleur, il existe aussi une parenté non douteuse. Eh bien, la lumière semble offrir une certaine communauté d'origine avec une dernière classe de phénomènes curieux dont j'ai à t'entretenir, ceux de *l'électricité*.

L'électricité, voilà encore le nom d'une chose qui ne nous est connue que par ses effets, effets étranges, nombreux, quoique peu connus du vulgaire, et auxquels il n'est pas familiarisé comme lorsqu'il s'agit de chaleur ou de lumière. Est-ce parce qu'ils se produisent d'une manière plus occulte, que ces phénomènes, bien qu'entrevenus même par les anciens, n'ont été étudiés que par les modernes, et constituent comme une nouvelle branche des sciences physiques? On peut le pen-

ser ; quoi qu'il en soit, voici en résumé ce qu'on sait.

Si l'on frotte certaines substances les unes contre les autres, si l'on frotte avec une étoffe de laine, par exemple, un morceau de verre, ou d'ambre jaune, ou un corps résineux quelconque, le verre, l'ambre, la résine, acquièrent des propriétés singulières, telles que celles d'attirer à eux des objets légers, de donner des étincelles lorsqu'on en approche la main, de paraître lumineux dans l'obscurité ; c'est que de l'électricité s'est développée dans ces corps. Une petite boule de moelle de sureau suspendue à un fil de soie subit l'attraction d'un corps électrisé qu'on lui présente malgré l'interposition d'une substance quelconque ; mais la petite boule l'a-t-elle touché, aussitôt elle est repoussée, et si alors on en approche certains autres corps également électrisés, elle se portera vers eux avec énergie. Voilà, tu l'avoueras, d'étranges caprices.

Ces propriétés une fois acquises à un corps, se transmettent aux autres par contact ou même par influence à distance. Beaucoup d'autres causes que le frottement sont encore propres à les développer, mais surtout la chaleur et les actions chimiques. L'on s'est en outre assuré que par le frottement

ou autrement tous les corps pouvaient s'électriser, mais que tous ne retenaient pas l'électricité ; un morceau de métal, par exemple, ne donnera aucun des signes reconnus, parce que, aussitôt la qualité acquise, il la perdra. De là deux classes que forment les corps matériels relativement au phénomène de l'électricité : ceux qui la retiennent, et appelés *corps mauvais conducteurs*, tels sont le verre, la résine, le soufre, la soie, les combustibles en général ; et ceux qui la laissent perdre ou les *corps bons conducteurs*, comme les métaux, l'eau et presque tous les liquides.

Ce nom de bons conducteurs a été donné à ces derniers corps parce qu'ils transmettent instantanément aux matières avec lesquelles ils sont en communication l'électricité que les mauvais conducteurs retiennent en eux ou ne communiquent qu'en partie ; il suffit pour cela qu'ils correspondent avec le sol, qui est le réservoir commun. Mais si on parvient à les *isoler* du sol, si, par exemple, on donne pour supports à un cylindre de métal des pieds de verre, qui sont mauvais conducteurs, et qu'on électrise ce cylindre d'une manière quelconque, l'électricité s'y accumule sans pouvoir s'échapper, retenue à la surface par l'air atmosphérique qui est aussi mauvais con-

ducteur. Approchez alors votre main de ce corps isolé et électrisé, et de bruyantes étincelles se produiront avec bruit ; si vous le touchez, et faites ainsi cesser l'*isolement*, il vous communiquera instantanément toute l'électricité accumulée, et vous ressentirez une singulière commotion.

On a construit plusieurs instruments à diverses fins sur cette donnée de l'isolement des bons conducteurs, les uns appelés *machines électriques*, les autres portant des noms différents. Parmi eux est un célèbre appareil nommé la *bouteille de Leyde* ; les effets produits sur les animaux par la décharge de plusieurs de ces appareils réunis sont terribles, et la commotion peut tuer comme la foudre ; autre effet, les métaux les plus résistants à la chaleur sont fondus instantanément.

D'autres instruments où l'électricité sert de mesure à elle-même ont fait en outre reconnaître que le phénomène peut ne se produire que dans une portion seulement d'un corps mauvais conducteur ; que dans un corps bon conducteur, au contraire, l'électricité envahit toute la surface, mais qu'elle a une forte propension à se porter vers les parties saillantes ; ainsi, qu'un conducteur isolé soit muni d'une pointe, l'électricité s'en échappera à travers l'air par cette pointe sous

6.

forme lumineuse, et une aigrette ou un point brillant apparaîtra dans l'obscurité.

Des phénomènes analogues à ceux que je viens de décrire se produisent dans une autre circonstance remarquable : c'est lorsqu'on met en contact certaines substances hétérogènes, surtout des métaux différents ; il ne s'agit plus ici de frottement, mais d'un simple contact. Soudez ensemble une plaque de zinc et une plaque de cuivre, empilez les uns sur les autres plusieurs de ces couples en plaçant entre chacun une rondelle en drap humide ; faites ensuite communiquer ensemble par un fil de cuivre les plaques qui sont à chaque bout de l'ensemble, et il se manifestera de l'électricité. Telle est la *pile de Volta*, qui porte le nom de son inventeur italien, et dont l'histoire fit tant de bruit au commencement de ce siècle. Ses effets sont tout à fait ceux de l'électricité, sinon que le *courant* qui s'établit par la communication des *pôles* est continu, et qu'ici le phénomène résultant du contact est permanent. Ainsi il y a continuité d'étincelles produites par les conducteurs, l'action de ceux-ci sur les animaux n'est pas interrompue. Une expérience curieuse est celle de morceaux de charbon placés dans le courant de la pile : ils acquièrent un éclat tout

particulier, et que la vue peut à peine soutenir. Les résultats de cet appareil, ou d'appareils analogues, sont précieux dans les opérations chimiques; je te dirai plus tard comment. Enfin, il a été reconnu que ces effets sont d'autant plus grands que les disques de métal sont plus forts et plus nombreux.

Tels sont les faits. Qu'en faut-il conclure relativement à cet agent mystérieux qui porte le nom d'électricité? Voici ce qui paraît le plus fondé à cet égard.

Des effets opposés produits on a tiré la conséquence qu'il existait deux sortes d'électricités, l'une telle que la développe un morceau de verre frotté avec de la laine et appelée *fluide vitré* ou *positif*, l'autre telle qu'elle se montre dans la résine sous la même action et appelée *fluide résineux* ou *négatif*. C'est tantôt celle-ci, tantôt celle-là qui apparaît dans un corps; mais, en tout cas, il est certain, 1° que l'électricité du corps frottant est toujours contraire de celle du corps frotté; 2° que chargés d'électricités de même nature, les corps se repoussent, et qu'avec des électricités différentes, ils s'attirent; 3° enfin que la force de ces attractions et de ces répulsions est en raison inverse du carré de la distance.

On a conclu encore que, dans l'état *naturel* des corps, les deux électricités sont combinées et se neutralisent, d'où aucun signe de leur présence. Cet équilibre est troublé par diverses causes, comme le frottement, l'influence à distance, le contact de corps différents, et alors les deux fluides se séparent; ainsi, dans la pile voltaïque, le fluide positif se porte au pôle zinc et le fluide négatif au pôle cuivre. Lorsque cesse l'obstacle qui contrariait leur tendance plus ou moins grande à se recomposer, ou, lorsque cette tendance devient trop forte, l'acte s'accomplit avec accompagnement des effets connus.

Il est des corps singuliers qui, naturellement, sans excitation aucune, offrent plusieurs des phénomènes de l'électricité; ce sont les *aimants*. Les aimants sont des masses de fer oxydé que l'on trouve dans le sol. Ils ont entre autres la propriété d'exercer une attraction prononcée, même à travers d'autres substances, sur quelques métaux, mais surtout sur le fer. Ils en ont une plus particulière : un aimant librement suspendu tournera invariablement l'un de ses points vers le nord et l'autre vers le sud, plus ou moins; tel est le principe de la *boussole*, cet instrument dont tu n'ignores pas les services. Si, de plus, vous met-

tez en présence de l'aiguille de la boussole une autre aiguille également *aimantée*, vous remarquerez que les *pôles* dirigés du même côté se repoussent entre eux, et que ceux qui se tournent dans des sens opposés s'attirent; c'est exactement ce qui arrive pour les *électricité*s semblables et les *électricité*s contraires, et c'est d'après la même loi que se font ces attractions et ces répulsions.

L'aiguille d'une boussole n'est pourtant pas un aimant naturel; elle est faite en acier, mais cet acier a subi l'influence d'un aimant de cette espèce. L'acier, en effet, est au nombre des corps qui sous l'influence de l'aimant en acquièrent les propriétés. De plus, — différence avec le fer pur, — il garde ces propriétés lors même que l'influence cesse, et il devient *aimant artificiel*. Pour lui donner cet état, il y a certaines manières d'opérer. Mais une manière fort simple d'aimanter une barre de fer doux, c'est de la placer dans la direction que prend l'aiguille d'une boussole par rapport à la terre.

La terre agit donc sur certains corps comme aimant naturel, cela n'est pas douteux, mais elle agit à sa mode. Son action sur la boussole est diverse suivant les temps et les lieux. Suivant les

lieux, l'aiguille oscille dans la direction des pôles terrestres, tantôt plus à l'est, tantôt plus à l'ouest, d'où les variations dans la *déclinaison*; suivant les lieux encore, elle a souvent l'un de ses pôles qui plonge en dessous de la ligne horizontale, tandis que l'autre se relève, c'est tantôt l'un, tantôt l'autre; de là les changements dans l'*inclinaison*, qui, en général, croît de l'équateur aux pôles. On a trouvé des points sur le globe formant, paraît-il, deux lignes irrégulières, où la déclinaison est nulle; d'autres, tous dans le voisinage de l'équateur terrestre, où c'est l'inclinaison qui manque. En outre, l'effet sur l'aiguille aimantée est plus intense dans un lieu que dans un autre; plus vers les pôles, en général. Suivant les temps enfin, l'action de la terre comme aimant présente des variations périodiques qui ont été bien constatées.

On attribue cette action singulière de la terre à des courants électriques qui existent dans son intérieur, et, en général, tous les phénomènes qu'offrent les aimants ou le *magnétisme*, à la même cause que l'électricité. En effet, tout concourt à faire adopter cette opinion. Outre les analogies dans les effets que je viens d'indiquer, il a été prouvé à l'appui de cette thèse : 1° que le cou-

rant d'une pile électrique agit sensiblement sur l'aiguille aimantée, et que la position de celle-ci varie avec les côtés du conducteur ; 2° qu'un morceau de fer se trouve aimanté par le passage d'un courant électrique ; 3° et qu'à leur tour les aimants influent sur les courants. Un aimant naturel, c'est un minerai de fer qu'ont traversé des courants électriques souterrains, voilà ce qu'on croit.

Ainsi donc, électricité, galvanisme, magnétisme, offrent un ensemble de phénomènes qui paraissent tous dépendre d'une même cause.

Cette cause se montre encore agissante au sein de l'atmosphère terrestre pour produire un autre phénomène bien connu : l'électricité, c'est la *foudre*. Cette vérité apparut avec la découverte des appareils propres à accumuler l'électricité, il y a un siècle ou deux, et lorsque l'on put juger de l'analogie de leurs effets avec ceux de la foudre. Depuis, le célèbre Franklin a soutiré la foudre des nuages sous forme d'électricité. La foudre, en effet, c'est le rétablissement d'un équilibre électrique troublé, c'est la réunion subite de deux électricités contraires, soit entre deux nuages, soit entre un nuage et le sol ; l'*éclair*, c'est l'étincelle qui accompagne cet acte, comme dans

la décharge d'une pile ; le *tonnerre*, c'est le bruit terrible que fait l'explosion.

La foudre s'explique par une certaine quantité d'électricité positive ou vitrée reconnue dans l'atmosphère, et d'autant plus grande que l'on s'élève plus haut ; électricité dont la force varie avec les jours et les saisons, et principalement due, paraît-il, à l'évaporation de l'eau. Or, les nuages orageux sont ainsi faits qu'ils absorbent cette électricité, s'en chargent, et décomposent par influence celle qui est à l'état naturel, soit dans les parties rapprochées du sol, soit dans les nuages voisins. Lorsque la tension entre les fluides contraires devient trop forte, alors, je l'ai dit, la foudre éclate. Il a été reconnu que les averses qui suivent ou accompagnent ces explosions sont aussi l'effet de la présence de l'électricité.

Tu n'es pas sans avoir entendu parler de ces autres phénomènes atmosphériques étranges auxquels on a donné le nom d'*auroras boréales* ; peut-être même as-tu vu de ces magnifiques et fugitives illuminations de certains points du ciel, dont le spectacle nous est rarement donné, à nous, habitants des régions moyennes du globe, mais qui sont si communes dans les régions polaires. Eh bien, l'électricité, paraît-il, révèle encore ici

sa présence ; de même que pendant les orages, les aiguilles aimantées et autres instruments électriques éprouvent des perturbations marquées pendant les aurores boréales. La production de la lumière polaire, selon Al. de Humboldt, est l'acte par lequel se rétablit un équilibre électro-magnétique momentanément troublé dans l'intérieur du sol.

J'aurais fort à faire de te relater toutes les circonstances où l'électricité révèle sa présence ; tu sauras que cet agent mystérieux exerce partout son influence dans la nature ; on peut dire qu'il n'y a aucune modification de la matière sans production d'électricité, soit *par tension*, soit *par courant*. Cette force apparaît même dans les fonctions de la vie chez les animaux ; j'en reparlerai en temps et lieu. On l'a utilisée de diverses manières dans les arts et dans l'industrie ; on a surtout tiré un merveilleux parti de l'extrême rapidité du fluide électrique, qui est de cent quinze mille lieues par seconde, dans ces télégraphes fameux qui remplissent aujourd'hui le monde de leurs faits.

« Comme tous les phénomènes de la nature, dit Al. de Humboldt dans son Cosmos, tous les changements de la matière terrestre sont liés aux

variations de la chaleur, de la lumière et de l'électricité statique ou dynamique. » J'ai déjà dit qu'il existait d'étroits rapports entre ces trois choses : électricité, lumière et chaleur. Nous avons vu que la lumière accompagne très-souvent l'électricité; la chaleur, d'autre part, est une des sources de celle-ci; il est, par exemple, des pierres qui, chauffées, offrent des phénomènes électriques, telle est la *tourmaline*; sur les métaux aussi, dans certaines circonstances, la chaleur produit cet effet et il s'établit des courants. « La science de l'électricité est tellement étendue, dit à son tour un savant français, qu'elle envahit toutes les autres parties de la physique... La chaleur et l'électricité se suivent et se transforment l'une dans l'autre lors de leur passage à travers les substances pondérables; l'électricité est une source lumineuse tellement active, que c'est la seule peut-être qui puisse imiter à la surface de la terre l'éclat du soleil ¹. »

Ainsi ces trois ordres de phénomènes qui viennent de passer sous tes yeux, phénomènes de calorique, phénomènes lumineux, phénomènes électriques, ont entre eux de tels rapports qu'ils

¹ Bouchardat, Physique.

semblent n'être que les manifestations diverses d'une force unique et inconnue. Qu'est-ce que cette force mystérieuse qui ne se laisse saisir que par ses effets? Pour l'expliquer, on a bâti beaucoup d'hypothèses; il y en a une qui paraît le mieux s'accorder avec les faits, et vers laquelle penchent les savants de nos jours. Suivant cette hypothèse, ces effets différents seraient dus à certaines *vibrations* des molécules de la matière, transmises et rendues sensibles pour nous par un fluide impondérable répandu partout, et auquel on a donné le nom d'*éther*; d'une manière analogue, le son est produit par les vibrations de l'air et des corps pondérables. Plus les vibrations sont fortes, plus les effets sont intenses. Ce système a particulièrement servi à l'explication des effets lumineux : les corps lumineux auraient toutes leurs molécules en vibration, et donneraient ainsi lieu à des *ondulations* du fluide éthéré auxquelles nous devrions la sensation de la lumière; de la longueur de chaque ondulation, ou bien de la rapidité des vibrations, dépendraient les couleurs. Tu ignores peut-être qu'un rayon violet correspond à sept cent quatre-vingt mille milliards d'ondulations en une seconde !...

Cet éther, ces frémissements de la matière, les

phénomènes divers qui en sont les résultats, tout cela, sans doute, reste plein de mystères. Une autre force qui se trouve mêlée à celles que nous venons d'examiner vient cependant encore compliquer le problème : c'est l'*affinité*.

Te dire ce qu'on entend par affinité, c'est te parler des éléments des corps, c'est passer à cet autre ordre de considérations qui fait l'objet de la science qu'on appelle *chimie* ; les hommes distinguent par des noms différents les choses que la nature tient étroitement unies entre elles. Mais qu'est-ce que l'affinité, et qu'est-ce que les éléments ? C'est ce que je vais tâcher de te dire.

IV

LES ÉLÉMENTS.

Tu sais maintenant, mon cher Paul, dans quelles limites la science, par l'étude du jeu des forces qui s'agitent sur la terre, est parvenue à expliquer les grands phénomènes dont nous sommes les témoins, et qui ont lieu au sein de la matière. Mais la curiosité humaine ne s'est pas contentée de cela; on s'est demandé ce que c'est que cette matière, ce qu'il y a d'élémentaire sous ses apparences multiformes, quelle est la substance des corps et leur composition. Oui, l'ambition de l'esprit devait aller jusque-là; et il en est résulté la découverte d'un autre ordre de phénomènes, plus cachés à l'œil du vulgaire, mais non moins intéressants à étudier.

Il faut dire que ce n'est que récemment qu'on est parvenu à savoir là-dessus quelque chose de certain. Ce n'est pas que les anciens ne se fussent déjà prononcés à cet égard; l'eau, l'air, le feu, la

terre, ont été pour eux tour à tour les principes élémentaires et générateurs de toutes choses. Mais au temps des philosophes de la Grèce, la science, ainsi qu'un poëme, se faisait un peu d'imagination. Il a été prouvé depuis que l'eau, l'air, le feu, la terre, n'étaient rien moins que des corps simples ou élémentaires. Plus tard, au moyen âge, les alchimistes qui travaillaient à la transmutation des métaux et à la recherche de la pierre philosophale, ont été chimistes à peu près comme les astrologues ont été astronomes, mêlant le rêve à la réalité.

Eu égard aux grandes découvertes faites depuis un siècle, la chimie peut être considérée comme une science nouvelle, et le monde de faits qu'elle a pour objet comme un monde nouveau. Par la nature de ses observations, en effet, elle ne pouvait être qu'une science avancée et venir la dernière. Mais j'ai à te dire ce qu'elle nous apprend.

Il a été reconnu qu'il existait dans la nature des corps composant les autres, et qui sont eux-mêmes indécomposables; ce sont les *éléments* ou *corps simples*. Ces corps simples sont aujourd'hui au nombre de soixante-deux, — d'autres disent soixante-quatre, — découverts par divers et à diverses époques; aucun d'eux jusqu'à cette heure

n'a pu être décomposé; mais je dois ajouter que l'on ne peut affirmer qu'il n'en est pas dans le nombre qu'on sera un jour forcé de repousser comme éléments. Ces corps, qui forment tous les autres, s'offrent à nous, pour la plupart, sous l'aspect solide ou gazeux, bien qu'aucune forme ne leur soit essentielle. Mais presque jamais ils n'existent dans la nature qu'à l'état combiné, c'est-à-dire, mêlés entre eux; ce n'est guère que dans nos laboratoires, où l'on parvient à les séparer artificiellement, que se montrent à leur état de pureté native ces êtres mystérieux. Par quelle force et sous quelles lois se combinent-ils ainsi naturellement, voilà ce qu'il s'agit de savoir.

Les corps simples s'attirent entre eux suivant certaines préférences naturelles; et cette force d'attraction qui varie de l'un à l'autre, on l'a appelée *affinité*. Ces préférences qui existent entre les principes élémentaires rappellent l'amour et la haine qui, selon les anciens, animaient les atomes de la matière à la naissance des choses.

Je t'ai déjà parlé d'attraction, de l'attraction moléculaire notamment; celle-ci n'unit entre elles que des molécules de même nature; elle constitue la dureté du marbre, par exemple. Dans l'attraction des corps simples, au contraire, il s'agit

de molécules de natures diverses; il y a alors *élection* et préférences; un élément a plus d'attrait pour celui-ci que pour celui-là; c'est ce qui caractérise l'attraction chimique ou affinité. Deux corps se combinent ainsi et en forment un troisième qui ne ressemble à aucun des deux premiers; du plomb et du soufre, mis en présence sous certaines conditions, donnent lieu à un composé homogène qui n'est plus ni soufre ni plomb, mais où chacun d'eux se retrouve à égales proportions dans la moindre particule comme dans l'ensemble; ce n'est pas un mélange, c'est comme une pénétration; telle est l'action chimique.

Si tu demandes ce qui règle cette action, voici diverses remarques faites à ce sujet. L'affinité dépend d'abord des quantités relatives des corps qui se combinent, et se montre avec d'autant plus de force qu'il y a plus d'équilibre entre ces quantités. Ensuite elle est moins vive chez un corps déjà engagé dans une combinaison que chez un corps complètement libre. La cohésion, qui nuit à la liberté des molécules matérielles, le calorifique, qui les tient à distance en s'interposant entre elles, la pression, qui les rapproche dans les corps élastiques, enfin les différences de pesanteur spécifique, voilà encore toutes circonstances qui in-

fluent sur l'affinité pour lui nuire ou la favoriser.

Mais une force qui agit surtout ici, je l'ai déjà dit, c'est cet agent que nous connaissons et qui révèle partout sa présence, c'est l'électricité. Il a été prouvé que les phénomènes d'affinité étaient inséparables des phénomènes électriques, et que ceux-ci se manifestaient dans toute combinaison ou dans toute décomposition chimique, accompagnés des phénomènes de chaleur et de lumière qui les quittent rarement. De plus, un courant électrique révèle un pouvoir chimique très-prononcé; l'influence d'une pile produit ou détruit avec énergie les combinaisons entre les corps simples; et il a été observé que dans toute décomposition qui a lieu sous cette influence, l'un des éléments se dirige vers un pôle, l'autre vers le pôle contraire. Circonstances curieuses, sans doute. On en a conclu de nos jours au point de vue d'une théorie chimique ce qui suit : dans un corps composé, les éléments ne sont unis que par deux forces antagonistes qui se neutralisent; ces deux forces sont des électricités opposées, et lors de la combinaison, il y a eu du fluide naturel décomposé; l'on en est enfin arrivé à se dire que probablement les forces chimiques et les forces électriques sont identiques.

Quoi qu'il en soit, il est au moins certain que l'électricité joue un grand rôle dans la combinaison des éléments entre eux, et qu'elle est une des causes principales qui influent sur l'affinité.

C'est de ces influences que les chimistes savent tirer parti dans leurs laboratoires. Leur science consiste à décomposer et à recomposer les corps; ainsi ils usent de la chaleur et de l'électricité pour isoler leurs parties constituantes, les mettre en liberté, faire appel à leurs influences naturelles; ou bien ils cherchent à reconnaître simplement la présence et la nature de ces parties dans les composés au moyen d'autres corps appelés *réactifs*. Veux-tu un exemple tout simple de leurs opérations? Ils prennent de la craie qu'ils chauffent et calcinent dans un vase spécial; il en résulte la séparation des deux corps constituants de la craie, soit un gaz appelé *acide carbonique*, et une substance solide, la *chaux*; s'ils ont recueilli le gaz dégagé pendant cette calcination, et qu'ils le remettent en présence de la *chaux vive* dans certaines conditions, la craie se reproduit par leur union.

C'est par des opérations analogues, quoique plus compliquées, que les savants sont parvenus à reconnaître l'existence de corps simples, qui ne

se décomposent pas. C'est ainsi encore qu'ils ont découvert les lois en vertu desquelles ces corps se combinent entre eux, et voici, à cet égard, quel a été le résultat de leurs observations.

Deux, trois, quatre éléments, rarement plus, constituent un corps composé. Dans le monde matériel non doué de la vie, ces éléments ne s'unissent qu'en un petit nombre de proportions et toujours suivant des rapports simples. Ainsi dans des combinaisons de premier, deuxième, troisième ordre entre deux corps simples, celui des composants qui augmente passe du simple au double, du double au triple. De là cette loi *des proportions multiples*, si célèbre en chimie inorganique, et dont voici l'énoncé : si les éléments d'un composé binaire quelconque peuvent s'unir en d'autres proportions, ce sera toujours en quantité multiple ou sous-multiple de celle qu'on a trouvée dans le premier cas. Tu vois que partout la science a rencontré des lois dans la nature.

Mais je veux te faire passer une rapide revue de ces corps, bases de tous les autres, qui obéissent à cette force et à cette loi d'affinité.

C'est d'abord le plus remarquable de tous, l'*oxygène*, gaz incolore, insipide, inodore, dont

la découverte vers la fin du siècle passé fut un grand événement pour la science. Il est difficile de l'obtenir pur. On peut dire que c'est l'élément qui joue le rôle important dans la nature; il forme à lui seul un tiers du poids de la matière. Ce n'est qu'un gaz cependant, une vapeur légère; un litre d'oxygène ne pèse pas encore un gramme et demi; mais ce gaz existe en quantité énorme; il entre surtout pour de fortes proportions dans l'air et dans l'eau. De plus, il offre cela de particulier qu'il s'allie avec tous les corps simples pour former une foule de composés de diverses natures; et, à ce titre, il est dans la science la base d'une classification de ces corps suivant leur degré d'affinité pour lui.

L'oxygène forme dans l'air qu'on respire l'élément vital par excellence; sans lui, comme tu le sauras plus tard, pas de vie possible, bien qu'il ne puisse être respiré pur parce qu'il brûlerait la substance du corps. La respiration, en effet, est une combustion. Mais une combustion, qu'est-ce que c'est, me diras-tu?

Une combustion, mon cher Paul, c'est ce phénomène qui a lieu quand les corps se combinent en dégageant du calorique et parfois de la lumière. Cela est si particulier aux nombreuses

combinaisons de l'oxygène, que ce mot de combustion ne s'applique guère qu'à celles-là. Dans le langage vulgaire, une matière qui *brûle* est une combinaison d'oxygène avec dégagement de lumière, avec *flamme* même si elle a lieu dans un gaz; la flamme d'une bougie, c'est de l'air chauffé au point d'être lumineux. Mais, malgré le sens vulgaire, il n'y en a pas moins combustion lorsque la combinaison est lente et ne dégage aucune lumière, comme cela arrive.

J'ai dit que l'oxygène entrait dans la composition de l'eau; c'est en compagnie d'un second élément non moins connu, l'*hydrogène*. Celui-ci est un autre gaz qui a une très-grande affinité pour l'oxygène, et qui manifeste un état électrique tout opposé; d'où sa grande combustibilité; il est l'air inflammable par excellence. Sa très-grande légèreté le rend propre à gonfler les aérostats, comme tu le sais. L'hydrogène, principe très-répandu dans la nature, a été comme l'oxygène découvert le siècle dernier. Veux-tu un nouvel exemple d'opération chimique: sur de la tournure de fer, on verse un liquide appelé acide sulfurique, mêlé avec de l'eau; l'eau est décomposée, son oxygène se porte vers le fer, parce que celui-ci lui offre plus d'attrait ou d'affinité; le fer

ainsi oxydé provoque à son tour les préférences de l'acide susdit qui s'unit avec lui pour former du sulfate de fer, et voilà l'hydrogène de l'eau qui reste seul, est mis en liberté et se dégage.

Un autre corps simple qu'on rencontre en grande quantité à l'état de combinaison, c'est le *carbone*. Celui-ci est un corps solide, et le plus dur des corps; le carbone pur, mon cher ami, c'est cette petite pierre limpide, étincelante, si enviée par les riches, qui représente pour eux des trésors, en un mot c'est le diamant. A cet état, il est très-rare et ne se trouve qu'aux Indes orientales et au Brésil. Si vous mettez, en plein air, le diamant en contact avec une très-forte chaleur, il n'en reste bientôt plus rien, il s'unit à l'oxygène et s'évapore. Combiné avec d'autres corps, le carbone joue un rôle moins frivole et nous rend de véritables services; c'est lui qui nous éclaire, c'est lui qui nous chauffe; il se trouve, en effet, plus ou moins mélangé dans le gaz d'éclairage, dans la houille, dans le charbon surtout. Aurais-tu cru que ce morceau de charbon noir et terne et ce diamant étincelant sont frères? C'est pourtant ce qu'a décidé la science et de manière, paraît-il, à ne pouvoir en douter.

On a donné le nom d'*azote* à un autre gaz inodore, incolore, insipide, et également très-répandu dans la nature. L'azote est surtout remarquable comme partie constituante de l'air atmosphérique. Il a peu de propriétés actives, et ne s'allie que difficilement avec les autres éléments.

Ces quatre corps simples, dont trois sous forme gazeuse, découverts tous les quatre presque en même temps par les chimistes de la fin du siècle dernier, sont importants entre tous, parce qu'ils entrent presque seuls dans l'organisation des êtres vivants. C'est ce que je te dirai bientôt.

Parmi les autres éléments, je te citerai encore le *soufre*, solide de couleur jaune, très en usage et depuis longtemps connu ; le *phosphore*, solide jaunâtre d'odeur alliagée, découvert il y a deux siècles, lumineux dans l'obscurité, non pur, mais à l'état combiné dans la nature ; le *silicium*, solide brun-noirâtre, en grande quantité dans les roches des terrains primitifs.

Puis viennent ce qu'on appelle les *métaux*. La plupart des corps que tu connais sous ce nom sont, en effet, des corps simples. C'est le *fer*, que l'on trouve uni dans les mines avec l'oxygène, le soufre, etc., et que nous n'employons guère que combiné avec le carbone ; c'est l'*étain*, c'est le

cuivre, c'est le *plomb* ; ce sont ces deux métaux dont le monde raffole, l'*or* et l'*argent* ; c'est encore le *mercure*, qui seul est à l'état liquide en température ordinaire. Tous ces corps ont été connus dès la plus haute antiquité. Il n'en est pas de même de quelques autres, tels que le *zinc*, le *nickel*, le *platine*, et surtout ce métal si léger qu'on extrait de l'argile, l'*aluminium* ; ceux-ci sont le fruit de découvertes modernes. Je finirai par te citer le *potassium*, métal mou et éclatant ; c'est le corps qui a la plus grande affinité pour l'oxygène ; s'il est plongé dans l'eau, il s'empare instantanément de ce gaz, en produisant ainsi une chaleur capable d'enflammer l'autre élément de l'eau, l'hydrogène, qui se dégage.

Tous ces éléments, et plusieurs autres dont tu trouveras les noms et les propriétés relatés dans les traités de chimie, s'allient donc entre eux pour former les milliers de substances que nous offre la matière. Ce n'est même, je le répète, qu'à cet état combiné et d'aspect tout différent qu'ils se rencontrent la plupart du temps, et non à l'état pur. C'est particulièrement avec l'oxygène qu'ils forment les combinaisons les plus nombreuses et les plus remarquables, sous les noms d'*oxydes* et d'*acides* que leur a donnés la science. De plus,

ces acides et ces oxydes s'unissent entre eux pour composer ce qu'on appelle des *sels*, corps à formes cristallines où entrent jusqu'à trois et quatre éléments. Te donnerai-je la théorie complète des oxydes, des acides et des différents sels ? Te dirai-je quelle influence exercent sur eux la chaleur, l'électricité et autres circonstances ? Non ; c'est là l'affaire de la science spéciale, à laquelle je te renvoie. Je veux seulement te faire connaître ici quelques-unes des combinaisons les plus remarquables.

L'air et l'eau d'abord sont au nombre de ces composés. L'air atmosphérique, cette seconde enveloppe du globe terrestre, a été pour la première fois décomposé vers 1774 par Lavoisier, chimiste français ; c'est une combinaison de deux gaz que je viens de te nommer, l'oxygène et l'azote ; il contient en poids vingt-trois pour cent du premier, et soixante-dix-sept pour cent du second, plus quelques millièmes de matières étrangères. Telle est la nature de l'aliment où nos poumons puisent notre existence.

L'eau, cette autre nécessité de la vie, ce liquide répandu partout dans la nature, cette boisson naturelle et peut-être la meilleure, l'eau pure est le produit de l'union d'un peu plus de onze pour

cent d'oxygène avec un peu moins de quatre-vingt-neuf pour cent d'hydrogène. Cette union s'opère à chaud ou au moyen de l'électricité. On remarque que le volume d'une quantité d'eau est environ deux mille fois moindre que celui des gaz qui le composent.

Combiné à certaine dose avec le carbone, l'oxygène forme un gaz qui asphyxie, bien connu sous le nom d'*acide carbonique* ; c'est lui qui fait pétiller les eaux gazeuses et le champagne ; uni lui-même à l'oxyde d'un métal appelé *calcium*, qui est tout simplement la chaux, il forme tous ces rochers de pierre à bâtir, de marbre, de craie, que nous connaissons. On est parvenu à liquéfier l'acide carbonique, et même à le solidifier sous forme de flocons blancs.

Le silicium et l'oxygène forment l'*acide silicique* ou *silice*, qui n'est autre chose que le quartz ou cristal de roche, que les anciens prenaient pour de l'eau fortement glacée ; il fait la base d'un grand nombre de minéraux, les pierres à feu, les grès, le sable, plusieurs pierres précieuses telles que les améthystes, les agates, les opales. Uni à l'oxyde d'aluminium, cet acide constitue la plupart des roches des terrains de cristallisation. Avec l'oxyde de potassium ou po-

tasse, il forme un silicate artificiel bien précieux et bien connu, le verre.

Le soufre et l'oxygène composent un des acides les plus importants et les plus anciennement connus, l'*acide sulfurique* ou *vitriol*, liquide blanc oléagineux, très-caustique et fort employé dans les arts ; il forme avec divers oxydes métalliques plusieurs produits naturels connus sous le nom de *sulfates*.

Ce qu'on appelle *eau-forte* est un autre acide ayant quelque parenté avec le précédent, et qui est le produit d'une combinaison d'oxygène et d'azote. L'*acide nitrique*, ainsi qu'on l'appelle, entre dans divers sels importants, le salpêtre, par exemple, ou nitrate de potasse.

L'oxygène encore, combiné avec le sodium, donne la *soude*, oxyde qui entre dans la fabrication des savons ; combiné avec l'aluminium, il constitue une substance qui se trouve à l'état naturel et cristallisé dans plusieurs pierres précieuses : les topazes, les saphirs, les rubis, les émeraudes.

Quant aux composés où l'oxygène n'entre pas, je te citerai, parmi beaucoup d'autres, l'*acide sulfhydrique* ou *hydrogène sulfuré*, gaz d'odeur infecte qui se dégage des fosses d'aisances, des eaux

sulfureuses, etc.; c'est le plus délétère de tous les gaz; un air qui en contient seulement un deux-cent-cinquantième peut tuer un cheval. Un autre gaz bien connu est l'*ammoniaque*, très-odorant et très-âcre, combinaison d'azote et d'hydrogène, qui se rencontre dans les urines et les matières animales putréfiées, d'où les plantes tirent l'azote qui leur est nécessaire; il forme des sels importants avec divers acides. Je te citerai encore l'*acide prussique*, liquide incolore et odorant, qui forme le plus violent des poisons; une goutte suffit pour foudroyer un chien vigoureux; c'est une combinaison de carbone, d'azote et d'hydrogène.

Il y a enfin des *sulfures*, des *chlorures*, etc.; le sel de cuisine, par exemple, ou chlorure de sodium, est une combinaison de deux corps simples, le chlore et le sodium.

Voilà quelques exemples des innombrables combinaisons élémentaires qui se rencontrent, soit dans la nature, soit seulement dans les laboratoires de nos savants. Tu sauras un jour combien de travaux et d'attentions minutieuses il a fallu pour arriver à cette connaissance.

Une chose à remarquer, bien faite pour étonner les gens non initiés, c'est la grande différence

dans les composés pour de faibles changements dans les proportions des composants. Un peu plus ou un peu moins d'un élément quelconque, et voilà, comme tu as déjà pu l'observer, une différence notable dans les résultats, voilà des corps qui n'ont plus ni le même aspect, ni les mêmes propriétés. La chose est surtout frappante dans le monde organisé ou vivant, qui n'offre qu'un petit nombre d'éléments constitutifs pour une foule de substances diverses; je t'en reparlerai ailleurs. L'aptitude de la matière à se transformer est prodigieuse.

L'on s'est demandé combien une combinaison renfermait d'atomes de ses éléments... Il faut que tu saches d'abord qu'à une certaine limite indéterminée, les substances, simples ou composées, sont considérées comme n'étant plus divisibles; et c'est à ces particules supposées indivisibles qu'on a donné le nom d'*atomes* ou de *molécules*; c'est la matière à sa plus simple expression. Quelle forme affecte-t-elle alors, sous quel aspect s'offre un atome? C'est ce que je ne puis te dire; personne n'en a vu; on n'a pu faire à cet égard que des hypothèses; les anciens n'admettaient que le vide et les atomes pour principes de toutes choses, atomes doués de figure et de mouvement,

atomes crochus et autres, atomes tourbillonnant dans l'espace, que sais-je ?... Mais j'en reviens à ma question : un atome pouvant être considéré comme la particule d'un corps qui donne naissance à une combinaison par juxtaposition avec les particules d'un autre corps, combien d'atomes de nature diverses s'unissent dans un composé donné? Pour former l'eau, par exemple, y a-t-il combinaison d'un atome d'oxygène et d'un atome d'hydrogène? C'est ce qui n'a pas été décidé, que je sache.

Je passe ici sur d'autres questions ardues et inaccessibles à notre peu de science. Mais jé dois te parler d'une singulière propriété dont jouissent les atomes des corps simples ou composés dans le règne inorganique.

Un corps passant de l'état gazeux ou liquide à l'état solide se *crystallise*, c'est-à-dire que ses atomes, rendus libres, s'agglomèrent d'une certaine façon naturelle, se réunissent par les faces qui se conviennent le mieux pour former des solides réguliers appelés *cristaux*, de même forme pour un même corps, de formes différentes pour des corps différents. Ainsi les molécules de la matière n'obéissent pas seulement à la force qui les attire les unes vers les autres, elles y obéissent pour se juxtaposer dans un certain ordre particu-

lier à chaque espèce; une main invisible conduit ici chacune d'elles à sa place, et semble donner de l'intelligence à la matière brute elle-même.

Mais pour cela, il faut que ces molécules puissent obéir librement à leur tendance à s'agréger dans tel ou tel ordre, en d'autres termes, il faut que l'œuvre de la cristallisation ne soit gênée, ni troublée en rien par des forces étrangères. Or, c'est ce qui arrive le plus rarement; la cristallisation est une exception, et dans la nature les substances se présentent le plus souvent à nous en masses informes. C'est ce qui fait que le même corps nous apparaît sous des aspects si différents, suivant qu'il est ou non cristallisé.

Rien de plus curieux, du reste, que les diverses formes que revêtent ces petits corps réguliers, terminés par un plus ou moins grand nombre de faces planes, brillantes, coupées à arêtes vives et nettes, et qu'on appelle cristaux; le sucre, le sel, l'alun, nous en offrent des échantillons bien connus. Ces formes, que le minéralogiste a divisées en six groupes, passent des unes aux autres par des modifications successives et suivant des règles constantes. Ainsi l'on a remarqué que dans un cristal toutes les parties de même espèce sont modifiées à la fois de la même manière, et que les

parties différentes le sont isolément ou différemment. La science de la *cristallographie* est, en vérité, très-curieuse.

Les matières cristallisées sont donc des assemblages de ces petits cristaux élémentaires, et dont la forme a souvent servi de base pour classer ces matières. On avait d'abord pensé qu'il y avait un rapport constant entre la composition chimique et les formes cristallines ; en d'autres termes, que la forme cristalline variait avec la nature des éléments {des corps ; mais des découvertes récentes sont venues quelque peu déranger les idées des savants à cet égard. On a reconnu, d'une part, que des composés différents pouvaient cristalliser de la même manière, et, d'autre part, que le même corps pouvait offrir des formes différentes. De là diverses conséquences ; mais je dois passer outre.

Tu vois, mon cher ami, qu'il existe encore quelque obscurité dans tout cela, et que dans la science de la composition des corps, il reste des mystères à découvrir. Il y a même des gens qui prétendent, avec quelque fondement, paraît-il, que les corps simples ne sont pas, ou ne sont pas tous au moins, des corps simples ; qu'avec de plus puissants moyens on parviendrait à les décomposer ; que même *l'unité de la matière* est une

chose très-vraisemblable, et dont la science constatera un jour la vérité. L'unité de la matière... quel peut donc être cet élément unique de tous les corps? Cet être mystérieux qui se modifie de toutes les manières sous l'influence des forces de la nature? Est-ce l'oxygène, est-ce l'hydrogène, est-ce quelque autre corps simple, ou n'est-ce rien de tout cela? On en est ainsi revenu, par la voie scientifique, à quelques-unes des idées qui avaient frappé l'imagination des anciens.

Quoi qu'il en soit de cette question de l'unité de la matière sur notre globe, on commence aujourd'hui à croire à une autre unité : c'est l'unité chimique de notre système planétaire, en d'autres termes, l'identité entre les matériaux qui composent le soleil et la terre. Voilà donc la chimie étendant sa puissance jusqu'aux astres; mais comment? par l'analyse de la lumière. Tu te rappelles que le spectre d'une lumière artificielle révèle par des raies particulières la présence de toute matière élémentaire; or, des savants allemands, par des procédés ingénieux que je ne puis te décrire ici, ont récemment prouvé que les raies obscures qu'offre à son tour le spectre solaire annonçaient aussi la présence de tous les métaux terrestres dans l'atmosphère de notre astre cen-

tral. C'est là une découverte, sans doute, bien intéressante, et qui prouve de nouveau qu'on ne doit jamais désespérer des ressources de la science.

D'autres grandes questions s'élèvent, questions curieuses, questions philosophiques, lorsqu'on considère les éléments dans la composition des corps organisés ou vivants; c'est ce qui fait l'objet de la *chimie organique*. Mais ici la matière se complique d'un ordre de phénomènes à part que nous examinerons plus tard.

Sidans l'étude de la composition des corps, comme dans celle de tous les phénomènes du monde physique inanimé qui viennent de passer sous nos yeux, il reste encore beaucoup de points obscurs et de mystères à pénétrer, il n'en est pas moins vrai que les progrès accomplis dans cet ordre de connaissances et le parti que l'homme a su tirer de nos jours de l'appropriation des forces naturelles, n'offrent un merveilleux spectacle. C'est notamment dans ces laboratoires où le chimiste manie à volonté les éléments, les étudie dans leurs rapports, expérimente, analyse, compose presque comme la nature elle-même, c'est là que se sont préparés tant de progrès récents dans les arts et dans l'industrie; on n'y a pas trouvé la pierre philosophale, mais tant d'autres choses qui

contribuent au bien-être de la vie matérielle. La perfection des produits manufacturés, et l'économie dans les procédés de fabrication; la découverte d'arts nouveaux et de matières utiles; la science plus complète de l'économie animale, et partant les progrès de l'hygiène publique et de la médecine; la connaissance plus parfaite de la nature du sol, comme de celle des végétaux, et partant le progrès de l'agriculture: voilà des résultats dont peut se glorifier la chimie.

En outre, cette branche, en ce qui touche la science des corps bruts, se confond presque avec la *minéralogie*; celle-ci n'est plus guère qu'une classification de ces corps d'après leurs caractères physiques ou chimiques.

Malgré toute sa science néanmoins, le chimiste n'est guère parvenu à reproduire en toutes circonstances le travail de la nature. Je viens de parler de minéralogie; eh bien, ces petites pierres naturelles de nuances diverses que le joaillier fait payer si cher à notre vanité, si le savant dans ses creusets pouvait les refaire, par exemple, ce serait là pour lui, sans doute, un moyen sûr de s'enrichir; mais non, il ne le peut pas. Il sort aujourd'hui de nos laboratoires des topazes, des rubis, des saphirs, qui, sauf la dureté et la double ré-

fraction lumineuse qu'ils n'ont pas, sont plus purs, plus éclatants, plus gros, plus beaux en un mot que les naturels ; mais ce n'est que du strass, ou verre particulier, diversement coloré par des oxydes, composition autre que celle des pierres précieuses naturelles. Or, il suffit qu'on puisse les distinguer de celles-ci pour que l'art perde toute sa valeur aux yeux de la mode capricieuse, ses produits fussent-ils même d'un plus bel aspect. Le travail de la nature a donc gardé ici son secret. De même, au moyen du strass, qui est un silicate de potasse et de plomb, on est aussi parvenu à imiter le diamant, mais on n'a pu encore faire cristalliser le carbone pour reproduire celui-ci.

Oui, mon cher Paul, la nature, en dehors même du monde organisé, a parfois des procédés ou manières d'opérer particulières qui sont demeurés jusqu'ici des mystères pour le chimiste. Mais, d'autre part, que de découvertes où le savant n'a eu pour guide que son propre génie !

Veux-tu un exemple curieux d'application des sciences ? Il s'agit d'un art nouveau qui procède tout à la fois de la chimie et de la physique, et se trouve être une nouvelle preuve du lien qui existe entre toutes les branches de la science. Tu con-

nais l'effet d'un courant électrique sur la combinaison des corps simples. Tu sauras en outre que les chimistes ont trouvé le secret de faire dissoudre dans certains liquides des métaux tels que l'or, l'argent, le cuivre. Eh bien, si dans une solution de cette espèce, l'on plonge les fils qui mettent en communication les deux pôles d'une pile, et que l'on attache au fil du pôle négatif un objet en métal, en fer par exemple, cet objet, au bout d'un certain temps, se couvre d'une couche uniforme d'or, d'argent ou de cuivre, épaisse à volonté. C'est là l'œuvre du courant électrique qui a traversé le liquide, et c'est l'origine de toutes ces belles choses que les Ruolz et les Cristofle ont mis de nos jours à la portée des bourses les plus médiocres.

En fait d'applications, il est une méthode qu'ont suivie les savants, et qui leur a été d'un grand secours pour utiliser les notions acquises et pénétrer plus avant dans le secret de la nature ; cette méthode, c'est la science des *mathématiques* ou des nombres et de la mesure. Avant de passer plus loin, je veux dire un mot de ses résultats.

V

MÉTHODE ET APPLICATIONS.

Partout où il y a eu du temps, de l'étendue, des forces, des quantités à considérer et à comparer, il a fallu chercher un mode d'appréciation. Ainsi pour avoir une idée exacte du temps, variable suivant les saisons, compris entre le lever et le coucher du soleil, de l'espace qui sépare un lieu d'un autre lieu, de la relation qui existe entre deux forces, ou entre deux groupes d'objets, on a dû les rapporter à un autre temps, à un autre espace, à une autre force, à une autre quantité moindre et qui sert de mesure commune. Et pour exprimer ce rapport résultant de l'application de l'unité de mesure, une méthode, un langage était nécessaire : de là l'idée des *nombres* et des noms donnés soit à l'unité, soit à tous les groupes d'unités possibles, et l'invention des signes ou *chiffres* qui représentent ces nombres. L'on a dit, par exemple, que deux grandeurs, dont

l'une est dix fois plus considérable que l'autre, sont entre elles dans le rapport de dix à un.

Les nombres considérés en eux-mêmes, et abstraction des objets qu'ils énumèrent, l'étendue considérée en elle-même et restreinte dans un espace *figuré*, ont ensuite offert une foule de rapports, et donné lieu à la découverte d'un grand nombre de lois et d'opérations ingénieuses de la plus utile application. Tel est l'objet de l'*arithmétique*, de la *géométrie*, et des diverses branches des sciences mathématiques.

Il ne m'appartient pas de m'étendre davantage sur ce sujet; cela sortirait de mon cadre et de mes connaissances. Je n'ai à t'en parler qu'au point de vue des applications auxquelles les sciences physiques et naturelles ont donné lieu. Les mathématiques, d'ailleurs, sont moins une branche de la grande science du monde physique qu'un procédé scientifique qui s'y rattache; ce que je t'en ai dit suffit déjà pour te faire comprendre cette idée. Les mathématiques, c'est une méthode ou un ensemble de méthodes rationnelles; dans la nature, il n'y a ni arithmétique, ni algèbre, ni géométrie; l'esprit conçoit des quantités *numériques* et des figures *géométriques*; il aperçoit des rapports et des lois dans ces quantités, des propriétés dans ces

figures; il affirme que deux et deux font quatre, que la somme des trois angles d'un triangle est égale à deux angles droits; mais, dans la réalité des choses, on peut dire qu'il n'existe ni deux, ni quatre, ni angles, ni triangles. Ce sont donc là des conceptions de notre esprit, pour nous rendre compte de certains faits ou atteindre certains résultats avec une exactitude rigoureuse. « Si les théorèmes mathématiques n'ont pas exactement lieu dans la nature, dit le géomètre d'Alembert, ces théorèmes servent du moins à trouver, avec une précision suffisante pour la pratique, la distance inaccessible d'un lieu à un autre, la mesure d'une surface donnée, le toisé d'un solide; à calculer le mouvement et la distance des astres, à prédire les phénomènes célestes, etc. »

L'étude du monde physique offre un grand nombre d'observations auxquelles la méthode des mathématiques est applicable. Mais c'est l'astronomie qui en reçoit le plus puissant secours. « L'astronomie, le triomphe des théories mathématiques, dit Al. de Humboldt, est fondée sur la base solide de la gravitation et sur le perfectionnement de la haute analyse. » Dans ces espaces inabordables du ciel, en effet, il n'y a guère que le calcul qui s'offre à l'homme comme moyen de

science; il s'agit là pour nous d'une matière homogène, soumise uniquement aux lois des masses et des forces attractives, donnant lieu à des mouvements qui peuvent être calculés rigoureusement. On a donc calculé, on a mesuré les unes par les autres les distances, les grandeurs, les densités, les vitesses de tous ces mondes que tu connais, et il a suffi de quelques données pour arriver aux résultats les plus remarquables.

En descendant de ces hauteurs, la science des nombres et de la mesure a encore trouvé sur la terre, dans les divers phénomènes qu'offre celle-ci, des grandeurs, des quantités, des forces, des mouvements à apprécier, des rapports à évaluer. C'est avec l'aide des mathématiques que l'homme est parvenu à mesurer la superficie de sa planète et les inégalités qu'elle présente; c'est par elles qu'il a pu se rendre compte des lois qui régissent la chute des solides, leurs chocs et leurs mouvements, l'équilibre et l'écoulement des liquides, l'élasticité et la tension des gaz; c'est par elles encore qu'il a pu calculer la rapidité de l'électricité, du son, de la lumière, leurs mouvements vibratoires, la réflexion et la réfraction des rayons lumineux; c'est même au moyen de cette méthode qu'il a pu formuler une théorie chimique.

Mais l'homme ne pouvait se contenter de théories; il ne pouvait toujours faire de la science pour la science; une fois les forces naturelles connues, il les a utilisées à son avantage; de là les arts industriels et toutes ces innovations anciennes et modernes dont je veux t'indiquer quelques exemples.

Diverses forces s'offraient à l'homme dans la nature, dont il pouvait tirer un parti avantageux. Ainsi l'attraction de la terre sur un poids suspendu par une chaîne, ou l'élasticité d'une bande de métal qui forme ressort et tend à reprendre un premier état, étaient des forces continues qu'il a employées à donner le mouvement aux rouages des horloges et des montres; ainsi la chute d'un cours d'eau exerçant ses efforts à la circonférence d'une grande roue qui tourne sur son axe, lui offrait une force motrice qu'il a appliquée à divers mécanismes; ainsi l'agitation de l'air et ses effets sur des plans mobiles lui a donné les moulins à vent et les vaisseaux à voiles; ainsi cette singulière propriété de l'eau à laquelle avec un simple effort on fait produire une forte pression, a été utilisé par lui dans la presse hydraulique; ainsi la pression atmosphérique qui s'exerce partout à la surface du globe, lui a offert un moyen

ingénieux de faire monter les liquides dans les corps de pompe où l'on a fait le vide ; ainsi l'expansion de la vapeur agissant sur un piston qui se meut dans un cylindre, l'a mis en possession de la machine à vapeur qui a reçu une si merveilleuse application de nos jours ; ainsi encore la force des gaz qui se dégagent de la combustion d'un mélange explosible de salpêtre, de soufre et de charbon, lui a servi à lancer dans l'espace ce projectile, plus terrible qu'utile, qu'on appelle un boulet de canon ; ainsi enfin la rapidité de l'électricité, qui transmet presque instantanément les signes convenus à de grandes distances, a été employée par lui dans les télégraphes électriques.

Mais, pour l'appropriation de ces forces à leurs divers usages, il fallait des appareils particuliers de transmission, ou *mécanismes*, et c'est encore ici sur les lois mathématiques que ces appareils sont fondés. La *mécanique* qui traite de cette matière est la science du mouvement, des forces motrices et de leurs effets. Cette science ne peut rien ajouter à ces forces naturelles, mais bien les diriger, conduire les efforts de la roue hydraulique jusqu'à la meule qui broie le blé ; elle peut accumuler ou diviser ses forces, elle peut changer leur direction, convertir un mouvement de va-et-vient

en mouvement circulaire, un mouvement circulaire en mouvement rectiligne, suivant les besoins de la situation. De là ces machines variées à l'infini, mais qui toutes, remarque-le bien, ne sont guère que l'application plus ou moins complexe d'un seul élément mécanique ou machine simple, qui est le *levier* : une barre roide, une force agissante, une résistance et un point d'appui, voilà le levier, dont un savant grec, Archimède, a fait la théorie il y a déjà plus de deux mille ans. Une machine composée, c'est un ensemble de leviers divers.

En fait de mécanique, l'étude et l'expérience ont démontré une chose, c'est que ce qu'on gagne en force dans les machines on le perd en vitesse. Si, par exemple, tu tirais un seau hors d'un puits avec une manivelle, tu aurais un effort moins grand à exercer que si tu te servais de tes bras pour le monter directement, mais aussi le seau irait moins vite. Plus il y a d'engrenages à une roue, plus il y a de poulies à un moufle, moins il y a de forces à déployer pour produire le même effet, et plus cet effet se produit lentement.

La répartition sur un temps plus long des efforts à faire en vue d'un certain résultat, n'est qu'un des nombreux avantages que les machines offrent

à l'homme. Elles tendent, tu le sais, à se substituer en tout au travail manuel, et presque toujours elles opèrent mieux, plus rapidement et plus économiquement. C'est de nos jours surtout que l'alliance des forces naturelles et du génie mécanique a produit des merveilles pour affranchir l'homme du travail matériel. L'industrie manufacturière dans toutes ses branches présente aujourd'hui les inventions les plus ingénieuses et les plus puissantes. Mais la science de la mécanique n'offrira jamais rien de supérieur à un petit instrument d'un usage général, c'est une montre. En effet, cet objet qui tient si peu de place dans ta poche, qui te donne exactement l'heure, la minute, la seconde qui passe, depuis des années peut-être, sans jamais se tromper, — je suppose que tu possèdes une bonne montre, — auquel il n'est nul besoin de toucher, si ce n'est pour lui donner un tour de clef une fois le jour, cet objet est un chef-d'œuvre de mécanique. Ces aiguilles qui marchent et te donnent la mesure du temps, en vertu de ce principe reconnu que *les chemins parcourus sont proportionnels aux temps employés à les parcourir*, sont gouvernées par un système des plus ingénieux et des plus délicats de rouages, d'arbres, de pignons, s'engrenant les uns dans les

autres et mus eux-mêmes par la détente d'un petit ressort. L'appareil destiné à régulariser ce mouvement et les diverses espèces d'*échappements* sont surtout des choses admirables. Une montre renferme en miniature presque toutes les applications de la mécanique; tout y a sa raison d'être; la moindre des choses, une pointe taillée en biseau plutôt que verticalement, y est une condition essentielle pour l'entretien du mouvement. Il n'y a que les êtres organisés qui puissent offrir un pareil exemple de précision et de délicatesse dans les détails.

Ici comme ailleurs, je le répète, cette précision n'a pu être obtenue qu'avec le secours du calcul mathématique; c'est lui qui a indiqué la grandeur, la solidité, la forme à donner à chaque pièce de ce mécanisme général; c'est par lui qu'on a pu en apprécier les effets avec une exactitude rigoureuse.

Dans la science pure comme dans la science appliquée, cette méthode a produit des résultats si satisfaisants qu'on a voulu l'appliquer à tout. Les sciences, a-t-on dit en général, n'acquièrent quelque degré de certitude qu'autant que leurs lois fondamentales s'appuient sur des lois mathématiques. En conséquence, il y a eu des gens qui ont

voulu les soumettre toutes à cette épreuve ; ils ont réduit la vie, la morale même à un problème d'algèbre ou à un calcul de probabilités. Mais il semble que ce soit là appliquer à un ordre de choses une méthode qui ne convient qu'à un autre ; et il est rationnel de croire qu'en dehors des lois générales du monde physique que tu viens avec moi de passer en revue, les mathématiques n'ont aucune base naturelle.

Pythagore, philosophe mathématicien, étudiait les nombres dans leurs rapports avec l'ordre de choses universel ; il concevait le monde gouverné suivant leurs lois. Tout cela, ce sont des systèmes, où l'imagination paraît avoir eu plus de part que la science. Encore une fois les mathématiques ne sont qu'une méthode, une méthode en vue d'un ordre particulier, l'ordre matériel. La rigueur dans les résultats que par les procédés de cette méthode on est parvenu à atteindre ici, il ne faut pas la chercher ailleurs ; la vérité morale est d'une autre nature. On a eu plus d'une fois l'occasion d'apprécier la fausseté de cet esprit mathématique introduit souvent mal à propos dans l'ordre philosophique.

Sous un autre rapport, l'habitude des études mathématiques est favorable aux spéculations phi-

losophiques ; « la connaissance des mathématiques, dit à ce propos M^{me} de Staël, sert beaucoup aux études métaphysiques ; le raisonnement abstrait n'existe dans sa perfection que dans l'algèbre et la géométrie... il donne à l'esprit une force d'attention qui le rend beaucoup plus capable de s'analyser lui-même. » L'élément rationnel domine, en effet, presque exclusivement dans l'œuvre mathématique, et j'ajouterai que la puissance dont il a fait preuve dans les travaux accomplis est très-grande.

Voilà , mon cher Paul , par quels moyens l'homme est parvenu à s'approprier en quelque sorte les forces qui gouvernent la matière inanimée.

Mais il existe un phénomène dont ces forces ne semblent pouvoir rendre compte, quoi qu'en pensent certains savants ; phénomène capital, et qui doit maintenant faire le sujet de notre entretien : c'est la *vie*.

VI

LES CORPS ORGANISÉS.

J'aborde un sujet sur lequel j'ai à t'entretenir quelque peu longuement. Il s'agit, en effet, d'un grand fait dans l'histoire de la nature, d'un ordre de phénomènes tout à fait à part, et dont toi, moi, et beaucoup d'autres sommes les résultats, l'on dit même le plus merveilleux exemple ; c'est au moins flatteur pour notre amour-propre.

Il se s'agit pourtant toujours, au fond, que de cette matière dont est composé le reste du monde ; mais elle se trouve ici dans une condition tout à fait particulière et soumise à des lois spéciales résultant de son *organisation* ; il s'agit d'une matière qui *végète*, qui se *meut*, qui *sent*. Il faut observer, au surplus, que les lois qui gouvernent la matière brute, et que nous avons vues, n'ont pas tout à fait abdiqué dans le monde de la vie ; que si leur influence y est modifiée par une force

nouvelle, sous beaucoup de rapports elles conservent leur action sur les solides et les liquides qui entrent dans la composition des corps vivants. Je te dirai même, dès maintenant, qu'il est des physiologistes qui pensent que la plupart des phénomènes de la vie ne dépendent pas d'une force particulière, mais sont le résultat naturel du jeu des forces physiques et chimiques.

Quoi qu'il en soit, c'est dans cette condition nouvelle, et qu'on doit considérer comme plus élevée, que s'offre la matière sous la forme des *végétaux*, et des *animaux* qui ornent et animent la surface de la terre; et c'est là ce qui constitue le domaine de la vie.

Les différences qui se remarquent entre la matière organisée et la matière non organisée, en d'autres termes, entre les corps vivants et les corps bruts, sont frappantes pour tous les yeux. Si on en fait l'analyse, voici notamment ce qu'on y trouve : un corps brut, un caillou, par exemple, peut avoir plusieurs origines, tandis qu'un corps organisé ne vient jamais que d'un corps organisé semblable à lui; un caillou n'a pas de forme propre, essentielle et constante, comme un animal; son accroissement est illimité et se fait extérieurement, tandis que dans les êtres vivants il est inté-

ricur et limité; enfin, un corps brut dure indéfiniment s'il n'est détruit par accident, et la matière organisée, au contraire, a une existence bornée, car un animal mort n'est plus un animal, le mouvement vital a disparu.

Mais qu'est-ce que ce mouvement, qu'est-ce que la vie? Grande question, mon cher ami! Voyons d'abord ce qu'on observe dans les corps vivants; là existent, sans doute, des éléments de solution; et, certes, c'est une étude curieuse à faire.

L'analyse de la matière organisée a fait connaître ce premier fait auquel j'ai déjà touché, que quatre corps simples entrent presque exclusivement dans la composition des êtres vivants; ce sont l'oxygène, l'hydrogène, le carbone et l'azote; quatre seulement; quelques autres ne s'y rencontrent qu'en faible proportion; ces quatre substances sont comme les éléments inertes des enveloppes de la vie. Elles se combinent en différentes proportions, pour donner lieu à tous les *composés organiques* et *principes immédiats* dont une analyse chimique très-habile a fait reconnaître la présence chez les végétaux et chez les animaux; tels sont les huiles, les gommés, le ligneux, l'amidon, les sucres, les acides et les alcalis végétaux,

la fibrine, l'albumine, la caséine, et autres principes de composition plus ou moins semblable, qui sont eux-mêmes les matériaux du bois, des herbes, du sang, des chairs, etc. Tandis que, dans les composés inorganiques, comme tu l'as vu, la différence dépend de celle des *composants*, ici la différence ne dépend que des *proportions composantes*. Il y a même de ces principes qui, quoique différents sous tout autre rapport, semblent de composition identique; ainsi, dans les végétaux, plusieurs sont invariablement le produit de douze molécules de carbone et dix molécules d'eau (oxygène et hydrogène), et ne se diversifient que par un *arrangement moléculaire* différent. Ce sont de ces circonstances qui viennent un peu déranger les théories des chimistes. Qu'est-ce que cet arrangement moléculaire? quelles sont ses lois? etc....

Ces quatre éléments des corps vivants ne sont pas également particuliers aux deux règnes de la nature organisée. Ainsi le carbone entre en plus fortes proportions dans les végétaux, dont il forme la moitié du poids sec; tandis que l'azote est particulier aux animaux, qui n'offrent guère que de l'eau et de la graisse comme matières non azotées.

Voilà sur quels éléments agit la force vitale

dans le domaine de la matière organisée. Mais cela ne nous explique pas ce que c'est que cette force; les recherches des chimistes et des physiologistes n'ont pu, jusqu'à cette heure, rendre compte de son action; cette action, ce travail d'élaboration échappe à leur appréciation; c'est un mystère pour eux. La découverte des *principes immédiats*, comme étant produits, ainsi que les corps inorganiques, par les seules affinités chimiques, et non par des forces particulières dues à la vie, et surtout la reproduction dans nos laboratoires de ces principes, telles ont été les dernières conquêtes des chimistes sur ce terrain. Mais comment ces principes concourent à la formation des corps organisés dont ils sont les matériaux, cela échappe à leur science. Il faut jeter nos regards ailleurs et voir ce qui se passe de particulier sous les deux formes ou degrés que nous offre la vie, laquelle est un laboratoire aussi, si tu veux, mais où l'affinité chimique ne semble pas seule en scène.

Ces deux formes, les végétaux et les animaux, constituent en apparence des êtres très-dissemblables. Pour l'œil du vulgaire, la distance entre un végétal et un animal paraît aussi grande que celle qui sépare une plante d'un caillou. Dans la réalité, il n'en est pas ainsi. Tous les deux orga-

nisés, mais à des degrés divers, un végétal, dit la science, est *un corps qui se nourrit et se reproduit*, un animal *un corps qui se nourrit, se reproduit, sent et se meut*. Qu'est-ce que l'organisation qui produit de pareils résultats? C'est ce que je vais tâcher de te dire.

Lorsqu'on examine avec un microscope une portion quelconque d'un végétal, d'abord on aperçoit une foule de petites cavités sphériques, polyédriques ou allongées. Ces cavités sont de petits sacs différemment disposés, ou ce sont les intervalles qu'ils laissent entre eux, intervalles plus ou moins nombreux, suivant que le tissu est plus ou moins lâche.

Ces sacs, ou organes élémentaires, offrent trois types distincts. D'abord des *cellules* ou *utricules* quasi sphériques, qui deviennent polyédriques en se pressant les unes contre les autres, et formées de membranes qui souvent s'épaississent avec l'âge, mais qui sont toujours poreuses et perméables; elles composent les tissus mous ou *cellulaires*. Ensuite ce sont des cellules allongées, terminées en pointes, qui s'emboîtent exactement les unes dans les autres, et forment des tubes presque pleins; c'est là l'élément des tissus *fibreux* et durs, tels que le bois. Enfin ce sont des tubes longs, tou-

jours creux, appelés *vaisseaux*, à étranglements plus ou moins espacés, et composés de cellules ou de fibres disposées bout à bout; leurs parois sont différemment constituées; il y en a qui offrent cette particularité d'un fil qui s'enroule en spirale sur toute leur longueur. Cette troisième espèce n'existe pas dans les jeunes végétaux.

Si l'on cherche à voir ce qu'il y a dans l'intérieur de ces cellules, l'on y découvre, soit des gaz, soit des liquides, soit des granules épars ou rassemblés, soit des matières molles, soit de petits cristaux, soit même des matières minérales comme la silice. Les cellules très-jeunes contiennent surtout des matières azotées; plus tard elles changent de forme et de contenu, offrant même des états différents d'un moment à l'autre. Dans certains vaisseaux qui se distinguent des autres par leurs ramifications en réseau, il circule un liquide rempli de petits granules, et qui est un suc propre appelé *latex*.

L'observation microscopique de ces organes élémentaires du règne végétal a fait découvrir beaucoup d'autres choses encore que je passe sous silence; j'en ai dit assez déjà pour te donner une idée de la complication délicate qui y règne.

Maintenant si le microscope se reporte sur les

différents tissus dont est fait un animal, il n'y rencontre plus ces petites cellules à parois propres des végétaux que dans les organes en voie de formation, (ou dans quelques parties seulement, comme l'épiderme et les glandes; ailleurs les tissus se montrent composés de *filaments* ou *lamelles* qui s'entre-croisent, avec plus ou moins de vides, pour constituer des masses ou membranes plus ou moins spongieuses. La science en distingue de quatre espèces, les tissus *musculaire*, *nerveux*, *connectif* ou *réticulaire*, répartis dans les divers organes et sur lesquels la suite nous ramènera.

Ces organes élémentaires des corps vivants, végétaux et animaux, ces tissus de la matière organisée si différente de la matière brute, forment les *organes composés* ou pièces diverses du mécanisme vital.

A propos des différences que les corps vivants et ceux du règne inorganique offrent entre eux, je te signalerai encore cette circonstance remarquable: c'est l'union de solides et de liquides différemment combinés, qui caractérise les premiers dans leur structure, tandis que la nature inerte ne présente qu'une aridité complète.

J'ajouterai que la cristallisation pourrait sem-

bler une espèce d'organisation qui, d'autre part, rapprocherait ces corps. Mais il n'y a là peut-être qu'une fausse analogie. Dans les deux cas la matière paraît obéir à des lois différentes, et, au surplus, les effets ne sont pas du tout les mêmes.

Mais voyons cette organisation dans ses résultats chez les deux êtres qui la divisent, en commençant par le moins parfait, le végétal.

Règne végétal. — Les plantes, les arbres, les arbustes, avec leurs ports élégants et variés, leurs fleurs multicolores éclatant sur la verdure de leurs feuillages, sont le plus bel ornement de notre planète et sa vraie parure naturelle. Je n'ai à les envisager ici qu'avec l'œil froid des savants qui en ont fait l'objet de leurs études, et ne vois pour un instant en moi qu'un *botaniste*.

Ces petits corps de toutes formes et de toutes dimensions que l'on appelle *semences*, lorsqu'ils tombent du sein des fleurs desséchées, ou lorsqu'ils se détachent de la plante mère, très-souvent offrent déjà en miniature le sujet qu'ils sont destinés à reproduire. Ils n'ont été en principe, paraît-il, qu'un simple utricule et il arrive qu'ils ne changent guère de leur état primitif. D'autres fois, dans les semences des cotylédons notamment, l'organisation est moins simple ou plus avancée,

et l'on y voit le végétal à l'état d'*embryon*, avec sa tige, ses racines, ses feuilles.

Tu sais depuis longtemps que les semences enfouies dans la terre pendant la bonne saison donnent naissance à un végétal semblable à celui sur lequel elles se sont formées. C'est qu'elles se trouvent alors dans certaines conditions de chaleur et d'humidité qui leur sont nécessaires. La petite plante tire sa première vie soit de ses enveloppes, soit des *cotylédons*. Mais qu'est-ce, me diras-tu, que les cotylédons ?

Les cotylédons sont ces parties des semences, souvent épaisses et charnues, remplies de fécule, qui dans les pois, les fèves, etc., servent d'alimentation à l'homme. Elles sont comme les premières feuilles du végétal. Il y en a tantôt deux ou plus, tantôt il n'y en a qu'un seul, d'autres fois même il n'y en a pas du tout ; de là une classification des végétaux en trois grandes classes : les *dycotylédonés*, les *monocotylédonés* et les *acotylédonés*. Ces cotylédons ou, à leur défaut, la matière de même composition qui entoure l'embryon et appelée *périsperme*, sont comme le lait de la jeune plante ; ils se ramollissent au contact du sol chaud et humide, un travail chimique s'y opère sous l'influence de l'oxygène de l'air, et

l'embryon peut ainsi achever son premier accroissement. La germination se fait plus ou moins rapidement : ainsi, par exemple, tandis que des semences restent des années en terre avant de changer d'état, le cresson alenois germe en un jour.

Une fois que l'embryon a percé ses enveloppes, il commence à tirer son existence du sol ; le mouvement est donné ; par une force inhérente à la vie, les organes s'ajoutent aux organes ; les cellules se convertissent en fibres et en vaisseaux ; la jeune plante se montre et vient verdier à la lumière, ses racines s'enfoncent en terre, sa tige s'élève et se couvre de feuilles et de fleurs, elle reste humble herbette ou petit arbrisseau, ou grandit pendant des siècles et devient chêne. Ceci est toute une histoire qu'il faut que je te conte.

Les racines, la tige, les feuilles, voilà ce qu'on aperçoit d'abord dans un végétal. Ces trois choses ont une enveloppe commune, c'est l'*épiderme*. L'*épiderme* est une membrane le plus souvent incolore et transparente ; son tissu est composé d'une seule couche de cellules plus grandes qu'ailleurs ; on y distingue de petites taches qui sont des ouvertures en fente appelées *stomates*, et qui n'existent que sur les parties exposées à l'air, sur les feuilles

particulièrement. Parfois l'épiderme manque. Mais jetons un coup d'œil sur les organes qu'il revêt.

Les racines d'abord sont des organes au moyen desquels la plante va puiser dans le sol les matières nécessaires à sa subsistance. C'est tantôt une tige plus ou moins simple ou plus ou moins ramifiée, s'enfonçant verticalement ou se dirigeant horizontalement dans le sol, forme particulière aux dycotylédonés; tantôt c'est un faisceau de racines prenant naissance au même point, ce qu'on voit souvent dans les monocotylédonés; tantôt enfin, ce sont de simples filets qui sortent de la tige, appelés *racines adventives*, les seules des végétaux acotylédonés. C'est par leurs bouts, ordinairement garnis de fibrilles ou chevelu, que toutes aspirent les liquides qui leur conviennent. Parfois, elles constituent aussi des dépôts de nourriture toute formée pour la plante et offrent alors des renflements féculifères comme on en voit dans les carottes, les radis, etc. La structure interne des racines, du reste, est celle des tiges à peu de chose près.

Celles-ci diffèrent suivant qu'elles appartiennent à l'une ou l'autre des trois grandes branches qui divisent le règne végétal.

Toutes les plantes jeunes d'abord sont *herba-*

cées, et un chêne d'un an ne diffère guère d'un petit être qui naît au printemps et qui périt avec les frimas; ce n'est que plus tard que le premier devient *bois*.

Si l'on coupe transversalement une tige de dicotylédoné, c'est-à-dire de l'espèce la plus commune dans nos climats, l'on aperçoit diverses zones concentriques, se distinguant par des nuances ou des tissus différents, mais où en général le tissu cellulaire ou *moelle* domine d'autant plus que le végétal est plus jeune. S'il est ancien, les fibres l'emportent, le tissu se montre plus serré, c'est le *ligneux*, c'est le bois que recouvre l'*écorce*. Cette dernière zone, moitié cellulaire, moitié fibreuse, est traversée par les vaisseaux laticifères qui conduisent les liquides nourriciers de la plante.

Entre l'écorce et le ligneux, l'on remarque une matière demi fluide, verdâtre, appelée *cambium*, et qui paraît être le siège des nouvelles formations qui s'opèrent. Chaque année, dans un arbre, une nouvelle couche vient accroître le ligneux, de sorte que sur la tige on peut reconnaître l'âge du bois; autant de couches concentriques, autant d'années d'existence; les plus nouvelles sont en dehors et forment l'*aubier*, partie plus pâle et encore gor-

gée de sucs ; les plus vieilles, durcies et colorées, constituent le cœur du bois.

C'est le contraire qui se voit dans les tiges des monocotylédonés, où la force est en dehors ; je ne parle que des arbres et non des tiges herbacées. Là, les fibres et vaisseaux du ligneux, dispersés d'ailleurs sans ordre et non par zones dans le tissu cellulaire, augmentent du centre à la circonférence où ils forment une tranche plus colorée sous l'écorce ; celle-ci est entièrement cellulaire.

Une autre structure encore se remarque dans les végétaux acotylédonés. Sans parler des êtres informes et uniquement cellulaires qu'elles présentent, les plantes herbacées de cette catégorie, telles que les mousses, n'offrent qu'une organisation incomplète ; les seuls arbres qu'on y rencontre encore à notre époque, les fougères arborescentes de l'Inde, montrent une tige composée au milieu de moelle, avec un pourtour extérieur de fibres et vaisseaux distribués en groupes séparés et diversement figurés. Certains organes élémentaires qu'on trouve dans les cotylédonés manquent ici.

Les tiges des arbres compris dans ces deux dernières divisions, droites et d'épaisseur à peu près uniforme en haut comme en bas, ne se dévelop-

pent la plupart que par le sommet et non latéralement; en d'autres termes, elles ne croissent que par leur bourgeon terminal et ne sont pas ramifiées. Ce dernier caractère, au contraire, est particulier aux dycotylédonés. Tandis que la tige d'un palmier ou d'une fougère arborescente n'est couronnée que d'un panache de feuilles, tous les arbres que nous voyons autour de nous présentent des tiges divisées en branches et en rameaux.

D'abord simples noyaux cellulaires placés sous l'écorce, ceux-ci apparaissent à la surface avec les chaleurs de l'été sous la forme de *bourgeons*, et ne se développent qu'au printemps suivant. Une branche est comme un nouveau végétal qui se greffe sur l'ancien et passe par les mêmes phases; l'on aperçoit déjà toutes ses parties dans le bourgeon.

Une première branche en produit d'autres, celles-ci se couvrent de rameaux; de là, ces belles cimes des arbres de nos climats, si variées de formes, composées les unes de branches dressées comme dans le peuplier d'Italie, les autres de branches étalées comme dans le chêne, d'autres encore de rameaux recourbés comme dans les saules pleureurs. Ces cimes plus ou moins élevées, plus ou moins étendues, sont portées

sur des troncs qui ont jusqu'à vingt et trente mètres de circonférence.

C'est sous un tout autre aspect que s'offrent les humbles tiges des plantes herbacées et annuelles. Ici, il n'y a guère de ramifications que par le bas, par exemple, dans les plantes dont la portion supérieure périt chaque année; la base avec ses bourgeons passe l'hiver sous terre. Cette base existe souvent dans les monocotylédons sous forme de bourgeon charnu appelé *bulbe*, tels sont les oignons des tulipes, des lis, des jacinthes, etc., seules tiges qu'on y voie. D'autres plantes présentent des tiges croissant horizontalement, rampant sur le sol comme chez les fraisiers, ou sous le sol confondues avec les racines.

De toutes ces tiges herbacées ou ligneuses, simples ou ramifiées, découvertes ou enfouies, sortent les feuilles qui en font l'ornement, feuilles simples ou plus ou moins composées, feuilles entières ou plus ou moins découpées, feuilles en cœur, feuilles en ruban, feuilles en roue, feuilles tuyautées, feuilles avec pétiole, feuilles sans pétiole.

Je te dirai en passant que le botaniste appelle *pétiole* ce que, nous, nous appelons *queue*. Le pétiole est formé d'un faisceau de fibres et de vais-

seaux qui continuent ceux de la tige et s'y rattachent plus ou moins solidement. Ce faisceau se divise ensuite en tous sens pour former la charpente du *limbe* ou partie large et plate de la feuille. De là sur celle-ci des *nervures*, formant réseau dans les dicotylédons, et le plus souvent parallèles dans les monocotylédons. Les intervalles sont remplis par deux couches d'un tissu cellulaire appelé *parenchyme*, plus serré en dessus, spongieux en dessous, de couleur verte, et qui à lui seul compose les feuilles submergées des plantes aquatiques; sur celles-ci, en effet, on ne voit ni nervures, ni épiderme.

Les feuilles sans pétiole forment souvent gaine sur la tige, comme dans les graminées, ou même simulent complètement celle-ci en s'emboîtant les unes dans les autres. Ailleurs on ne voit qu'un pétiole pour toute feuille, dans les pins et les sapins, par exemple. Pour compenser cette imperfection, ceux-ci gardent leur verdure toute l'année, tandis que dans nos climats les froids viennent dépouiller presque tout le monde végétal de sa luxueuse toison. Ce spectacle de la chute des feuilles dans les bois t'a peut-être déjà fait rêver, ainsi que le poëte, à la jeunesse qui passe, à l'hiver de la vie qui s'avance; images tristes ou

charmantes qui abondent dans le spectacle de la nature.

Les feuilles sont diversement disposées sur la tige. Si celle-ci n'est qu'un bulbe, elles semblent sortir de terre et sont dites *radicales*. Sur les tiges aériennes des arbres et de la plupart des plantes, elles se trouvent échelonnées en spirale, à distances plus ou moins rapprochées, ou bien elles se groupent deux et plusieurs ensemble à la même hauteur. C'est dans l'angle formé par la tige et la feuille que naissent les bourgeons destinés à devenir des branches. Ce n'est pas à dire qu'il se produise autant de branches que de feuilles ; non, car plusieurs bourgeons avortent.

Dans la classe des végétaux acotylédonés, il y a plusieurs plantes où les feuilles manquent ; ce sont ceux qui sont dépourvus de fibres et de vaisseaux ; dans les mousses, par exemple, on n'en voit qu'une ébauche ; elles sont complètement absentes dans les champignons, ces êtres tristes et souvent malfaisants, qui sont si différents, par leur forme et leur nuance, de tous les autres végétaux.

Tel est, mon cher Paul, le plus en raccourci possible, ce qu'on remarque dans l'organisation d'un végétal. Je ne parle pas d'organes accessoires, tels que les poils, les vrilles, les aiguil-

lons, les glandes; je passe en outre sur une foule d'autres observations que l'on a faites; car les traités spéciaux sur la matière t'instruiront de tout cela. Mais ce qu'il me reste à te montrer, c'est la vie agissant dans ces corps, ce sont ces organes fonctionnant.

Pour s'organiser ainsi et arriver à leur dernier développement, les végétaux doivent puiser en dehors d'eux une nourriture appropriée à leur nature. Les racines, en plongeant dans le sol, trouvent dans les terres végétales qu'il contient le carbone, qui forme le principal élément de la plante; dans les débris végétaux et animaux qui constituent les engrais, elles y puisent, sous forme d'ammoniaque, l'azote, dont une certaine quantité est nécessaire au travail organique; dans les matières minérales, enfin, elles y rencontrent la soude, la chaux, la silice, etc., dont de petites quantités entrent dans la composition de certains végétaux, sinon de tous. Sur un terrain qui manque de ces éléments, sur un terrain, par exemple, qui ne contient pas au moins quatre ou cinq pour cent de matières organiques en décomposition, une plante languit ou ne vient pas. Certaines matières conviennent particulièrement à certains végétaux, comme la silice, qui imprègne

les tiges des céréales. De là la science des engrais et des amendements en agriculture : il faut donner ou rendre au sol ce qui lui manque, ou ce que les récoltes antérieures lui ont enlevé.

Mais ce n'est pas tout : ce que la terre doit encore fournir aux végétaux, c'est de l'eau. Ce n'est que dissoutes dans l'eau que ceux-ci peuvent absorber par les extrémités de leurs racines les matières qui les nourrissent. Sous cette forme, ces matières montent dans le corps de la plante, s'infiltrant à travers les membranes, et de cellule en cellule, par l'effet d'un phénomène physique appelé *endosmose*. Au printemps, dans nos climats, l'on voit ce liquide, sous le nom de *sève ascendante*, envahir en abondance la partie fibreuse ou ligneuse de la tige, appelée aux extrémités par les feuilles et les bourgeons qu'elle doit développer, puis, lorsque cette tâche est accomplie, se ralentir pour continuer son ascension par la partie cellulaire.

Arrivée en contact avec l'air par les stomates et lacunes des tissus superficiels, la sève change de nature et de couleur; elle verdit; une partie de son eau s'évapore. La plante alors présente cet autre phénomène : pendant le jour et par ses parties vertes, elle décompose l'acide carbonique qui

se trouve en elle ou qu'elle emprunte à l'atmosphère, elle en retient le carbone et en dégage l'oxygène. Pendant la nuit, au contraire, et en tout temps par ses parties non vertes (racines, fleurs, graines), elle prend de l'oxygène à l'air et dégage de l'acide carbonique; d'où ce danger d'avoir trop de fleurs dans son appartement.

Modifiée par cette *respiration* de la plante, chargée en outre de substances nouvelles qu'elle a dissoutes sur son chemin, la sève alors redescend par les fibres et les vaisseaux de l'écorce, particulièrement par les vaisseaux laticifères dont le suc nourricier suit toutes les ramifications. Elle prend ainsi le nom de *sève descendante* et retourne aux racines, en déposant sur son passage la matière organisée propre à de nouvelles formations, notamment ce *cambium* qu'on trouve entre l'écorce et le ligneux.

Cette circulation des sèves s'arrête à peu près complètement en hiver dans nos climats, et le végétal reste engourdi par le froid et comme mort. La chaleur, en effet, de même que l'air, de même que la lumière, est nécessaire à la végétation.

Outre ce grand mouvement de la sève dans les végétaux, on en a remarqué un autre dans l'intérieur de chaque cellule : on voit les petits granules

que contiennent celles-ci monter le long d'une paroi, redescendre par l'autre, d'où une rotation d'autant plus rapide ou d'autant plus lente que la vie est plus ou moins intense. La cause de tous ces mouvements reste encore aujourd'hui assez peu expliquée.

Quoi qu'il en soit, ils constituent la vie chez les végétaux, et le résultat en est l'élaboration des éléments puisés au dehors, soit par les racines, soit par les feuilles. Ces éléments sont en petit nombre, comme tu sais, mais ils donnent lieu à plusieurs produits, ayant tous à peu près la même composition, tous ou du moins la plupart, n'offrant que du carbone et de l'eau à doses variées, se transformant tous, avec la plus grande facilité les uns dans les autres; travail chimique merveilleux qu'accomplit la vie.

C'est encore l'œuvre de la vie que l'organisation en tissus de toutes ces matières. La cellule s'accroît, se divise intérieurement, et une seule en produit plusieurs, quelquefois très-rapidement, comme dans les champignons. Ailleurs le cambium, d'abord presque fluide, se transforme en fibres et en vaisseaux. De l'accroissement des organes élémentaires résulte celui des organes composés : la tige s'allonge de bas en haut, les racines

de haut en bas, les feuilles et les bourgeons se développent. Il y a des savants qui prétendent que les fibres et les vaisseaux des dicotylédonés ne sont que les racines de ces bourgeons qui montent du sol à travers la tige et s'épanouissent au dehors. Aux yeux d'autres savants, cela n'est nullement prouvé.

Mais je ne t'ai pas encore parlé de ce dernier épanouissement de la plante et du plus important, celui en vue duquel elle semble exister tout entière, son ornement le plus parfait et le mieux apprécié, qui a fait le plus pour répandre le goût de la science : tu as deviné son nom, c'est la *fleur*.

Ce que nous appelons ainsi, ce qui sous ce nom séduit nos yeux, c'est un assemblage de feuilles diversement modifiées, brillant le plus souvent des couleurs les plus vives et les plus variées, exhalant parfois les plus délicieux parfums, et formant une enveloppe au centre de laquelle on voit comme une houppe de filets délicats qui sont les organes de la fécondation. Les fleurs, plus ou moins nombreuses, couronnent un végétal, portées sur des pédoncules plus ou moins longs, plus ou moins simples ou plus ou moins ramifiés, isolées ou disposées en *grappes*, en *panicule*, en *thyrses*, en *co-*

rymbe, en *épi*, en *chaton*, en *ombelle*, et autres formes décoratives.

L'enveloppe de la fleur, le plus souvent double, se compose du *calice* et de la *corolle*; parfois aussi elle est simple et n'offre qu'un de ces deux verticilles, comme dans les lis, les tulipes, et, en général, dans les monocotylédonés. Le calice est ce verticille, ordinairement de couleur verte, qui forme l'enveloppe extérieure; ses parties ou folioles, au nombre de trois, de cinq ou plus, alternent par leurs positions avec les pétales de la corolle en nombre égal et formant le verticille intérieur. Dans la corolle comme dans le calice, ces parties sont, ou libres, ou soudées entre elles pour ne former qu'un tout. Presque jamais vertes dans la corolle, peintes au contraire de toutes les autres nuances, elles composent ces rosaces, ces coupes, ces cloches, si variées et de formes si délicates; en nombre plus qu'ordinaire, et provenant du changement des étamines en pétales, elles forment les *fleurs doubles*. Les corolles, comme tant de belles choses ici-bas, n'ont qu'une durée bien passagère, elles se flétrissent et tombent en peu de temps.

Du fond de ces vases d'or, de pourpre, de neige, de rose ou d'azur, sortent plus ou moins visibles

les *étamines* et les *pistils*, ou organes mâles et organes femelles. Ils ne se trouvent pas toujours réunis dans une même fleur, mais peuvent se montrer dans des fleurs séparées qui prennent alors les noms de fleurs mâles et de fleurs femelles; et ces fleurs elles-mêmes viennent parfois sur des pieds différents, comme dans le chanvre par exemple.

Dans les fleurs hermaphrodites ou des deux sexes, et c'est le plus grand nombre, les étamines, plus ou moins nombreuses, plus ou moins dégagées entre elles, sont insérées autour du pistil, sous ou sur le pistil, différences qui forment un des principaux caractères de classification des végétaux. Une étamine est composée d'un *filet* mince, au bout duquel se balance un épaissement jaunâtre qu'on nomme *anthère*. L'anthère offre une ou plusieurs loges qui en s'ouvrant laissent échapper la poussière fécondante appelée *pollen*.

Le pollen lui-même est un assemblage d'utricules qui renferment dans leur double enveloppe une matière composée d'un fluide épais où nagent de petits corpuscules granuleux; c'est la *fovilla*. Lorsque les grains du pollen arrivent sur cette dilatation terminale du pistil qui a reçu le nom de *stigmat*e, pénétrés par l'humidité de la substance

visqueuse qui recouvre celui-ci, ils se dilatent en un tube qui s'engage dans cet organe, s'allonge, traverse le style, et arrive jusqu'à l'ovaire qu'il doit féconder. Rien ne peut donner une idée de la délicatesse de tout cela. Les granules de la fovilla qui ont pénétré dans le tube ont paru animés d'une espèce de mouvement rotatoire.

Le cylindre creux qu'on appelle *style* dans le pistil et qui porte le stigmate, manque parfois, comme dans les pavots ; d'autres fois il se bifurque et semble offrir plusieurs pistils. On a observé les rapports d'intimité qui s'établissent entre les pistils et les étamines pendant le temps de la fécondation ; ils se penchent les uns vers les autres, le plus souvent les étamines vers les pistils, allant tour à tour toucher le stigmate et se rejetant ensuite en arrière ; cette manœuvre est très-curieuse.

Lorsque les organes sexuels existent sur des fleurs séparées, c'est alors le vent, ce sont les abeilles et autres insectes qui font l'office d'intermédiaires entre les fleurs mâles ou à étamines et les fleurs femelles ou à pistils, et transportent des unes aux autres le pollen fécondant.

L'ovaire rendu fécond par ce contact est un renflement creux à la base du pistil, à une ou plu-

sieurs loges, lesquelles contiennent les *ovules*, qui s'y montrent différemment disposés et sont en plus ou moins grand nombre dans chaque loge. Suspendus à un prolongement de la paroi, les ovules s'y développent en *graines* parfaites. Celles-ci, quelles que soient leurs formes et leurs dimensions, offrent des corps cellulaires, à plusieurs enveloppes, avec un creux au centre et une petite ouverture au sommet. C'est par cette ouverture appelée *micropyle* que s'est introduit le tube pollinique qui est venu féconder l'ovule. Dès cet instant, dans la cavité fécondée de celui-ci, est apparu l'embryon ou jeune végétal qui, simple vésicule d'abord, finit parfois par envahir toute la graine en se développant aux dépens des matières azotées qui l'entourent. Ce sont ces matières qui forment le *périsperme* et rendent beaucoup de graines nutritives, par exemple, les céréales, d'autres oléagineuses, comme le colza, la navette, etc.

C'est parfois l'ovaire lui-même qui devient comestible. Il en est ainsi dans les *fruits*, ces autres ornements succédant aux fleurs et qui nous rendent si précieux certains végétaux. Dans les poires, les pommes, les abricots, les pêches, les cerises, etc., c'est une des enveloppes de l'ovaire ou

péricarpe qui s'épaissit et forme leur chair délicateuse ; c'est la pulpe que ces enveloppes renferment|que nous aimons dans les oranges, les raisins, les groseilles, etc.

Charnu comme dans les fruits, ou simplement foliacé, l'ovaire, une fois la graine mûre, tombe ou s'ouvre en laissant échapper les semences qui s'en détachent. Celles-ci, disséminées de mille manières, vont alors au sein de la terre reproduire le végétal qui les a portées et nourries ; c'est une dette de reconnaissance.

Il est des plantes qui se reproduisent par semences sans porter de fleurs. J'ajouterai d'ailleurs que les gens non initiés se trompent souvent sur l'existence des fleurs ; ils ne donnent ce nom qu'à ce qui brille et paraît ; or, il y a des fleurs qui se confondent par leur nuance avec le reste du végétal, comme pour plusieurs de nos grands arbres par exemple. Cependant, je le répète, il existe de tristes plantes qui n'ont réellement pas de fleurs ; je t'ai déjà entretenu de ces êtres imparfaits : ce sont les acotylédonés, qu'on appelle aussi *cryptogames*. Mais pour ne pas offrir d'appareils reproducteurs comme dans les cotylédonés, elles n'en portent pas moins à certains endroits de leurs tiges des espèces de sacs, souvent en forme de

bouteilles, et qu'on a assimilés soit aux anthères avec leur pollen, soit aux ovaires avec leurs graines.

La matière contenue dans ces sacs, graines ou pollen, offre de petits corpuscules qui ont été l'objet d'étranges observations : on a remarqué qu'à leur sortie de l'utricule mère ils étaient animés de mouvements semblables à ceux des infusoires, auxquels ils ressemblaient d'ailleurs ; cela se voit particulièrement dans les spores de certaines algues. L'œil s'est-il trompé, ou est-ce réellement la vie animale ?

Mais j'ai hâte d'arriver à celle-ci.

Règne animal. — Voici, mon cher Paul, la seconde forme de la vie, forme que l'on peut considérer comme constituant un degré supérieur de l'être, dépendant d'une organisation plus parfaite de la matière, d'une organisation plus savante, si je puis ainsi parler :

Je t'ai dit sous quel aspect s'offraient à l'observation les organes élémentaires et les tissus animaux, différents des végétaux, avec toujours la cellule pour point de départ pourtant ; tu sais encore quels éléments chimiques entrent dans la composition de ces tissus, l'azote s'ajoutant régulièrement ici au carbone et à l'eau des plantes, et

formant avec eux des composés plus ou moins variés.

La vie chez les animaux, telle qu'elle résulte de cette autre condition première, dépend d'un organisme beaucoup plus compliqué; le corps d'un végétal paraît presque homogène dans ses parties lorsqu'on le compare à l'aspect qu'offre l'intérieur du corps d'un animal supérieur. Il y a pourtant des animaux d'une organisation tellement simple qu'ils se confondent presque avec les plantes; mais il n'en est pas ainsi des quadrupèdes, des oiseaux, de l'homme surtout. Un assemblage d'enveloppes molles soutenues par une charpente solide et formant un tronc et des membres; des cavités intérieures offrant plusieurs membranes et corps mous, de fonctions et d'aspects divers; des canaux qui conduisent les liquides et l'air dans tout cet ensemble, voilà le corps d'un animal supérieur. Mais voyons ce que la science y a encore observé, et d'abord comment s'y conserve la vie.

A cet égard, les animaux comme les végétaux sont soumis à une condition essentielle : c'est la nécessité de puiser leur vie en dehors d'eux. Mais aux uns comme aux autres les mêmes aliments ne conviennent pas : tandis qu'il faut aux plantes

des matières simples et à l'état de dissolution, les animaux veulent des substances organisées, végétales ou animales. On a dit : l'animal prépare son sang, sa chair, seulement quant à la forme, mais il en trouve la substance toute formée dans les plantes, qui, elles, se chargent d'élaborer la matière brute. Il n'y a tout au plus exception que pour l'eau et pour l'air, que les êtres animés trouvent dans la nature inorganique, et qui leur sont aussi nécessaires qu'aux végétaux.

Les matières nutritives passent du dehors dans l'économie des corps animés par *absorption* ou pénétration des tissus avec lesquels ces matières se mettent en contact. Tous les tissus, plus ou moins spongieux, ne sont pas également propres à cette fonction : ainsi l'absorption est presque nulle par la peau si celle-ci n'est entamée. Elle se fait au contraire presque entièrement par les tissus intérieurs ou de l'appareil digestif, et voici de quelle manière.

Le *tube digestif*, sous différents noms, traverse le corps des animaux d'outre en outre, présentant une ouverture à chaque bout chez la plupart, et diverses modifications suivant les espèces. C'est par l'ouverture de la *bouche* qu'entrent les aliments qu'on y introduit ; c'est là qu'ils sont cou-

pés, triturés par les *dents* et avec l'aide de la *langue* chez plusieurs animaux. Les dents, par leur disposition, annoncent les mœurs de ceux-ci; car elles diffèrent à cet égard chez les diverses espèces, suivant que ces espèces se nourrissent de chair, de fruits, d'herbages, etc. Chez d'autres, chez les oiseaux par exemple, c'est plus avant dans le tube digestif que se broient les aliments.

Ceux-ci ainsi préparés et imbibés de ce liquide aqueux que sécrètent les *glandes salivaires* passent de la bouche dans l'*estomac*, à travers l'*arrière-bouche* et l'*œsophage*, et par un mouvement mécanique appelé *déglutition*. Là, dans l'estomac, cette grande poche du tube digestif, les aliments se changent en pulpe grisâtre sous l'action dissolvante du suc que sécrètent les *follicules gastriques* de la membrane qui tapisse l'appareil digestif; au contact des acides et autres principes contenus dans ce suc gastrique, il y a une réaction chimique qui s'opère. Le *chyme* qui en est le résultat, expulsé de l'estomac, passe dans l'*intestin grêle*, où il subit une nouvelle transformation sous l'action d'autres matières sécrétées, entre autres par deux grosses glandes, le *foie* et le *pancréas*.

Je te dirai, avant d'aller plus loin, que l'on ap-

pelle *glandes* des organes d'une conformation spéciale où le sang se convertit en diverses humeurs sécrétées au dehors par des orifices à ce destinés, et à diverses fins ; ainsi le foie, les reins, les mamelles, les glandes salivaires et lacrymales, qui sécrètent la bile, l'urine, le lait, la salive, les larmes.

L'action d'agents de cette espèce sur la matière nutritive dans la région intestinale, a pour but d'en achever la dissolution en opérant sur les substances grasses et autres qui s'y rencontrent non dissoutes encore. Cette matière ainsi élaborée prend l'aspect d'un liquide blanc laiteux, transparent chez les oiseaux, salé et amer, et auquel on a donné le nom de *chyle*. C'est à cet état qu'elle est absorbée par les *villosités* ou appendices saillants qu'offre la muqueuse intestinale, pour de là passer dans un système de canaux appelés *vaisseaux chylières* ou *lactés* ; tandis que les aliments non convertis en chyle ou impropres à la nutrition, passent dans le *gros intestin* ou partie inférieure du tube digestif, et sont évacués au dehors.

Tel est, mon cher ami, le travail de la *digestion* chez les animaux supérieurs. La substance alimentaire ainsi préparée et reçue par les vaisseaux chylières qui prennent naissance dans les

replis intestinaux, ou bien les matières qui, comme les liquides, ont été plus directement absorbées par l'estomac, deviennent ensuite cet autre liquide nourricier de tout le corps animal si bien connu sous le nom de *sang*.

Le sang n'est pas le même chez tous les animaux : il est rouge chez les supérieurs, blanc chez les inférieurs tels que les insectes, les mollusques, etc. Du sang blanc, cela nous semble étrange; qu'importe, rouge ou blanc, partout le sang est le nourricier des organes.

Lorsqu'on examine au microscope ce principe de vie chez l'homme et les animaux de l'ordre le plus élevé, on le trouve formé d'un liquide jaunâtre et transparent appelé *sérum*, et de petits corpuscules d'un beau rouge nommés *globules*, plus ou moins volumineux suivant les espèces, circulaires chez les mammifères, elliptiques chez les oiseaux, et chez tous offrant une enveloppe et un noyau central. Les quantités relatives de sérum et de globules varient suivant les espèces, les âges, les sexes; ainsi le sang des hommes et celui des adultes contient moins du premier et plus des seconds que celui des femmes, des enfants ou des vieillards. Lorsque ces proportions sont dérangées, le corps en souffre et dépérit; il y a dans le

sang une excitation nécessaire à la vie attribuée surtout à la présence des globules ; c'est dans les oiseaux, ces êtres pleins de vivacité, que ceux-ci s'offrent en plus grande proportion.

Quant à sa composition chimique, on peut dire que le sang, chez les animaux, contient tous les matériaux de leur corps. Chez l'homme, par exemple, avec soixante-dix-neuf pour cent d'eau, il renferme dix-neuf centièmes d'une matière dont le blanc d'œuf peut te donner une idée, l'*albumine*, base d'un grand nombre de tissus ; en outre, quelques millièmes de *fibrine*, principe constituant des chairs, et, pour le reste, une matière colorante ferrugineuse, et divers sels de soude, de chaux, d'ammoniaque et autres qui se rencontrent dans les os et les humeurs.

Ces divers principes sont distribués par le sang à tous les organes de la vie, au moyen d'un système de canaux qui parcourent en tous sens le corps des animaux supérieurs. C'est là l'effet de la *circulation*, ce phénomène découvert par Harvey, médecin anglais, en 1619 ; comme la sève dans les plantes, le sang circule dans les êtres animés pour y entretenir la vie, et sous l'impulsion d'un appareil particulier ; je m'explique.

Une fois le chyle absorbé par les vaisseaux lym-

phatiques ou chylifères, il est conduit vers les vaisseaux sanguins, se rapprochant de plus en plus, en avançant vers ceux-ci, de la nature du sang, sa dernière transformation. Les vaisseaux sanguins comprennent les *veines*, canaux superficiels, à parois minces et flasques, que nous voyons saillir sous notre peau en lignes bleuâtres, et les *artères*, plus intérieures, à gâines épaisses et élastiques. Le sang est d'abord poussé dans celles-ci par l'effet d'un organe moteur, qui est, plus que tout autre, considéré comme le siège de la vie : c'est le *cœur*, muscle creux, de forme connue, placé au côté gauche de la poitrine, divisé en quatre cavités qui communiquent entre elles et offrent des *mouvements de contraction et de dilatation* qui se succèdent alternativement. C'est sous cet aspect du moins que le cœur se présente dans l'homme.

Ce mot, dans notre bouche, ne répond souvent guère à une description aussi matérielle, alors que le cœur y est synonyme de sentiment. Ce qui est certain, c'est qu'aucun organe ne semble mieux obéir que le cœur aux mouvements de l'âme. Sous l'empire d'une émotion, on sent s'accélérer ou se ralentir ses battements, qui, chez l'homme adulte, sont de soixante à soixante-

quinze par minute dans l'état ordinaire ; c'est le sang avec la vie qui circulent plus ou moins vite.

De ces mouvements du cœur dépend donc la circulation. Le sang, reçu dans la partie gauche de cette poche charnue, est de là poussé, comme par un effet de pompe foulante, dans une grosse artère, nommée *artère aorte*, dont les nombreuses subdivisions le transmettent à toutes les parties du corps, jusqu'à ce qu'il rencontre les derniers embranchements des veines, qui le ramènent vers la partie droite du cœur. Cette circulation, plus ou moins rapide, plus ou moins saccadée, se fait sentir dans certains endroits du corps, et telle est l'origine du *pouls*, si souvent consulté dans nos maladies.

Mais ce n'est pas tout : le sang revenu ainsi dans les cavités droites du cœur, avant de rentrer dans les cavités gauches d'où il est sorti, doit passer par les *poumons* et subir une circulation secondaire. Les poumons, dans les animaux supérieurs, sont des organes suspendus dans la poitrine et simulant comme deux ailes charnues à droite et à gauche du cœur. Le sang, poussé par les contractions de celui-ci, leur arrive par les *artères pulmonaires*, se répand par mille petits ca-

naux dans leur intérieur, puis, par les *veines pulmonaires*, reprend le chemin du cœur pour recommencer son cours. Mais que va faire le sang dans les poumons? Voilà sans doute ce que tu désires savoir.

Le sang, après avoir partout porté la nourriture aux organes, revient *appauvri* vers le cœur, c'est-à-dire ayant perdu ses qualités vivifiantes; sa couleur a changé, de rouge vermeil qu'il était dans les artères, il est devenu rouge-noirâtre dans les veines; il contient en général moins de globules. Pour reprendre ses facultés premières et continuer à entretenir la vie, il doit nécessairement subir l'action de l'air; or, c'est dans les poumons que s'opère cette régénération. Ceux-ci sont mis en communication avec le dehors par un tube traversant la partie antérieure du cou et s'ouvrant dans l'arrière-bouche; c'est la *trachée-artère*. L'air entré par ce conduit est introduit dans les poumons, lesquels le reçoivent dans une multitude de petites cellules intérieures où il se rencontre avec le sang qu'y a poussé le cœur par une autre voie. Cette organisation toute particulière des poumons est sujette à s'altérer dans l'homme; de là cette triste maladie, la phthisie pulmonaire, qui fait tant de victimes.

Cet air, sans lequel nous ne pouvons vivre, doit être constamment renouvelé dans les cellules pulmonaires où il s'altère vite; c'est à quoi la nature a pourvu, et c'est ce qui constitue la *respiration* chez les animaux.

La poitrine ou *thorax*, où se trouvent les organes respiratoires, est une espèce de cage osseuse, à parois mobiles, formée par les côtes, et fermée inférieurement par le muscle *diaphragme* qui la sépare de l'estomac. Par les contractions de ce muscle, combinées avec le soulèvement et l'abaissement des côtes, la poitrine s'agrandit ou se resserre, et par conséquent les poumons s'y dilatent ou s'y compriment; dans le premier cas, l'air extérieur s'y précipite par la bouche, les fosses nasales et la trachée-artère; dans le second cas, il en est expulsé par les mêmes voies; c'est le jeu d'un soufflet; de là ces mouvements alternatifs d'inspiration et d'expiration qui constituent la respiration, mouvements qui s'opèrent plus ou moins rapidement par l'action naturelle de ce mécanisme; ils sont plus fréquents dans l'enfance que chez l'homme adulte, et dans ce dernier l'on compte en général seize inspirations par minute, répondant à l'introduction de cinq litres et demi d'air.

C'est ainsi que le sang, en contact avec l'atmosphère, de *veineux* qu'il était redevient *artériel*. C'est là un fait d'une nature toute chimique. L'on a trouvé que l'air exhalé n'était plus le même que l'air respiré, qu'il contenait de l'acide carbonique et de la vapeur d'eau en plus, et de l'oxygène en moins; de ce fait et d'autres, la science a conclu que le sang dans les poumons retenait l'oxygène de l'air introduit, et qu'il perdait une quantité correspondante d'eau et d'acide carbonique. C'est donc à l'oxygène qu'est due cette transformation nécessaire du liquide nourricier.

L'intervention de l'air atmosphérique est, comme tu vois, un phénomène général de la vie. Nous l'avons signalée comme nécessaire pour donner toutes ses qualités à la sève des végétaux; elle est nécessaire chez les animaux pour maintenir au sang ses propriétés vitales. L'homme ne peut cesser de respirer pendant plus de trois minutes sans périr par asphyxie, comme une lampe qui s'éteint. Au contraire, on a remarqué que plus la respiration chez les diverses espèces est puissante et active, plus la vie y paraît énergique. Ainsi les oiseaux, si vifs, consomment plus d'air que tous les autres animaux; chez eux, en effet, la respiration n'est pas limitée aux poumons,

mais l'air pénètre au delà jusque dans l'intérieur des autres organes.

Chez les êtres inférieurs, au contraire, la respiration, de même que la circulation, sont moins complètes, et les appareils sont différents. Ainsi, il y a également un organe moteur de la circulation dans la plupart d'entre eux, mais autrement conformé : Chez les reptiles le cœur n'offre que trois cavités, deux seulement chez les poissons, une seule chez les crustacés, et dans cet organe simplifié il ne passe, ici que du sang veineux, là que du sang artériel, ailleurs ils se trouvent mêlés ensemble. Les insectes, eux, n'offrent pas de cœur, et la circulation se fait non à travers des vaisseaux où le sang est renfermé, mais dans des lacunes ou interstices qui existent entre leurs organes. D'autre part, les poumons sont remplacés dans ceux-ci par des *trachées* ou vaisseaux qui portent également l'air dans toutes les parties de leur corps et communiquent à l'extérieur par plusieurs ouvertures ou *stigmates* ; tandis que chez les animaux aquatiques, les organes respiratoires, appelés *branchies*, sont extérieurs, saillants, composés de filaments rameux, ou de lamelles disposées ainsi que les feuillets d'un livre, comme dans les poissons.

Tu me demanderas peut-être comment les poissons peuvent respirer dans l'eau : c'est que celle-ci contient une certaine quantité d'air qu'absorbent leurs branchies et qui suffit à ces animaux. Pas plus que les autres, en effet, ils ne peuvent se passer entièrement d'air ; l'air, ou plutôt l'oxygène qu'il contient et dont l'action est tempérée par l'azote auquel il est uni, est une condition de vie pour tous. Remarque, à ce sujet, que l'oxygène dépensé par les animaux, rentre dans l'atmosphère par l'intermédiaire des végétaux, qui, ainsi que je te l'ai dit, dégagent ce gaz à la lumière ; tandis que les premiers payent en acide carbonique qu'ils exhalent ce service que leur rendent les végétaux ; d'où équilibre et harmonie partout.

De tout ce que je viens de te dire, il résulte que l'animal n'existe que par les aliments qu'il digère, par l'air qu'il respire, et par la circulation du sang dans l'intérieur de ses organes. Les aliments doivent pourvoir le sang des matériaux nécessaires à l'accroissement et à l'entretien de ces organes, et réparer les pertes qu'il subit du chef des diverses humeurs qui se forment à ses dépens et sont expulsées par la voie des sécrétions. L'on a calculé que pour satisfaire à ces besoins, l'homme devait absorber en vingt-quatre heures cent cinquante-

six grammes en moyenne de matières azotées, fibrine ou gluten. Et lorsque le sang n'est pas suffisamment pourvu de ces principes et autres nécessaires à la vie, il les enlève, paraît-il, aux tissus déjà formés; le corps s'y dissout en quelque sorte et dépérit. Lorsqu'au contraire les substances alimentaires sont en excès, elles se déposent dans l'intérieur du corps sous forme de *graisse*.

Mais les aliments, avec l'oxygène introduit dans le sang par les voies respiratoires, ont un autre résultat : ils fournissent à la *combustion* qui s'opère dans l'intérieur de l'économie animale. J'ai déjà mentionné ce fait en te parlant de chimie. Le carbone et l'hydrogène des matières alimentaires se combinent avec l'oxygène respiré, et, *brûlés* sous l'influence de celui-ci, ils sont expulsés, ainsi que nous l'avons vu, sous forme d'acide carbonique et d'un peu d'eau. On a trouvé que pour entretenir cette sorte de combustion, l'homme devait absorber en moyenne cinq cent soixante grammes de matières carbonées, amidon ou sucre.

Cette combustion est le principe de la chaleur qui se développe plus ou moins dans tous les animaux. La chaleur animale est un fait général comme la respiration qui le produit ; seulement

il y a des êtres où elle est presque insensible, ce sont les *animaux à sang froid*; au contraire, dans l'homme, les mammifères, etc., elle s'élève jusqu'à quarante degrés centigrades, et atteint même quarante-deux degrés chez les oiseaux. En général, plus il y a d'oxygène inspiré, plus il y a de chaleur produite. On trouve, en outre, un rapport remarquable entre cette température intérieure et la richesse du sang en globules : les oiseaux qui ont le sang le plus chaud sont aussi les animaux chez lesquels il est le plus riche.

Il paraît que de cette combustion dépend la formation de toutes les parties du corps animal, en d'autres termes, l'*assimilation* ou changement du sang en tissus divers constituant l'être animé. Mais ici une foule de questions se pressent et restent sans solution : qu'est-ce qui fait que tel tissu s'approprie plutôt telle partie du sang que telle autre ? Qu'est-ce qui détermine l'arrangement des molécules dans les organes, la texture et les formes de ceux-ci ? Comment les molécules nouvelles participent-elles à la vie des anciennes ?... Sur tous ces points et d'autres la science est en défaut. Cependant on voit apparaître ici l'influence d'une autre catégorie d'organes qu'il s'agit maintenant d'examiner, ce sont ceux qui composent le *système nerveux*.

On trouve dans le corps de l'homme et de la plupart des animaux, une matière molle, pulpeuse, blanche ou grise, en masses plus ou moins considérables, ou sous forme de cordons allongés et ramifiés : c'est le *tissu nerveux*, ce sont les *nerfs*, pièces des plus importantes dans la machine animale.

Sous le nom de *ganglions*, de petites masses de cette matière, distribuées de distance en distance, depuis la tête jusqu'à l'abdomen, poussent des ramifications dans les poumons, le cœur, l'estomac, les intestins, les vaisseaux sanguins; c'est cette partie du système qui paraît influencer sur les fonctions de nutrition que nous venons d'examiner; comment? C'est ce que je ne puis te dire. Mais cette première portion de l'appareil nerveux se relie avec une seconde d'où dépendent d'autres fonctions que j'ai maintenant à te faire connaître et qui distinguent tout particulièrement les animaux, c'est-à-dire des fonctions qui les mettent en relation avec les êtres environnants et les font vivre d'une autre vie que de la vie purement végétative des plantes : cette partie intéressante du système a reçu de la science le nom de *cérébro-spinal*.

Tandis que les nerfs du système ganglionnaire

s'étendent aux organes intérieurs de la nutrition, ceux du système cérébro-spinal se distribuent aux organes extérieurs des sens, à la peau, aux muscles, et sont les agents de la *sensibilité* et du *mouvement* chez les êtres animés. Nous entrons ici, mon cher Paul, dans un ordre de choses tout nouveau; mouvement et sensibilité, voilà des mots qui n'avaient pas encore été prononcés.

Qu'est-ce qui se passe dans un animal lorsqu'il sent d'abord?

Tu ne dois pas ignorer qu'on a reconnu cinq portes extérieures par où entrent les sensations et les notions du monde matériel chez l'homme et les animaux supérieurs : ce sont les organes des *cinq sens*. C'est le *toucher* d'abord, qui fait apprécier la grandeur, la forme, la température, la consistance des objets. La peau est l'intermédiaire principal par lequel s'exerce cette faculté. Membrane plus ou moins épaisse recouvrant la surface du corps, la peau se compose de deux parties, une intérieure, le *derme*, la seule sensible, l'autre extérieure, l'*épiderme*, simple enveloppe protectrice, sèche et complètement insensible; c'est dans la première que réside la sensibilité tactile. Cette sensibilité générale pour tout le corps est pourtant plus particulière à certaines parties,

comme la main de l'homme, instrument perfectionné du tact ; comme encore la trompe de l'éléphant.

Par leur contact avec certaines parties intérieures de la bouche, surtout avec la langue, les matières alimentaires donnent les sensations diverses du *goût*. On a remarqué qu'il n'y avait que les substances solubles dans l'eau qui eussent de la saveur. Chez les oiseaux, chez les poissons, le goût paraît presque nul, leur langue se trouvant mal conformée à cet égard ; ce qui ne les empêche pas d'être gourmands comme les autres.

Les particules invisibles ou gazéiformes qui s'échappent des corps odorants et se répandent dans l'atmosphère, lorsqu'elles viennent en contact avec la membrane qui tapisse les *fosses nasales*, provoquent le sens de l'*odorat*. Il est des animaux qui ont ce sens plus développé que l'homme, et chez lesquels cette membrane offre plus d'étendue. Il en est d'autres, au contraire, comme les insectes, qui ne présentent pas d'organe de l'odorat.

Avec le toucher, le goût et l'odorat, l'ouïe et la vue composent les cinq sens. A la différence des premiers, ce n'est pas par contact immédiat que ces deux derniers donnent la connaissance des

choses, mais bien par agents intermédiaires. L'ouïe connaît des sons au moyen des vibrations de l'air, lorsqu'elles se communiquent au tympan ainsi qu'aux autres parties de l'oreille; la vue nous fait juger de la forme, de la couleur, de la position des corps, à l'aide des rayons lumineux que dirigent ces corps vers la pupille et qui vont imprimer leur image au fond de l'œil. Les notions que tu possèdes déjà sur le son et la lumière t'aideront à comprendre ces choses. Il s'agirait maintenant de te donner une description des organes si compliqués et si délicats de l'ouïe et de la vue, c'est-à-dire de l'oreille et de l'œil; pour ne pas trop retarder notre marche, je te renvoie aux savants qui ont écrit sur la matière.

Mais quels rapports existent entre le système nerveux, dont il vient d'être question, et les organes des sens? Voilà, sans doute, ce que tu désires savoir.

Eh bien, la sensibilité dépend de nerfs particuliers qui viennent se rendre dans chacun de ces organes: qui forment de petites saillies ou *papilles* sur la peau et la langue, qui sillonnent la membrane siège de l'odorat, qui baignent dans les liquides dont les poches de l'oreille interne sont remplies, qui s'épanouissent au fond du

globe oculaire ; coupez ces nerfs, il n'y a plus de *sensations*. Chacun d'eux a des propriétés spéciales, exclusives de toutes autres : la lumière agit sur le nerf optique, elle n'affecte aucunement les nerfs du toucher ou du goût ; le nerf olfactif est sensible aux odeurs, qui laissent indifférent le nerf acoustique ; une piqûre met en révolution les nerfs du tact, elle ne produit aucune douleur dans ceux de la vue.

Ces nerfs qui jouent un si grand rôle dans l'organisme animal, apparaissent, je te l'ai dit, sous forme de cordons d'une matière blanche ou grisâtre. Ces cordons sont composés d'un grand nombre de fibres élémentaires qui, très-divisées à l'extrémité des nerfs, se réunissent ensuite en faisceaux, et se rattachent à un centre commun nommé *encéphale*, lequel se compose du cerveau, du cervelet et de la moelle épinière : un mot de ces trois parties capitales du système nerveux, telles qu'elles existent dans l'homme et les animaux qui s'en rapprochent le plus.

Le *cerveau*, la portion la plus volumineuse de l'encéphale, occupe toute la partie supérieure de la boîte osseuse qu'on connaît sous le nom de *crâne* ; c'est une masse de cette matière pulpeuse qui constitue le tissu nerveux, grisâtre en de-

hors, blanche en dedans, formant un corps de forme ovoïde ; le gros côté tourné en arrière, et avec une scissure profonde au milieu qui le divise en deux hémisphères. Parmi beaucoup d'autres particularités, il offre à sa surface des sillons tortueux et des éminences contournées sur elles-mêmes comme les replis d'un intestin. On a remarqué que ces sillons et ces éminences étaient plus prononcés dans l'homme fait que dans l'enfant nouveau-né et que dans la plupart des animaux.

Sous le cerveau, et à la partie postérieure de la tête, se trouve le *cervelet*, corps beaucoup moins volumineux, divisé comme le cerveau en deux lobes latéraux et présentant à la surface une multitude de lames disposées comme les feuillets d'un livre.

Le cerveau et le cervelet se prolongent dans la *moelle épinière*, gros cordon de matière nerveuse qui descend le long du dos, protégé par une gaine osseuse appelée *colonne vertébrale* ou *épine dorsale*. Un sillon longitudinal divise en deux parties égales cette portion de l'encéphale, dans laquelle, en outre, on remarque divers renflements. En sens inverse de ce qui a lieu dans le cerveau, ici la matière est grisâtre en dedans et blanche en dehors. Je ne parle pas des membranes et des en-

veloppes qui, indépendamment de sa gaine osseuse, protègent cet organe si sensible, de même que le cerveau et le cervelet.

Voilà le centre commun auquel viennent se rattacher tous les nerfs, ou plutôt c'est de ce centre que partent toutes les branches du système cérébro-spinal, comme d'un arbre de vie, pour se diviser et se distribuer à tous les organes du corps animal. La science compte de la sorte quarante-trois paires de nerfs, douze partant de la base du cerveau, trente-une sortant à droite et à gauche de la colonne vertébrale et sur toute sa longueur. Ce sont les premiers, ou nerfs cérébraux, qui gouvernent la plupart des facultés sensibles.

Qu'arrive-t-il donc lorsque je palpe, lorsque je goûte, lorsque je flaire, lorsque j'écoute, lorsque je regarde? L'expérience démontre que dans tous ces cas l'organe reçoit simplement l'impression par contact, que le nerf ne fait que transmettre cette impression, et que c'est uniquement le cerveau qui la *perçoit*, qui en a conscience, et par lequel enfin a lieu la connaissance des choses. Celui-ci est d'ailleurs insensible par lui-même; on peut le déchirer sans que l'animal manifeste la moindre douleur; mais si on l'enlève, tout est paralysé, il en résulte un état de stupeur com-

plète, un être vivant devient comme une bûche. Le cerveau est dans la vie de relation ce que le cœur est dans la vie de nutrition, le centre d'action.

Mais ce n'est pas tout : le cerveau reçoit non-seulement des impressions, il donne aussi des ordres, *il envoie le mouvement*. Le mouvement, en effet, cette autre manière d'être de la nature animée, se communique du cerveau par l'intermédiaire des nerfs et de la moelle épinière aux diverses parties du corps; que l'une de ces parties cesse d'être en communication avec cette portion de l'encéphale, et aussitôt tout mouvement devient impossible, le membre est paralysé.

Les nerfs qui, ainsi que des fils télégraphiques, transmettent le mouvement et les ordres du cerveau, sont en grand nombre, la plupart sortant de la moelle épinière : tels sont les nerfs intercostaux, les nerfs lombaires, les nerfs des bras, les nerfs des jambes, etc.

Il est vrai qu'ils appartiennent aussi à la sensibilité *tactile* par quelques-unes de leurs fibres et par l'une des deux racines qui les rattachent tous à l'axe cérébro-spinal; ainsi, lorsqu'on coupe la racine *postérieure* de l'un de ces nerfs, il cesse de transmettre les impressions, tandis que la

section de la racine *antérieure* détermine la paralysie des mouvements sans détruire la sensibilité.

Cette influence du cerveau et du cervelet sur le mouvement n'est pas la même dans toutes leurs parties. Il a été fait, à ce sujet, des expériences singulières, et d'où il résulte que telle portion de ces organes porte un animal à s'élaner en avant sans qu'il puisse s'arrêter, et que telle autre ne lui permet que des mouvements rétrogrades, etc.; on en a aussi pu conclure que l'une des fonctions du cervelet est de *régler* les mouvements de la locomotion.

Le cerveau d'ailleurs, tu le sais, ne paraît pas influencer sur les mouvements involontaires des organes de la nutrition; il n'a d'action que sur les organes extérieurs et de relation, qu'il dirige dans leurs mouvements par l'intermédiaire des nerfs et au moyen des muscles et de la charpente osseuse qui soutient le corps des animaux supérieurs. J'ai à t'expliquer ce mécanisme.

Les *muscles* d'abord, c'est ce qu'on appelle vulgairement la *chair* chez les animaux, et qui constitue la majeure partie de leur corps. Chaque muscle est formé par la réunion de faisceaux de plus en plus petits d'une matière blanche et élas-

tique, composée surtout de fibrine. Examiné de plus près, le tissu musculaire laisse voir une multitude de fibres élémentaires rangées parallèlement, et dont chacune paraît être formée d'une suite de petits disques. L'on explique par le rapprochement de ceux-ci le mécanisme de la contraction.

Les muscles, en effet, ont la faculté de se raccourcir et de s'étendre alternativement, et c'est en vertu de cette faculté, appelée *contractilité*, qu'ils deviennent les principaux instruments de nos mouvements. En se raccourcissant, en rapprochant ses extrémités, un muscle entraîne les parties mobiles auxquelles ces extrémités sont souvent fixées par des membranes ou des *tendons*; de là les mouvements imprimés à ces parties, de là, par exemple, les mouvements de tes bras, de tes jambes.

Mais pour cela il faut l'intervention du système nerveux. Chaque muscle reçoit donc un ou plusieurs nerfs dont les filaments se répandent partout, en passant transversalement sur les fibres musculaires, puis ils se recourbent en anses pour retourner vers le cerveau. Ainsi, lorsque je veux saisir ce livre, mon cerveau commande, les nerfs de mon bras transmettent l'ordre, et mes muscles

obéissent; telle est l'histoire du phénomène de la contractilité musculaire.

Cette faculté ne dure qu'un certain temps, après lequel il faut que les muscles se relâchent. Elle est d'autant plus résistante et plus puissante que ces organes sont plus gros, plus fermes, plus rouges, et, d'autre part, que l'énergie nerveuse est plus grande. L'on a vu celle-ci toute seule produire des effets étonnants chez les fous et les hommes en colère. Lorsqu'elle est unie à la force musculaire, elle fait des prodiges; mais on remarque que le plus souvent dans notre espèce ces forces s'excluent.

On trouve des animaux, tels que les mollusques, où les muscles seuls constituent tout l'appareil du mouvement; insérés à la membrane qui leur sert d'enveloppe, c'est sur elle qu'ils agissent pour faire mouvoir ces animaux. Mais il est des êtres d'une structure plus parfaite, où l'appareil du mouvement se complique d'une charpente intérieure, solide, à laquelle les muscles s'attachent, et qui constituent ces grands corps décharnés, symboles de la mort, bien connus sous le nom de *squelettes*.

Les *os* dont le *squelette* est composé sont des corps *cartilagineux* imprégnés de sels calcaires

et autres substances minérales qui les rendent très-durs. La substance animale ou cartilagineuse qu'ils renferment, dans la proportion d'un tiers environ, substance blanche, compacte et élastique, est seule d'abord à les composer dans les jeunes animaux, dans les enfants nouveau-nés; elle reste même l'élément unique de la charpente de quelques poissons, tels que les raies; mais, chez la plupart des vertébrés, elle ne tarde pas à se charger de matières qui les rendent durs et cassants; ce sont ces matières, appartenant au règne inorganique, qui font que les os seuls résistent à la décomposition rapide que subit le corps des animaux après leur mort.

Ces os dans tout squelette sont en grand nombre, de toutes formes et de toutes dimensions, d'un tissu plus ou moins solide selon la nécessité, les uns creux en dedans pour être plus légers, les autres percés de trous pour le passage des nerfs et des vaisseaux. Dans le squelette humain, par exemple, il y a les os de la *face* et ceux du *crâne*, ceux-ci formant une boîte très-solide supportée en arrière par la *colonne vertébrale*. Cette dernière, qui sert d'étui à la moelle épinière, est la pièce capitale dans l'ensemble, et celle qui soutient toutes les autres; elle est composée de trente-trois

petits os appelés *vertèbres*, unis entre eux bout à bout, et elle occupe la partie médiane et postérieure du corps, depuis la tête jusqu'au bas des reins. Aux vertèbres dorsales viennent s'articuler les *côtes*, pour former les barreaux de cette cage qu'on appelle *thorax*, et se relier sur le devant de la poitrine à l'os *sternum*. C'est sur cette cage osseuse que viennent se fixer les membres supérieurs ou les *bras*, avec l'*omoplate*, pièce fixe de notre partie dorsale, pour base principale et point d'appui. A la partie inférieure du tronc, les os des hanches insérés au bas de la colonne vertébrale, et se reliant également sur le devant pour former une ceinture osseuse, sont une autre base pour les *cuisses* et les *jambes*. Ces membres eux-mêmes, tant supérieurs qu'inférieurs, se composent de plusieurs os sur lesquels tu trouveras des détails dans les traités d'anatomie. J'en ai dit assez pour te donner une idée de ce qu'est notre pauvre squelette, dont toutes les parties d'ailleurs ont leurs analogues dans les animaux qui se rapprochent le plus de l'homme.

C'est du squelette que dépendent les formes de ces animaux. Ses diverses parties sont unies entre elles de manière à se prêter aux mouvements et aux attitudes du corps. De là ces articulations mo-

biles des membres, qui permettent aux os de se mouvoir les uns sur les autres, simplement maintenus en contact par une substance intermédiaire élastique, ou par des ligaments qui leur servent d'arrêt.

Conçois-tu maintenant ce qu'est le mécanisme de ces machines composées d'os et de muscles? Les muscles s'étendent d'une partie à l'autre du squelette, fixés aux os par des membranes ou des tendons. Chaque organe a les siens, opérant de manières diverses d'après la nature des mouvements. Lorsque sous l'influence des nerfs un muscle se contracte, il entraîne l'os le plus mobile auquel tient l'une de ses extrémités vers le plus fixe auquel il se rattache par l'autre bout. A leur tour les os, en s'appuyant les uns sur les autres, sont des leviers qui soulèvent des fardeaux, qui déplacent le corps, etc. ; tu sais qu'en mécanique tout repose sur la science du levier ; or, dans la mécanique naturelle des êtres animés, si les moteurs sont différents, les lois restent les mêmes.

Je devrais bien te dire maintenant combien ce mécanisme est ingénieux, à la fois solide et délicat, combien il se prête à toutes les nécessités. Je devrais encore t'expliquer son action dans la locomotion, les attitudes du corps ; mais je préfère

laisser aux leçons des savants le soin de t'instruire de tout cela.

Cet appareil du mouvement animal, comme je te l'ai dit, est mis en jeu sous l'influence du système nerveux. Il existe un état périodique de l'organisme vivant où cette influence est comme suspendue : c'est le *sommeil*. En cet état, les fonctions de relation s'arrêtent, l'activité de la vie en général diminue. Ce repos des organes, cette mort d'un moment qu'impose la nature, c'est une condition essentielle de l'existence. On a même remarqué une sorte de sommeil chez les plantes.

Il me reste une circonstance curieuse à signaler. On a trouvé qu'il y avait un agent dans la nature capable de remplacer l'influence nerveuse dans la contraction musculaire : cet agent bien connu de nous déjà, c'est l'électricité. Si on paralyse un muscle par la section du nerf qui lui est propre, un courant électrique lui rend ses premières facultés ; si l'on fait passer ce courant à travers le corps d'un supplicié, l'on voit le cadavre agité de convulsions effrayantes. On a conclu de là qu'il s'échappait de l'encéphale un fluide analogue à l'électricité et que c'est à son influence qu'il fallait attribuer les contractions musculaires.

Il a, du reste, été reconnu que les muscles eux-mêmes étaient traversés par des courants électriques.

Serait-ce aussi l'électricité qui porterait au cerveau l'impression produite par les corps sur les organes des sens ? Rien ne le prouve ; les fibres nerveuses communiquent cette impression au cerveau, voilà ce qui paraît certain ; mais comment ? c'est ce qu'on ignore.

Que se passe-t-il, d'ailleurs, dans le cerveau lorsqu'il perçoit la sensation, lorsqu'en lui se fait le travail de la pensée humaine ? Mystère que tout cela ; le cerveau n'offre qu'une masse de matière inerte en apparence qui ne laisse rien apercevoir. Seulement on a fait cette remarque générale aux espèces et même aux individus, qu'un cerveau plus volumineux annonçait une plus grande intelligence ; ainsi, sous ce rapport, c'est l'homme qui tient le premier rang, ensuite vient le singe, puis les carnassiers, et parmi les animaux supérieurs ce sont les poissons, qui paraissent les plus stupides, qui offrent le cerveau le plus petit. Il y a pourtant plus d'une exception à cette règle. J'ajouterai qu'on voit habituellement le crâne et les parties basses de la face développés en proportions inverses ; un front large et droit est le signe

de l'intelligence, des mâchoires saillantes et fortes sont l'indice de la brutalité.

Mais pourquoi telle conformation produit tels effets, voilà encore une fois ce qu'on ignore. Ici, mon cher Paul, finit l'observation sensible; nous touchons à la grande limite qui sépare le monde physique du monde moral, et je m'y arrête.

Mais les êtres qui se nourrissent, sentent et se meuvent, offrent une autre fonction importante, ils se reproduisent. La science a tâché de pénétrer cet autre mystère de la génération des animaux. Ici, comme ailleurs, on a accumulé beaucoup de faits sans pouvoir toujours parvenir jusqu'aux causes. Voici, au surplus, ce qu'on sait à ce sujet.

Dans chaque espèce animale, comme tu sais, il y a en général deux êtres, offrant entre eux certaines différences d'organisation, dont le concours est nécessaire pour la reproduction, en d'autres termes, dont l'union ou l'accouplement produit un ou plusieurs autres êtres semblables à eux; c'est dans le sein de la femelle fécondée par le contact du mâle que ceux-ci, dans ce cas, prennent naissance.

Chez les animaux, les organes sexuels ne se trouvent donc pas réunis sur les mêmes individus, tout à la fois mâles et femelles, comme chez la

plupart des végétaux. Cependant dans les êtres inférieurs il est des espèces, tels sont les polypes, où les sexes ne sont pas distincts, et où un seul individu se suffit à lui-même dans l'œuvre de la reproduction. Il est d'autres animaux qui, bien que de sexes distincts, ne s'accouplent pas, et dont le mâle par sa semence féconde uniquement les œufs pondus par sa femelle; ainsi en est-il des grenouilles et de la plupart des poissons.

Qu'il y ait ou non accouplement, l'union des matériaux fournis par les deux sexes est, en tout cas, nécessaire pour la production du nouvel être; il faut que le germe maternel soit vivifié, fécondé; mais comment? Qu'est-ce que l'acte générateur? que se passe-t-il, par exemple, dans cette conjonction des sexes que la nature a entourée de tant d'attraits pour arriver à ses fins? On ne connaît guère que les circonstances extérieures de cet acte, mais non sa nature intime. On a fait plusieurs hypothèses. Il y a, paraît-il, comme une secousse électrique entre les sexes; l'électrisation du germe produit un *foyer de vitalité* au sein de la femelle; dès ce moment on dit que celle-ci a *conçu*.

Dès que la conception a eu lieu, quelle qu'en soit la cause première, il y a mise en œuvre des matériaux déposés autour du foyer de vie qui en

est le résultat; l'*embryon* se développe soit dans le sein de la mère, comme chez les *vivipares*, soit dans l'œuf qu'elle pond, comme chez les *ovipares*; modes différents de reproduction qui divisent les animaux en deux classes. Chez les ovipares, qui comprennent les poissons, les reptiles, les oiseaux et beaucoup d'insectes, l'embryon n'a plus besoin, pour se développer dans l'œuf, que de chaleur; on le voit alors s'organiser plus ou moins rapidement et absorber peu à peu les matières nutritives qui l'entourent, jusqu'à ce que le jeune être brise l'enveloppe qui l'emprisonne et sorte de sa coque pour prendre sa part de vie. Il est curieux d'étudier, sur un œuf de poule par exemple, les progrès de l'organisation animale, les diverses pièces du mécanisme vivant apparaissant les unes après les autres.

Chez les vivipares, notamment chez les mammifères, le jeune animal ne passe pas par cette phase intermédiaire de l'œuf, mais il sort tout conformé du sein maternel. Assemblage informe de membranes dans les premiers temps de la conception, sans adhérence avec les organes qui l'entourent, ce n'est que plus tard, après trois mois dans l'espèce humaine, qu'il est mis en communication directe de fluides avec la mère et nourri de son

sang par les vaisseaux de l'appareil reproducteur. Dès lors, il s'établit dans le *fœtus* une circulation particulière, et même il respire; mais ce n'est qu'après la naissance toutefois qu'a lieu la respiration pulmonaire.

Quand commence la vie? quand peut-on dire qu'il y a un nouvel être existant? Lorsqu'au trentième jour de sa formation, par exemple, le fœtus humain est comparé par Aristote à une fourmi pour le volume et la forme, peut-on dire qu'il vit? Voilà ce qu'on se demande; questions difficiles à résoudre. Il y a eu vie au sein de la mère, mais incomplète. Tout, semble-t-il, vient progressivement, les facultés et les organes. Même après la naissance, le jeune animal a de profondes modifications à subir pour arriver à la plénitude de la vie selon sa nature. Il naît d'ailleurs plus ou moins parfait suivant les espèces. Ainsi le jeune canard, tout en sortant de l'œuf, trotline et va à l'eau, tandis que les mammifères en général naissent faibles, presque sans mouvement ni sensibilité. En outre, ceux-ci, pour achever leur premier développement, ont encore besoin d'en puiser la substance au sein de la mère dans le lait que sécrètent ses mamelles. Leur entier accroissement se fait ensuite plus ou moins rapidement,

et l'on a remarqué qu'il était le plus souvent en rapport avec la durée de la vie, plus lent où la vie est plus longue.

Inutile de te dire que chez les animaux le fruit de la conception n'est pas toujours simple, en d'autres termes, que l'union de deux êtres de différents sexes peut donner lieu à la naissance de plusieurs autres de la même espèce; chez les vivipares, les porcs et les lapins domestiques nous en offrent des exemples familiers; chez les ovipares, c'est même la règle générale; la fécondité de certains poissons surtout est prodigieuse; on sait que les morues, par exemple, pondent par millions d'œufs; ce n'est comparable comme fécondité qu'à ces champignons appelés *vesse-loup*, et dont chaque grain de poussière est une semence.

Il paraît que chez certains insectes la fécondation donne des résultats plus étonnants encore; ainsi une femelle de puceron est fécondée pour plusieurs générations, c'est-à-dire qu'elle produit de jeunes mères d'où en naissent d'autres sans nouvelle intervention du mâle.

Fécondation, conception, génération, voilà des mots, mon cher ami, sur lesquels il y a encore beaucoup à dire, et qui donnent lieu à plusieurs questions qui restent sans solution : l'embryon

appartient-il au père ou à la mère? le germe préexiste-t-il à l'accouplement? etc. Mais j'en reste là; en jetant un nouveau coup d'œil sur les êtres vivants, je te dirai si de toutes ces notions sur le règne organique on a su tirer quelque conséquence sur la nature du principe vital.

VII

LA VIE ET LES ÊTRES VIVANTS.

Tu m'as demandé : « Qu'est-ce que la vie ? » J'ai tâché de te montrer ce qu'était la matière organisée, ou ces êtres qu'on appelle végétaux et animaux ; je t'ai dit ce qu'on savait de leur composition élémentaire, de leur structure, de leur nutrition, de leur développement, de leur génération, et, chez ceux qui sentent et se meuvent, de l'organisme de leurs sensations et de leurs mouvements. Eh bien, que savons-nous ? Tire toi-même la conclusion, car je n'ai guère à t'apprendre autre chose.

La vie, en effet, n'est encore pour la science que l'ensemble des fonctions exécutées par les organes. Ce n'est pas qu'on ait tenté de qualifier son principe. C'est une force spéciale, disent les uns, une force comme l'attraction, comme l'électricité, comme la chaleur, etc., et seulement connue par ses effets sur la matière ; c'est la cause inconnue

de phénomènes particuliers. Non, disent les autres, la vie n'est pas une cause, ce n'est pas une force distincte, elle ne s'offre à nous que comme un résultat encore inexpliqué dû aux forces physico-chimiques ; c'est de l'oxygène, de l'hydrogène, du carbone et de l'azote diversement combinés sous certaines influences et formant le *composé vital*.

Cette dernière opinion s'appuie principalement sur les circonstances qui accompagnent ce qu'on appelle les *générations spontanées*, phénomènes étranges, aujourd'hui très-étudiés. Lorsque certaines matières animales ou végétales se trouvent à l'air et dans des conditions de chaleur et d'humidité propres à la vie, il y apparaît tôt ou tard des myriades d'êtres organisés, des animalcules microscopiques, comme les infusoires, des végétaux, comme dans la moisissure, des vers, comme dans les corps qui entrent en putréfaction ; la matière alors *fermente*, dit-on. Quelle est l'origine de ces êtres ? On les voit apparaître, selon quelques savants, lors même qu'on s'est assuré préalablement qu'aucun *germe* n'existe dans la matière. On en a conclu qu'il suffit de mettre en présence certains principes, dans des conditions physiques déterminées, pour qu'il y ait production

d'organismes qui sont le fruit de réactions chimiques.

Généralisant cette conclusion, ses partisans l'ont appliquée à tous les êtres vivants, et en ont fait un système de la création. Ainsi, au commencement des choses, lorsque de grandes masses de matière étaient en fermentation, il y aurait eu production des grands animaux, ensuite de plus petits, lesquels se seraient propagés jusqu'à nous par une autre voie, celle de la génération par les sexes; de nos jours, la matière ne produirait plus spontanément que des êtres microscopiques, nous serions à l'époque des infusoires. Mais tout cela, paraît-il, est encore loin d'être acquis comme vérité à la science.

Quoi qu'il en soit de la nature du principe vital, question de tout temps agitée par les physiologistes et les philosophes, et qui se rattache à plusieurs autres grandes questions, l'observation du monde organique offre d'ailleurs des aperçus généraux dont j'ai à t'indiquer quelques-uns.

Remarquons d'abord avec Leibnitz : « que chaque corps organique est une espèce de machine divine ou d'automate naturel qui surpasse infiniment tous les automates artificiels. En effet,

une machine faite par l'art de l'homme n'est pas une machine dans chacune de ses parties; par exemple, la dent d'une roue a des parties ou des fragments qui n'ont plus rien d'artificiel; mais les machines de la nature, c'est-à-dire les corps vivants, sont encore des machines dans leurs moindres parties jusqu'à l'infini. »

L'organisation de la matière, a-t-on encore observé, c'est la *cellule*, c'est ce petit sac renfermant des corps à divers états et paraissant doués de mouvement; dans les animaux comme dans les végétaux, et quelque forme que prennent les tissus par la suite, la cellule, suivant cette opinion, c'est le point de départ, c'est la forme initiale; il n'y a réellement que ce seul élément anatomique, a dit un savant. La matière brute, cédant à d'autres lois, cristallise; le petit cristal offre des angles et affecte la ligne droite particulière à la nature inorganique; la molécule organique, au contraire, s'arrondit et affecte la ligne courbe particulière aux corps vivants.

Par une force de sa nature, cette molécule se développe en végétal ou en animal, et suivant tel ou tel plan, selon l'espèce à laquelle elle appartient. Cette force, qui se manifeste par tant de résultats divers, on n'a pu en percevoir les mystères.

En tout cas, la molécule doit puiser les matériaux de ce développement en dehors d'elle-même, dans le milieu qui lui convient; une plante, un animal, ne peut vivre directement ou indirectement qu'aux dépens du sol ou de l'atmosphère; il en absorbe une portion plus ou moins considérable; il faut plus de matière pour nourrir un animal qu'une plante.

Mais il arrive un moment où le développement s'arrête, où l'être est complet. Dès ce moment, l'organisation fait un pas en arrière; la matière qui a pris vie retourne dès ce moment à son état primitif et inanimé, elle prend le chemin de la mort. Qu'est-ce que la mort? qu'est-ce qui l'amène? Un mot à ce sujet.

L'œuvre de l'organisation offre plus ou moins de durée, suivant les espèces. Parmi les végétaux, plusieurs grands arbres peuvent vivre des milliers d'années, tandis que les plantes annuelles se flétrissent après avoir fait briller un instant au jour leurs corolles multicolores; dans les animaux, on voit un éléphant vivre deux ou trois siècles, lorsqu'un cheval, un bœuf, offrent à peine quelques années d'existence; il est même des êtres dans les deux règnes qui naissent, vivent et meurent en quelques heures. Dans tous les cas, la

mort est le terme fatal ; tout corps organisé doit se dissoudre tôt ou tard.

Cette dissolution s'annonce par les symptômes qui caractérisent la vieillesse. Ainsi, dans un animal, à une certaine époque de son existence, les mêmes causes qui ont opéré son accroissement continuant à agir, les tissus, après s'être affermis, deviennent rigides, ils s'éloignent de plus en plus des conditions de la vie, une trop grande densité, paraît-il, empêche le mouvement moléculaire et rend les fonctions plus difficiles : c'est la vieillesse, devancière de la mort ; le corps va retomber sous l'empire des lois qui commandent à la matière inorganique ; en se desséchant, il se rapproche de plus en plus de l'aridité du règne minéral où la mort va le faire rentrer.

Qu'est-ce en effet que la mort, sinon le passage du règne organique au règne inorganique. Un corps, végétal ou animal, que la vie a abandonné, aussitôt change d'aspect, se ramollit, s'évapore, répand des gaz fétides ; c'est qu'il se désorganise et se dissout sous l'action d'un nouveau travail chimique ; parfois même une nouvelle organisation en est la suite, comme dans ces cadavres qui se métamorphosent en un monde repoussant de vers et d'animalcules de tous genres ; étrange fé-

condité de la matière, qui tourmente les savants !... Enfin tout tombe en poussière, c'est la dernière forme que prend le corps qui a cessé de vivre. Cette matière noire que les jardiniers appellent *terreau*, ç'a été un être vivant ; elle en renferme tous les principes, mais dans un autre état ; elle servira à recomposer d'autres êtres vivants, elle les *nourrira*, elle rentrera dans la vie. Ce ne sont donc pas de vains mots ceux dont se sert le Psalmiste lorsqu'il parle des vers de la tombe dont notre corps sera la proie, ou l'Église lorsqu'elle prononce que nous sommes poussière et que nous retournerons en poussière ; ce ne sont pas des figures, ce sont au contraire les mots propres.

Ainsi, chaque être en naissant à la vie apporte avec lui le germe de sa mort ; son corps doit être restitué à la terre pour servir à de nouvelles formations. S'il ne périt de vieillesse, ce sera par accident. Mille périls menacent l'existence des corps vivants, et d'autant plus que la vie est en eux plus parfaite, plus *centralisée* ; une simple blessure dans quelque organe essentiel d'un animal supérieur suffit pour le tuer, tandis qu'une plante, un polype, peut être mutilé, divisé, et continuer à vivre. Mais ceci m'amène à te parler du plan que

semble avoir suivi la nature dans la production des êtres organisés.

On a remarqué que les êtres organisés étaient d'autant plus parfaits, leurs facultés d'autant plus complètes, qu'ils offraient un plus grand nombre d'organes particuliers à chacune de ces facultés, que les instruments étaient plus multipliés et leurs fonctions moins confondues, en un mot que la division du travail était mieux faite. Les êtres inférieurs, les végétaux, par exemple, offrent à peu près partout la même structure, surtout les moins élevés dans la série; chaque partie y vit plus ou moins indépendamment de sa voisine, la vie s'y trouve disséminée et ainsi moins intense. Il en est de même dans les animaux les moins bien doués, comme en offre la classe des zoophytes; dans les vers encore on trouve des corps composés de parties plus ou moins semblables accolées les unes aux autres, et pouvant jusqu'à un certain point vivre séparées. Mais dans les êtres supérieurs, au contraire, la vie, au lieu d'être disséminée, est concentrée dans quelques organes essentiels, tels que le cœur, le cerveau, et pour chaque fonction, comme pour la respiration, la digestion, la circulation, le mouvement, la sensation, on y voit des mécanismes spéciaux. De là dans ces derniers une

vie plus développée, mais aussi plus destructible dans les foyers où elle est concentrée; ce sont des machines plus savantes, plus compliquées, et par cela même plus difficiles à réparer.

Indépendamment de cette variété dans les organes et de cette localisation dans les fonctions des êtres supérieurs, on remarque, en jetant un coup d'œil d'ensemble sur les corps vivants, que tout se lie, que partout le passage graduel du simple au composé s'y fait par des moyens équivalents, qu'une modification dans la conformation en amène une autre, et que les résultats les plus différents en sont la suite.

La nature ne fait pas de saut, a-t-on dit encore; rien n'est plus vrai; ce n'est pas que tous les êtres puissent être rangés en ligne droite et former une seule chaîne non interrompue, où chaque espèce formerait un chaînon, la plus simplement organisée à l'un des bouts et l'être supérieur à l'autre bout; non, l'ensemble représente plutôt un réseau, c'est plutôt un effet de branches et de rameaux qui viennent se relier à un tronc commun. Ce qui paraît certain, c'est qu'il n'y a pas de transition brusque dans le plan général, qu'une forme semble tout naturellement sortir d'une autre forme. Ainsi en est-il pour les di-

vers animaux entre eux : il est, par exemple, des êtres, tels que les phoques, les baleines, qui tiennent le milieu entre les quadrupèdes et les poissons ; d'autres, tels que les ornithorhiques, animaux de la Nouvelle-Hollande, qui servent de trait d'union entre les oiseaux et les mammifères ; des exemples analogues existent entre les autres classes. Ainsi encore en est-il pour les deux règnes organiques entre lesquels il n'y a pas de délimitation nettement marquée : il est, par exemple, des animaux qui ressemblent à des végétaux, comme les polypes, qui croissent en se ramifiant, ainsi que des arbres, ou ces singuliers spongiaires qui, jeunes, appartiennent à un règne, et, vieux, se confondent avec l'autre. Il y a, d'autre part, des végétaux qui manifestent des mouvements propres ne différant pas en apparence de ceux des animaux, tels sont la sensitive, la dionée, le sainfoin oscillant ; on cite encore la fovilla du pollen chez les fleurs, et les sporanges de certaines algues. Il y a plus : entre la nature vivante et la nature morte, on trouve des êtres qui établissent une sorte de transition : ainsi ces lichens grisâtres et desséchés qui semblent se confondre avec les pierres auxquelles ils s'attachent ; ainsi, d'autre part, ces pierres fibreuses, l'amiante et

l'asbeste, dont la structure semble vouloir se rapprocher de celle des végétaux. Je te dirai même, à propos de ce rapprochement entre les deux grands règnes de la nature, qu'un savant anglais, Robert Brown, a découvert qu'à un certain état de ténuité, et immergées dans un liquide, les particules de matière inorganique manifestent des mouvements analogues à ceux des êtres vivants; ne sont-ce, en réalité, que des mouvements mécaniques, ou la vie ne serait-elle qu'une question de division matérielle?

Quoi qu'il en soit, et quant à ce qui regarde les êtres organisés, cette unité qu'on remarque dans le plan général du Créateur, ces liaisons entre toutes les parties de ce plan, n'empêchent pas d'y distinguer des types particuliers et des divisions naturelles. De là les classifications qui permettent aux savants de se reconnaître dans cette grande quantité d'êtres différents.

Tu sais ce que c'est qu'une classification : c'est la distribution en groupes des individus par ordre de ressemblance et d'après leur conformation. Comme simple méthode d'étude, une classification peut se déterminer plus ou moins arbitrairement et suivant un petit nombre de caractères; ainsi en est-il des classifications *artificielles* ou

systématiques en vogue jadis. Les classifications *naturelles* ou d'après l'ensemble et l'importance des caractères sont plus rationnelles, plus philosophiques, et les seules vraies; en suivant la marche indiquée par la nature, elles donnent une plus juste idée de ses plans. Oh ! une classification parfaite sur cette base, c'est la pierre philosophale du naturaliste; peut-être même l'ordre naturel des choses s'y refuse-t-il. Il semble pourtant qu'on s'en est rapproché de nos jours, et diverses circonstances militent en faveur des divisions aujourd'hui adoptées.

Une observation exacte et assidue a seule pu conduire à ce résultat. Dans les végétaux et dans les animaux on a reconnu qu'il y avait des individus qui se ressemblaient entre eux plus qu'à d'autres et reproduisaient en tout leurs semblables : on les a réunis en groupes sous le nom d'*espèces*. Plusieurs espèces révélaient des caractères identiques ; on en a fait les *genres*. Enfin, toujours d'après le même ordre d'idées, on a fait des genres les *familles* ou les *ordres*, de ceux-ci les *classes*, et les classes ont formé les dernières divisions, c'est-à-dire les *embranchements*.

On s'est demandé jusqu'à quel point ces divisions avaient de réalité ; l'on a dit : « Les espèces,

les genres, les familles, etc., dans le sens abstrait qu'on attache à ces mots, n'existent pas dans la nature. » Je n'en sais rien ; ce qui est certain, c'est que l'ensemble des êtres vivants offre des types distincts ; un oiseau ne ressemble pas à un quadrupède, un palmier à un tilleul. D'un autre côté, je t'ai déjà fait observer qu'il n'y avait pas à proprement parler de ligne de séparation entre les diverses classes de ces êtres ; ainsi il y a des espèces qui ne peuvent être classées parce qu'elles appartiennent autant à une division qu'à une autre.

En présence des modifications produites chez les individus sous l'influence de climats ou de sols différents, ou suivant l'état de domesticité ou l'état sauvage, l'on s'est encore demandé si ces divisions étaient stables, ou si elles n'étaient vraies que d'une manière relative. Cette question a fait naître divers avis : les uns ont été pour la variabilité limitée de l'espèce d'après la différence des milieux, les autres pour la variabilité illimitée. Je ne fais que t'indiquer ces problèmes ; on s'en est posé bien d'autres qui n'ont pas encore reçu de solution.

Mais il a fallu nommer tous ces êtres et les diverses classes entre lesquelles ils se répartissent ;

c'est ici l'affaire des *nomenclatures*. Elle est souvent bien baroque, la langue de la nomenclature en histoire naturelle ! Composée de mots empruntés aux langues mortes, l'étude, comme on l'a dit souvent, en est plus longue et plus difficile que celle des choses elles-mêmes ; on sent que les anciens et leur pédantisme scolaire ont passé par là. Les premières étudiées, en effet, les sciences naturelles offrent des méthodes moins naturelles, moins simples que les sciences modernes, que la chimie par exemple ; par certains côtés, ces méthodes sont plutôt des entraves que des secours pour les études ; l'expérience des modernes a rendu tout plus pratique.

Telles qu'elles sont néanmoins, elles nous permettront de jeter un coup d'œil sur l'ensemble des êtres vivants et sur le spectacle que nous offre leur infinie variété. Je veux d'abord te conduire vers le monde végétal.

On connaît soixante-dix mille à cent mille espèces de plantes. Chacune d'elles comprend plus ou moins de *variétés*, divisions qui ne comptent guère dans la science, et n'ont la plupart du temps aucune fixité ; produites par des conditions différentes de sol ou de climat, les variétés changent avec ces conditions ; elles sont aussi le fruit de la

culture artificielle et forment ces curieuses collections des fleuristes, des horticulteurs, des pépiniéristes, qui servent à notre agrément et fournissent nos tables de mets succulents et variés.

On a réparti les espèces entre trois grandes divisions ou embranchements, que j'ai déjà eu plus d'une fois l'occasion de te citer, ce sont : les *acotylédons* ou végétaux qui naissent dépourvus de cotylédons, les *monocotylédons* ou ceux qui n'en portent qu'un seul, et les *dicotylédons* ou ceux qui en offrent deux et davantage. Ces caractères originels établissent trois classes d'êtres bien distincts, comme tu le sais déjà. Elles comprennent elles-mêmes plusieurs familles chacune, que je te propose de passer rapidement en revue.

Les acotylédons sont les êtres les plus déshérités du monde végétal, la plupart de chétive apparence, d'une structure exclusivement cellulaire, organisés élémentairement, sans sexes. Au nombre des familles que compte cet embranchement, je te citerai : les *algues*, plantes qui couvrent les mers et les eaux douces sous les noms de fucus, conferves, etc., les plus simples de toutes et n'offrant souvent que des filaments; — les *champignons*, ces végétaux d'aspect étrange, qui tantôt sont servis sur nos tables, tantôt, sous forme de

moisissure, couvrent d'une végétation dégoûtante les corps à l'état de pourriture, — les tristes *lichens*, amis des rochers, — les *mousses*, êtres déjà plus complets. Tandis que par certains caractères les élégantes *fougères* appartiennent à cet embranchement, par d'autres et par leur aspect général elles semblent devoir faire partie des végétaux monocotylédons.

Ceux-ci forment un embranchement supérieur sous plusieurs rapports ; les individus s'y montrent généralement plus parfaits de forme et de structure ; ce sont de vrais végétaux avec des feuilles et des fleurs. J'ai déjà parlé de leurs caractères distinctifs tirés de la structure et de la disposition de leurs organes. Voici quelques-unes des familles de cet embranchement : les *graminées* d'abord, groupe peu brillant mais bien précieux, dont les semences sont si abondantes en fécules nourrissantes dans les diverses espèces de céréales, et qui comprennent en outre des herbes géantes telles que la canne à sucre, les roseaux, etc. ; — les *palmiers*, ornement et richesse des pays chauds, qui donnent la noix de coco, les dattes, le chou palmiste, et tant d'autres substances alimentaires des contrées tropicales ; — les *liliacées*, aux fleurs si aimées dans la tulipe, la jacinthe,

les lis de nos climats, et qui, sous un soleil plus ardent, produisent de grands arbres, comme le draconnier ; l'humble oignon de nos légumes fait aussi partie de cette famille ; — les *orchidées* encore, aux périanthes si bizarres et si variés.

Le troisième embranchement, ou celui des *dicotylédonés*, est sans contredit le plus important sous le rapport du nombre des familles qu'il renferme. On y trouve entre autres tous les grands arbres de nos climats tempérés. Les végétaux n'y montrent plus ces longues feuilles à nervures parallèles et s'emboitant à la tige, comme dans les *monocotylédonés* ; ils ont seuls, au contraire, le privilège de ces corolles monopétales que nous voyons briller chez plusieurs d'entre eux. Parmi les familles qu'ils forment, je nommerai ici : d'abord à peu près toutes celles des grands arbres de nos régions, arbres verts et autres, à l'exception des arbres fruitiers, groupe nombreux, groupe de géants, et où les fleurs peu brillantes offrent partout les sexes séparés. — Viennent ensuite, parmi les hermaphrodites : les *lauriers*, au feuillage toujours vert ; — les *rosacées*, ainsi appelés à cause des cinq pétales formant rosace de leurs fleurs ; famille nombreuse comprenant presque tous nos

arbres à fruit, pommiers, poiriers, cerisiers, pruniers, abricotiers, pêchers, framboisiers, fraisi-ers, etc.; — les *crucifères*, aux quatre pétales en croix, famille très-connue et très-naturelle de plantes herbacées, qui donne à la consommation domestique les choux, plusieurs plantes oléagineuses, et à l'éclat de nos parterres les quarantaines, les giroflées, etc.; — les *légumineuses*, famille précieuse qui fournit notre pot-au-feu de haricots, de petits pois, le râtelier de nos bestiaux de trèfle, de sainfoin, de luzerne, et produit de beaux arbres, comme les acacias, les faux ébéniers, le bois de Brésil, etc.; — les *renonculacées*, aux fleurs brillantes et aux propriétés moins bien-faisantes; — les *ombellifères*, qui, à côté de plantes alimentaires aimées, comme la carotte, le cerfeuil, le persil, en offrent d'autres aux propriétés vénéneuses et meurtrières, comme la ciguë; — les *solanées*, où la nourrissante pomme de terre se montre en compagnie de plantes aux propriétés narcotiques, telles que la belladone, la jusquiame, le tabac, etc.; — les *labiées*, riches en aromes divers, la lavande, le thym, le serpolet, le romarin, la marjolaine, la menthe, la sauge; — les *composées* enfin ou à fleurs réunies en faisceau, famille très-nombreuse, où l'on trouve la

laitue et la scorsonère de nos légumiers, la chicorée et le chardon de nos champs.

Voilà quelques-unes des familles qui divisent le règne végétal et sur lesquelles sont parvenus à s'entendre les botanistes de nos jours.

Toutes ces familles et les nombreuses espèces qu'elles renferment sont disséminées de par le monde suivant les sols et les climats. Les unes végètent au fond de la mer ou voguent au gré de ses flots tourmentés ; les autres ne peuvent vivre que dans les terrains salés qui l'environnent. Il y en a auxquelles les eaux douces seules conviennent ; le nénuphar vient épanouir ses blanches corolles à la surface de nos rivières et de nos étangs ; les fleurs de la valisnérie, de sexes différents, se détachent des fonds humides pour se rapprocher et se féconder au jour ; puis, obéissant au mouvement du fil qui la retenait captive, la fleur femelle rentre sous l'eau pour y mûrir le fruit de sa fécondation.

Parmi les espèces terrestres, les unes aiment les sols arides et desséchés, les autres les terres substantielles ou humides ; celles-ci ne viennent que sur des terrains compactes, celles-là que dans des sols légers ; il y en a qui affectionnent les lieux élevés, d'autres qui préfèrent les plaines ;

telles croissent à l'ombre de quelque abri, telles sur des points découverts; enfin l'homme exerce comme une attraction sur certaines plantes sauvages : ainsi dans quelque endroit que l'on rencontre l'ortie ou le mouron des oiseaux, tu peux être sûr qu'il a passé par là.

Tu n'ignores pas que le climat ou, en d'autres termes, la température, influe également dans la distribution des espèces, et même sur une échelle *plus* étendue. Chaque zone terrestre, en général, a ses espèces propres, et une végétation qui la caractérise; à la zone torride la vigueur et la variété, les géants du règne végétal, les splendides forêts vierges, la verdure, les fleurs, les fruits qui ne connaissent pas de morte-saison; c'est là le pays des palmiers élégants, des grandes fougères, des bananiers aux longues feuilles, des cactus aux fleurs éclatantes, des jasmins odorants, des lauriers, des graminées géantes comme les bambous, du riz nourrissant, etc. Ces espèces disparaissent peu à peu en approchant des régions tempérées. Ici le myrte, le grenadier, le laurier-rose, l'olivier, etc., caractérisent une zone où la chaleur moyenne ne s'élève pas au-dessus de quinze degrés; plus au nord dominant le chêne, le hêtre, le sapin, le blé, richesse de nos champs; les labiées

disparaissent pour faire place aux crucifères, aux ombellifères, et là sévit l'hiver, qui dépouille la plupart des plantes de leur verdure. Viennent ensuite les régions froides, où les grands arbres ne sont plus guère représentés que par le triste bouleau; puis, dans la zone glaciale, on ne voit plus que des arbrisseaux aux tiges rampantes, des lichens grisâtres; les plantes annuelles ont disparu, la végétation s'éteint.

Pour observer les physionomies diverses que présentent les zones terrestres d'après leurs différentes végétations, il n'est pas besoin d'aller de l'équateur aux pôles; l'aspect des hautes montagnes du globe peut réaliser ce spectacle à nos yeux. Je t'ai déjà dit que la température diminuait à mesure qu'on s'élevait sur ces hauteurs; on a trouvé en moyenne un degré de différence pour deux cents mètres d'élévation, ce qui correspond environ à une distance de cinquante lieues dans le sens de l'équateur aux pôles. Eh bien, la végétation se modifie de la base au sommet d'une montagne suivant cette décroissance de la température. Il est telles élévations qui montrent à leur pied les plantes des tropiques et à leur sommet couvert de neiges éternelles, les arbustes rabougris et les lichens des pôles. Quel intérêt pour le botaniste ai-

mant à herboriser n'offrent pas ces lieux ! Quelques centaines de mètres en hauteur de plus ou de moins, et voilà pour lui tout un monde nouveau, d'autres familles, et d'autres espèces appellent son attention, il traverse ainsi plusieurs zones successives ; et près des neiges, sur le bord des glaciers, il s'arrête enfin à la jolie rose des Alpes, ou aux saxifrages, amis de ces régions inhospitalières.

On a remarqué, quant à la distribution de toutes ces espèces et familles du monde végétal sur la surface du globe, que la température moyenne d'une contrée y avait moins d'influence que la température extrême des hivers et surtout des étés. J'ajouterai d'ailleurs, relativement à cette question de la température, que deux pays différents, éloignés l'un de l'autre, mais avec même climat et mêmes circonstances déterminantes, peuvent ne pas offrir les mêmes plantes ; ce qui a fait croire à plusieurs centres de végétation à l'origine des choses ; le Créateur n'a pas partout répandu les mêmes semences. Seulement ces plantes différentes de climats identiques appartiennent à des espèces voisines et en quelque sorte équivalentes, de sorte que les végétations qui en sont le résultat ont toutes un caractère commun.

Si du règne végétal je passe maintenant aux êtres du monde animal, la variété du spectacle augmente. L'on a dit : peut-être le nombre des espèces animales est-il mille fois plus grand que le nombre des espèces végétales. Tu me feras sans doute observer qu'à en juger d'après la place que tiennent les végétaux sur notre globe, on pourrait croire précisément le contraire. Il est vrai que l'espace occupé par les végétaux est bien plus considérable, qu'ils se reproduisent en plus grande quantité, que du sol il pousse partout des herbes mignonnes et des arbres géants ; mais cette abondance ne prouve rien pour la multiplicité des espèces, et il n'en paraît pas moins certain que le règne animal contient plus de types distincts.

D'ailleurs, dans l'organisation, il existe plus d'êtres animés qu'on ne croit communément ; tous ne sont pas visibles à l'œil nu, tous n'occupent pas une place appréciable sur notre globe, mais tous vivent et les plus petits offrent aux regards émerveillés de l'observateur une structure parfois aussi compliquée que les plus grands. Les eaux sont pleines de ces animalcules microscopiques dont j'ai déjà eu l'occasion de t'entretenir ; les matières en fermentation, en putréfaction,

forment un monde animé ; il existe des êtres qui vivent de la substance d'autres êtres, qui se logent dans nos organes, enfin il s'en trouve partout où nous pourrions le moins les soupçonner. Or, la plupart du temps ces êtres sont très-distincts entre eux ; mais tu le sauras mieux après avoir jeté avec moi un coup d'œil sur la classification générale des animaux.

En examinant l'ensemble de tous ces êtres, on reconnaît, à travers mille modifications particulières, quatre plans généraux de structure sur lesquels on ne peut se tromper ; d'où quatre grands groupes ou embranchements que caractérisent notamment les différences dans la disposition du corps et dans le système nerveux ; ce sont : les *vertébrés*, les *annelés* ou *articulés*, les *mollusques* et les *zoophytes*.

Les animaux vertébrés sont ceux dont les membres et les diverses parties du corps sont disposés symétriquement, et le plus souvent en nombre pair aux deux côtés d'un plan médian longitudinal comme chez l'homme, dont le système nerveux est le plus développé, et qui offrent un squelette intérieur. C'est principalement ce groupe dont j'ai décrit l'organisation précédemment. Il comprend tous les grands animaux qui nous sont si

bien connus, ceux dont les facultés sont les plus parfaites, et que certaines différences particulières font diviser en *mammifères*, en *oiseaux*, en *reptiles*, en *batraciens* et en *poissons*.

Les mammifères empruntent leur nom aux mamelles qu'ils portent pour allaiter leurs petits; tous ces animaux, en effet, sont vivipares. Ils se ressemblent en général par leurs formes extérieures, la plupart se servant de leurs quatre membres pour marcher, et offrant leur corps couvert de poils de diverses natures. Dans leurs organes nutritifs, il n'y a guère que l'appareil digestif qui varie parmi eux. Outre l'homme, le plus parfait de tous, ils comprennent les animaux vraiment supérieurs de la création, et que la science divise en plusieurs ordres. J'appellerai particulièrement ton attention : sur les *quadrumanes*, ces êtres à quatre mains, qui se rapprochent le plus de l'homme par l'extérieur et les attitudes, et que caractérise le singe; — les *carnassiers*, animaux armés pour la destruction, où figurent ces monstres sauvages qui vivent de sang et de chairs pantelantes, les lions, les tigres, les hyènes, etc., mais qui comptent aussi des amis de l'homme, comme le chien; — les *pachydermes*, dont les membres à leurs extrémités sont enve-

loppés de sabots, qui ne vivent que d'herbages et autres matières végétales, et offrent de nobles animaux comme le cheval et l'éléphant, ou d'utiles espèces, comme le porc domestique ; — les *ruminants*, qui se distinguent des précédents par leurs quatre estomacs disposés pour la rumination, classe nombreuse et bien connue d'animaux herbivores, les habitués de nos pâturages, et parmi lesquels tu as déjà nommé les espèces bovines et ovines, la chèvre amante des rochers, le cerf hôte sauvage de nos forêts, le chameau des Orientaux ; — et puis des animaux moins parfaits et plus bornés, tels que le lièvre, l'écureuil, le rat, etc. Sous la dénomination de *rongeurs*, la taupe, la musaraigne, qui est le plus petit des mammifères, et autres mangeurs d'insectes ; — enfin des êtres *amphibies*, comme les phoques, ou tout à fait aquatiques et à formes de poisson, comme la baleine, l'animal le plus grand de la création.

Les oiseaux, comme tu le sais, sont tous ovipares ; ils se distinguent par le léger plumage, qui, sur leur corps, remplace les poils des mammifères, par leurs membres antérieurs disposés pour le vol tandis qu'ils ne s'appuient pour marcher que sur les postérieurs, par leurs mâchoires allon-

gées en bec, enfin par d'autres modifications du squelette. Chez eux encore l'appareil digestif présente toujours plus d'une poche ; dans l'appareil respiratoire, il se trouve des vaisseaux particuliers qui portent l'air au delà des poumons. En outre, leur cerveau n'offre pas de circonvolutions comme chez les mammifères. Mais s'ils se montrent inférieurs à ceux-ci sous ce rapport et d'autres, les oiseaux ont l'avantage de la rapidité des mouvements, ils peuvent quitter le sol, s'élever dans l'atmosphère appuyés sur leurs ailes légères, franchir l'espace avec la rapidité de la flèche ; ils n'ont rien à envier aux autres, sans doute, ces êtres qui se font admirer pour leurs allures vives et gentilles, et aussi pour la beauté du vêtement que leur a souvent accordé la nature. On en compte cinq mille espèces environ, parmi lesquelles je te citerai : l'ordre des *oiseaux de proie*, les carnassiers de cette classe de vertébrés, au nombre desquels l'aigle, roi comme le lion, le vautour, le faucon, l'épervier, le hibou, aux becs et aux serres puissants et cruels ; — les *passereaux*, au bec fin, innocents mangeurs d'insectes et de millet, les vrais oiseaux, en nombre immense, les ornements de nos champs et de nos bosquets, qui comptent ces musiciens délicieux, la

fauvette, l'alouette, le merle, le rossignol ; — les *gallinacés*, au corps plus lourd, qui peuplent nos basses-cours et fournissent nos tables, les poules, les faisans, les cailles, les perdrix, les pigeons, etc. ; — puis des grimpeurs, comme le perroquet, ou des aquatiques, nageurs aux pieds palmés, comme les canards, ou bien oiseaux de rivage aux longues jambes et au long bec, tels que les hérons, les cigognes, les bécasses, etc.

Autant les oiseaux nous inspirent d'intérêt, autant les reptiles et les batraciens provoquent en nous de répulsion instinctive. Lourds, rampants sur le sol, disgracieux de formes et sombres de couleur pour la plupart, ces êtres sont comme les parias du monde animé. A la différence des précédents, ils sont des animaux à sang froid, leur respiration est incomplète, leurs sens imparfaits, sauf peut-être la vue. Les reptiles ont la peau couverte d'écailles, les batraciens l'ont nue ; en outre, ces derniers offrent cela de singulier que d'aquatiques qu'ils étaient jeunes, ils deviennent ensuite aériens et perdent leur forme de poisson. Parmi les reptiles figurent ces animaux au corps allongé, sans membres, à la morsure parfois mortelle, les serpents ; et ces autres qui ne leur ressemblent guère, les paresseuses tortues, cui-

rassées de leur squelette ; et encore les monstrueux crocodiles des fleuves tropicaux , ou les petits lézards de nos contrées. Enfin on nomme batraciens les grenouilles, les salamandres, les crapauds.

Ces deux dernières classes de vertébrés, dont plusieurs sont amphibiés, nous rapprochent des poissons, dont l'eau est l'unique aliment. Ceux-ci, animaux à sang froid et ovipares comme les précédents, sont organisés pour une autre existence : des branchies remplacent chez eux les poumons, des nageoires les membres locomoteurs des êtres aériens ; une vessie à air qu'ils gonflent à volonté les rend plus légers dans l'eau. Leurs facultés sont d'ailleurs très-bornées. Il y a les poissons à charpente osseuse, qui comprennent la plupart de ceux que nous connaissons, soit de mer ou d'eau douce ; il y en a d'autres dont le squelette est simplement cartilagineux, telle est la raie, tel est le terrible requin, telle est encore la lamproie, le plus imparfait des vertébrés, et qui forme comme le trait d'union avec les embranchements suivants.

Ceux-ci n'ont guère la même importance à nos yeux que celui des vertébrés ; ils ne sont pour nous composés que d'animaux infimes, bien que pour

la science ces êtres ne soient pas moins remarquables que les grands animaux.

Il y a d'abord les annelés ou articulés. Construits sur un autre plan, ainsi que tu le sais déjà, leur corps est divisé en anneaux ou parties qui se répètent, plus ou moins semblables entre elles et plus ou moins indépendantes les unes des autres; ici, plus de cette centralisation dans l'organisme qui distingue les animaux supérieurs. En outre, le squelette intérieur est remplacé par une peau durcie; le système nerveux se réduit à une chaîne de ganglions; le sang est blanc, en général. C'est dans cet embranchement que viennent se ranger les *insectes*, ces petits êtres parfois si intéressants, dont plusieurs offrent même des facultés très-développées, tels que les fourmis, les abeilles, et parmi lesquels il en est qui partagent avec les oiseaux le privilège de parcourir l'espace sur deux ou plusieurs ailes brillantes et légères, comme les libellules, comme les papillons, amants des fleurs avec lesquelles ils luttent d'éclat; classe innombrable, divisée en plusieurs ordres, dont un seul, celui des coléoptères, compte plus de trente mille espèces. Viennent ensuite des êtres aux mille pieds, où l'abdomen et le thorax se trouvent réunis; ou d'autres dont la tête ne se distingue

pas du thorax, comme les hideuses araignées ou les scorpions venimeux ; puis des animaux, aquatiques pour la plupart, appelés *crustacés*, cuirassés d'un épiderme très-dur, les écrevisses d'eau douce, les homards, les crabes, les crevettes des mers ; enfin les *vers*, au corps mou, allongé, et dépourvu de membres articulés ainsi qu'en offrent les autres animaux de cette division : tels sont les vers de terre, les sangsues, plusieurs espèces marines, de petits animaux microscopiques dont les eaux stagnantes sont remplies, d'autres qui vivent dans les intestins de plus grands, comme cet être singulier, sous forme d'un long ruban, le ver solitaire.

Dans tout ce monde inférieur, un grand nombre d'individus semblent dépourvus des sens principaux, ne voient pas, n'entendent pas, etc. ; d'autres sentent par des organes autrement conformés que les nôtres, des yeux à facettes multiples par exemple. Mais une circonstance remarquable particulière à un grand nombre d'entre eux, c'est leur *métamorphose* ou changement de forme qu'ils subissent : ainsi de tel œuf sort d'abord un ver ou une chenille velue, qui devient ensuite chrysalide immobile, et enfin insecte ailé sous le nom de papillon, de moucheron, etc., le-

quel produit à son tour des œufs pour recommencer semblable évolution. La plupart des insectes subissent des changements analogues ; il y en a à qui il pousse simplement des ailes, comme par exemple aux sauterelles.

Dans le troisième embranchement, celui des mollusques, auquel les vers servent comme de transition, les animaux offrent un corps entièrement mou, plus d'apparence d'anneaux ; mais pour la plupart une loge dont ils s'enveloppent, matière cornée ou calcaire sécrétée de leur corps, et connue sous le nom de *coquille* ; d'ailleurs rarement des membres, un système nerveux très-simplifié, les sexes parfois non séparés. Les mollusques sont aériens ou aquatiques : dans les premiers, je te citerai la limace, le colimaçon, qui porte sa loge sur son dos ; dans les seconds, les poulpes, les argonautes, les seiches aux longs bras, beaucoup d'animaux à coquilles variées et aimées des collectionneurs ; et puis ces autres sans têtes et si incomplets, les moules, les huîtres, que nous dédaignons tant ailleurs que sur nos tables.

Quelque amoindri que soit le type animal chez les mollusques, le caractère s'abaisse encore chez les zoophytes, tous aquatiques, et à peu près tous

marins. Dans ce quatrième et dernier embranchement, plus rien des formes connues ; des organes disposés en rayons autour d'un centre commun, ou de telle sorte qu'ils ressemblent plutôt à des plantes. Le système nerveux disparaît presque complètement, le tube digestif n'offre souvent qu'un orifice, il n'y a pas d'organes des sens. Outre les holothuries, les oursins, les astéries, animaux rampants au fond de la mer, outre les méduses nonchalantes ballottées par les flots qui les rejettent sur nos rivages sous forme de masses gélatineuses, les *polypes* caractérisent particulièrement ce dernier embranchement. Ceux-ci sont des animaux sédentaires qui se fixent aux roches marines, se reproduisent par bourgeonnement comme les végétaux, et forment entre eux des masses animées qui offrent souvent l'apparence de plantes rameuses dont leurs bouches armées d'appendices mobiles figurent les fleurs. Leur corps s'enveloppe d'un étui de matière cornée ou calcaire qui persiste après leur mort, et beaucoup d'îles de l'océan Pacifique ne sont que des agglomérations de polypiers. Le rouge corail, avec lequel les bijoutiers nous font de si jolies choses, est encore un produit de ces singuliers animaux.

Quelque étrange que soit la reproduction par bourgeons, celle de ces animalcules microscopiques qui peuplent par millions les eaux à débris organisés, je veux dire les *infusoires*, est plus étrange encore peut-être : chez ceux-ci le corps se divise spontanément, et chaque fragment devient un nouvel individu. Ces êtres sont tout autant de petits monstres, de formes très-variées, les uns oblongs, les autres arrondis, nageant ou tourbillonnant sans cesse sur eux-mêmes.

Les *spongiaires*, autre classe de zoophytes, ressemblent aux infusoires en naissant, mais bientôt ils se fixent contre les rochers de la mer, se déforment en grandissant, leur corps se crible de trous, devient fibreux, reste complètement immobile, ils ne sont plus des animaux, ce sont ces objets connus dans nos ménages sous le nom d'éponges... singulière destinée, en vérité ! Voilà, sans doute, les êtres qui complètent la transition entre les deux classes de corps organisés, les végétaux et les animaux : les spongiaires tiennent à la fois des deux natures.

Nous voilà bien loin, mon cher Paul, de ces êtres supérieurs qui se rapprochent le plus de l'homme ! Depuis les mammitères jusqu'aux zoophytes, nous avons toujours été en déclinant.

Entre le cheval ou le chien et les polypes ou les spongiaires, quelle énorme différence ! Ici presque plus rien de l'animal, là une organisation savante et quelque chose de l'intelligence humaine.

Mais à propos d'intelligence, on s'est plus d'une fois demandé si les bêtes en avaient une ainsi que nous. Car cette matière organisée qui constitue le monde animal, car tous ces êtres que nous venons de passer en revue, ils sont non-seulement doués de mouvement et de sensibilité à divers degrés, mais ils possèdent en outre la faculté de combiner leurs actions en vue d'un résultat à atteindre, soit pour leur conservation propre, soit pour celle de leur espèce. Or, cette faculté est-elle de même nature chez les bêtes que chez les hommes ?

En examinant les faits, on acquiert la certitude que la plupart des bêtes éprouvent un penchant, un besoin à faire certaines choses qui semblent exiger le raisonnement ; mais, en y regardant mieux, on reconnaît qu'il n'y a là le plus souvent qu'un mouvement aveugle de leur nature ; ce n'est pas une intelligence susceptible d'éducation et de progrès par l'expérience et la réflexion ; un animal est poussé à agir par une force dont il n'est pas le

maître, qui le dirige ; ce n'est pas la raison libre, c'est ce qu'on appelle *l'instinct*. C'est l'instinct qui nous gouverne aussi, nous, dans quelques-uns de nos actes : nous tetons en venant au monde sans l'apprendre ; dans le premier âge nous n'avons même guère que des instincts. D'autre part, il est plusieurs animaux qui parfois semblent vraiment montrer quelque chose de l'intelligence humaine : est-il besoin de te citer le singe, le chien, le cheval, l'éléphant ; il est même des oiseaux, des insectes, qui paraissent communiquer entre eux par un langage. De là des auteurs ont conclu que la différence entre l'intelligence de l'homme et celle des bêtes était non en essence, mais toute en degré.

Quoi qu'il en soit, ce qu'on appelle instinct chez les bêtes produit souvent des choses admirables. C'est par instinct que l'écureuil prudent fait des provisions de noisettes et les distribue en plusieurs magasins ; qu'une espèce de lapin de Sibérie coupe l'herbe et la fane pour la remiser en hiver ; que l'araignée tend ses filets avec tant d'art pour surprendre sa proie ; que la larve du fourmilion creuse une fosse en entonnoir dans le sable pour y faire tomber la sienne. Et puis que de circonstances curieuses dans ce qui fait la

grande préoccupation de ces êtres, la reproduction et l'élève de leurs petits : le manège observé chez plusieurs insectes lors de leurs amours ; la prévoyance qui leur fait déposer leurs œufs justement où les larves seront sûres de trouver une nourriture appropriée ; ces demeures, ces berceaux, ces nids, édifiés avec un art souvent si merveilleux, par les oiseaux surtout ; cette industrie pour dérober leur progéniture à l'ennemi ; leur nid placé sur une branche inaccessible ; cette fauvette d'Orient qui cache le sien avec des feuilles cousues d'un coton qu'elle file elle-même ; enfin l'attachement souvent héroïque à leur petite famille, etc. Instinct encore que ces migrations à l'approche de la mauvaise saison, que ces associations pour le voyage. Mais l'association est permanente chez certaines espèces ; on y voit un gouvernement, des chefs, un travail en commun ; c'est là surtout que l'observateur a découvert des choses étonnantes : ce sont les castors qui se montrent architectes, maçons, charpentiers, et bâtissent des villes ; ce sont les fourmis, ce sont les abeilles, qui se construisent, les unes des demeures souterraines avec chambres et galeries, les autres des loges pour leurs petits d'une perfection géométrique admirable, avec ordre et

activité dans le travail, répartition de la tâche à chaque membre de la communauté, et enfin mille détails de mœurs des plus curieux. L'instinct, ce n'est pas notre libre intelligence, c'est la raison créatrice qui agit dans les animaux, voilà pourquoi ses procédés sont si sûrs et ses œuvres souvent si parfaites.

Par leurs mœurs et leurs aspects divers, tous ces êtres dont je viens de te donner la classification contribuent à la variété que présente la physiologie de notre globe. Comme les plantes, ils sont distribués sur sa surface suivant les milieux, les climats, les productions du sol. Il y a d'abord les animaux qui vivent dans l'eau, et ceux qui vivent à l'air ; les premiers sont bien plus nombreux, parce qu'ils trouvent la vie plus facile, mais en général inférieurs aux animaux aériens. Viennent ensuite les espèces se répartissant d'après la température : tandis que l'on voit le renne, l'ours blanc, confinés par leur organisation dans les glaces des pôles, l'éléphant, la girafe, les singes, ne peuvent vivre qu'à l'ardeur du soleil tropical. Aux climats chauds le nombre et la beauté des espèces, pour les animaux comme pour les végétaux, car le soleil c'est la vie ; de l'équateur aux pôles la faune s'appauvrit.

Une autre circonstance importante dans la distribution géographique des animaux, ce sont les productions du sol ; la flore et la faune d'un lieu sont toujours dans un certain rapport ; il n'y a de vers à soie que là où croît le mûrier, d'herbivores que dans les pays à pâturages, de grands carnassiers que là où il y a des herbivores.

Mais une autre vérité digne de remarque semble en outre résulter de l'examen des faits : avec des climats et des circonstances identiques, deux contrées éloignées l'une de l'autre offrent des espèces différentes, quoique souvent voisines ou présentant entre elles des caractères communs. Ainsi les animaux originaires du sol américain constituent une faune différente de celle de l'ancien continent et moins riche que celle-ci ; celle de l'Australie est plus différente encore, et l'on y rencontre des êtres singuliers, comme les kangourous, les sarigues, les ornithorhiques ; on ne trouve le tigre royal que dans l'Inde, l'orang-outang qu'à Bornéo, etc. Cela semble dire qu'à chaque partie de la terre, le Créateur avait d'abord donné des animaux particuliers, comme nous avons vu qu'il l'avait ornée d'une végétation spéciale. Mais la puissance locomotive de certaines espèces, leurs migrations, ont dérangé cette pre-

mière disposition de la nature partout où des obstacles infranchissables, comme de vastes mers, de hautes chaînes de montagnes, ne sont pas venus s'opposer à leur dissémination. Le hasard, et surtout le fait de l'homme, ont encore aidé à ce dernier résultat : le bœuf et le cheval n'étaient pas connus sur le continent américain avant leur introduction par les Européens, et le Nouveau Monde est aujourd'hui parcouru par d'immenses troupeaux de ces animaux ; le rat, qui paraît originaire de cette dernière contrée, n'est que trop répandu de nos jours sur l'ancien continent.

L'influence de l'homme agit d'une autre manière sur la destinée des êtres organisés en général : c'est par la culture et par la domestication. L'animal, le végétal, qui suit l'homme sur leur commune demeure, ne le fait pas impunément ; il en éprouve toujours quelque transformation dans son existence. En vertu de la supériorité que nous donne notre nature sur les êtres qui nous entourent, nous nous en emparons, les approprions à nos besoins, et il en résulte comme des êtres nouveaux. Par la culture du sol, par le régime, par le choix des reproducteurs, enfin par des soins de toute espèce, les horticulteurs, les agronomes, les éleveurs, sont parvenus à ces ré-

sultats qui font la richesse des nations civilisées. Nos plantes et nos animaux domestiques, transformés par une longue culture, ne ressemblent guère aux espèces à l'état sauvage dont ils descendent; c'est de nos jours surtout, que dans cette lutte avec la nature, la science a obtenu les plus beaux succès. Ces variétés d'arbustes différents de port, de grandeur, de feuillage; ces variétés de fleurs passant par toutes les nuances et toutes les formes possibles, sont souvent les descendants d'un individu unique, croissant à l'état naturel toujours semblable à lui-même; nos roses sont toutes les filles charmantes de l'humble églantier; le splendide dahlia de nos parterres n'était qu'une fleur simple et unicolore au Mexique, son pays natal; la petite fraise de nos bois, la poire sauvage si chétive et si pleine d'amertume, et tant d'autres espèces primitives, ne ressemblent guère à ces fruits superbes et délicieux qui font l'ornement de nos tables et les délices de nos gourmets.

Quant aux animaux, beaucoup ne s'accommodent pas de la compagnie de l'homme. Il n'a guère de pouvoir, en général, sur ceux qui vivent solitairement, mais bien sur d'autres qui vont par bandes, comme les chevaux; l'homme y rem-

place le chef. On ne compte que vingt et un mammifères et dix-sept oiseaux réduits à l'état de domesticité. Ici encore on est parvenu à modifier les espèces à peu près à volonté, et suivant les besoins ou le caprice : dans la race bovine on a formé des animaux forts pour le travail, ou remarquables pour leurs qualités lactifères, ou bien encore d'énormes blocs de chair pour le boucher ; chez la race ovine, des plus grossières toisons l'on a fait les plus soyeuses ; dans la race chevaline encore, le massif travailleur des Flandres, le coursier élancé de nos voisins les Anglais, le cheval arabe aux belles formes, et tant d'autres plus ou moins modifiés, tous descendent, sans lui ressembler, d'un habitant des steppes de l'Asie centrale ; dans l'espèce canine enfin, ces êtres si différents entre eux, le chien de berger, le mâtin, le chien de chasse, le boule-dogue, le lévrier, le griffon, l'épagneul, tous aussi, dit-on, composent la génération cent fois transformée d'un animal vivant encore aujourd'hui dans les déserts, le chacal. Ainsi l'homme est devenu créateur à son tour, très-secondaire à la vérité, par l'étude qu'il a faite de la nature organisée, et le parti qu'il a su tirer des enseignements de l'expérience.

Les influences extérieures, domestiques ou au-

tres, sont très-puissantes sur l'organisme animal ; il montre une grande souplesse à se modifier pour entrer en harmonie avec les diverses conditions où il se trouve. De là, la plupart de ces variations que l'on remarque d'une contrée à l'autre dans une espèce : un animal se revêtira d'une fourrure épaisse dans les pays froids, il s'en dépouillera à la longue s'il est transporté dans les pays chauds. Je te citerai un fait remarquable dans cet ordre d'idées : il paraît que chez les habitants du plateau bolivien dans l'Amérique du Sud, point très-élevé et où l'air se trouve très-raréfié, la poitrine est grande, les poumons vastes, et qu'ainsi ils peuvent respirer facilement là où les hommes des plaines ne le font qu'avec peine.

Nous venons de passer en revue les divers êtres qui composent le monde organisé dans ses deux grandes divisions, les végétaux et les animaux. Avant de quitter ce sujet, je dois t'arrêter encore un instant sur une dernière observation.

Tu n'ignores pas que l'inspection du sol terrestre nous apprend que tous ces êtres qui couvrent sa surface ont une histoire ; qu'ils n'ont pas été les mêmes à toutes époques géologiques ;

qu'on découvre des organisations qui n'existent plus, comme il existe aujourd'hui des organisations nouvelles. Chaque feuillet de ce livre de la nature révèle des choses vraiment curieuses. Peu de traces d'organisation se montrent dans les couches les plus anciennes; sans doute la température élevée du sol s'opposait alors à la vie; des coquilles, des polypiers, des végétaux acotylédonnés comme les fougères, voilà ce qu'on y trouve d'abord, c'est-à-dire les êtres les plus simples. Viennent ensuite des reptiles, des poissons, des plantes de la famille des conifères, etc. Les animaux et les végétaux les plus parfaits n'apparaissent en grand nombre que dans les terrains les plus nouveaux. Toutes les observations s'accordent sur ce point d'ailleurs, que les fossiles diffèrent d'autant plus des formes actuelles que les couches sédimentaires où ils gisent sont plus inférieures ou plus anciennes.

Le monde passé offrait un tout autre aspect que le monde actuel. Sur toute sa surface non encore refroidie vivaient des êtres qui n'habitent plus de nos jours que les régions les plus chaudes, des arbres que l'on retrouve encore parfois tout entiers, des animaux qui se révèlent par leurs ossements; parmi ceux-ci des monstres dis-

parus dont nous ne pouvons avoir d'idée aujourd'hui et qui échappent souvent à toute classification ; l'horrible ichthyosaure , tout à la fois poisson et lézard ; l'étrange plésiosaure, serpent avec des nageoires ; le plérodactyle, être singulier , réunissant tout ensemble les caractères de l'oiseau, du saurien et du mammifère ; le paléothérium, grand pachyderme d'Europe, retrouvé par Cuvier ; et dans les terrains plus nouveaux, le dinotherium, autre pachyderme gigantesque, le massif mégathérium, mammifère de l'ordre des édentés, enfin les énormes mastodontes, genre d'éléphants carnassiers qui vivaient naguère encore sur le sol américain ; et puis des coquilles de tous genres délaissées par des mollusques marins. Devant ces débris de la vie du passé et tous les vestiges qu'on en découvre, des mondes étranges surgissent dans les imaginations. Tous ces êtres qui les peuplaient ont aujourd'hui disparu, soit en suite de quelque cataclysme, soit par le fait de l'homme, soit peut-être encore parce que les conditions de la vie ont changé sur la terre.

Ces changements dans les conditions biologiques qui ont pu amener la destruction de certaines espèces, sont-ils également l'origine de l'apparition d'autres ? Plusieurs savants le croient ;

les êtres organisés n'ont successivement apparu sur la terre, disent-ils, qu'à mesure que les révolutions du globe produisaient pour eux les conditions voulues. On a même cru distinguer la loi qui a présidé à ces créations successives; l'examen du sol a porté à croire qu'elles avaient eu lieu dans un ordre progressif; en effet, les couches les plus anciennes n'offrent guère que des fossiles appartenant aux animaux et aux végétaux les moins parfaits, tandis que les terrains nouveaux abondent en débris d'espèces supérieures. Cependant on prétend d'autre part, et en suite de découvertes récentes, que les quatre embranchements du règne animal sont simultanément représentés dans les diverses couches du sol. S'il y a donc une règle, elle ne paraît pas absolue.

Quoi qu'il en soit de cette question de l'histoire de la vie sur notre globe, question qui intéresse à un si haut degré le philosophe, un fait paraît constant : c'est que l'homme est apparu le dernier sur la terre et ne date que des plus récentes révolutions du sol; on ne trouve de débris humains que dans les couches les plus superficielles. C'est là un fait remarquable qu'a révélé l'observation, et qu'on a considéré comme une confirmation du récit de la Genèse qui fait la créa-

tion de l'homme postérieure à celle de tous les autres animaux.

Nous voilà amenés, mon cher Paul, à considérer cet être qui semble le dernier effort de l'organisation sur notre globe. Notre existence matérielle, tel sera donc, si tu le veux, le sujet qui va encore nous occuper un instant.

VIII

L'HOMME PHYSIQUE.

Cela est sans doute humiliant pour toi, pour moi, pour tout le genre humain, mon cher ami; mais l'homme, physiquement, n'est qu'un animal qui ne diffère des autres que par une plus grande perfection d'organisation; matière, conformation, fonctions, tout en lui le relie plus ou moins à tous les individus du règne. Il vient immédiatement après le singe, et forme un ordre à part, celui des *bimanes*, qui occupe le sommet de l'échelle dans les classifications.

C'est graduellement et en passant par toutes les formes que nous avons vues, que la nature organisée est arrivée à la forme humaine, qui semble sa dernière œuvre et à laquelle elle s'est arrêtée. L'homme est le plus parfait des mammifères; les caractères qui le distinguent physiquement des autres individus de cette classe, bien que secon-

daïres aux yeux de la science, offrent pourtant quelque chose de très-particulier.

Tu connais le magnifique portrait que Buffon a fait de l'homme : « Tout annonce en lui le maître de la terre, etc. » Il y a peut-être trop de complaisance de la part de notre espèce, surtout lorsqu'on la prend en masse et sans choix, à se peindre elle-même en si beaux termes. Cependant, si l'on excepte quelques races abruties, on ne peut refuser à l'extérieur humain un caractère imposant et qui le distingue chez tous les êtres animés. Cette stature, par exemple, cette position verticale, n'appuyant au sol que par les extrémités inférieures, il n'y a que l'homme qui la possède; quelques singes, il est vrai, établissent même à cet égard une transition entre lui et les quadrupèdes; mais il n'y a que l'homme seul qui ne se serve jamais de ses membres supérieurs pour la locomotion, les réservant exclusivement aux travaux pour lesquels ses mains sont si bien conformées.

La tête humaine surtout présente un caractère tout particulier. Sans parler ici de l'intelligence qui se peint dans son regard et sur toute sa face, la ligne d'inclinaison de celle-ci se rapproche plus de la verticale que chez toute autre espèce; en d'autres termes, la partie inférieure, moins avan-

cée, se trouve plus directement sous le front. Les bêtes, au contraire, offrent un front fuyant, et, comme on dit, un *angle facial* plus petit, d'autant plus petit en général qu'elles occupent un rang moins élevé dans la série. Ajoutez qu'elles n'ont guère que des narines, tandis que la figure humaine offre seule ce nez en saillie qui est un de ses traits.

La beauté du visage est une des plus grandes distinctions de l'espèce humaine. Lorsqu'on dit beauté chez l'homme ou la femme, on n'entend même souvent parler que de celle-là. Qu'est-ce qui la constitue? Sans doute la régularité des lignes, l'harmonie de l'ensemble, la fraîcheur du teint, l'expression de la physionomie. Mais y a-t-il un type de beauté unique? ce type supérieur, par exemple, est-il plus particulier à la race blanche? pourquoi l'œil fendu en amande du Mongol serait-il un défaut? Dans tous les cas, ce type, s'il existe, n'est adopté ni partout, ni par tout le monde. Tel aime la blonde, tel la brune. Tel trait est une beauté dans un pays, un défaut dans un autre. Un pied petit à l'excès est une perfection pour un Chinois. Tandis qu'une taille svelte nous plaît dans une femme, le Turc préfère une taille épaissie par trop d'embonpoint. Il y a même des

peuplades plus ou moins sauvages pour lesquelles la beauté consiste en de véritables difformités. Tu comprends, du reste, que certains goûts peuvent n'être que des goûts contre nature, ou se rattachant à des circonstances étrangères à toute idée de beauté.

Je n'ai pas à faire ici de l'esthétique à l'occasion du corps humain. Quoi qu'il en soit des questions soulevées à cet égard, il est vrai au surplus que l'homme en général, par son aspect extérieur, se sépare des autres animaux supérieurs, avec lesquels d'ailleurs il confine sous tous rapports par son organisation. On sait quelle crainte inspire à ceux-ci sa présence. C'est surtout à son regard qu'il doit cette influence; le regard de certains hommes notamment révèle une grande puissance à cet égard.

Cette supériorité ne pourrait d'ailleurs pas s'expliquer par celle de notre force physique. En effet, parmi les grands animaux, l'homme, sans être le plus faible, se trouve pourtant bien inférieur à plusieurs espèces qu'il est inutile de te citer. L'on ne voit plus de ces Hercules qui, selon la légende, terrassaient les lions et assommaient les bœufs à coups de poing. L'homme, quelque vigoureux qu'il soit, l'est moins en général que le

plus médiocre de ces animaux. Il naît surtout moins bien naturellement armé, malgré l'usage habile qu'il sait tirer de ses membres antérieurs. Sa taille ne varie guère entre un mètre cinquante centimètres et un mètre quatre-vingts centimètres, et rien ne prouve, quoi qu'on en dise, qu'il en ait jamais été autrement.

L'homme, qui naît plus faible qu'aucun des plus grands animaux, naît aussi plus nu. Cette nudité est un des principaux traits distinctifs de l'espèce. Tandis que les autres mammifères sont recouverts de poils ou tout au moins d'un épiderme épais, l'homme n'a guère que la tête garnie de cheveux, le reste du corps offrant une peau délicate et à très-peu près nue. Il ne serait fait pour vivre que dans les contrées les plus chaudes de la terre, s'il n'était un être intelligent capable de se vêtir et de s'abriter contre le froid. C'est par la même raison, sans doute, qu'il est aussi et exceptionnellement un être cosmopolite, lequel peut se créer ou modifier à son gré les conditions de l'existence suivant les latitudes.

Toute la surface de la terre à peu près, avec plus ou moins d'attraits, plus ou moins de ressources, s'offre ainsi à l'exercice de nos facultés sensibles. Celles-ci constituent pour nous la vie

matérielle. Sans être plus nombreuses que chez les animaux supérieurs, ces facultés présentent peut-être dans l'homme un ensemble plus parfait, plus complet. Ce n'est pas que pour certains sens en particulier, d'autres espèces ne paraissent mieux douées. Chez les carnassiers et gibiers de nos forêts, par exemple, l'odorat et l'ouïe, chez les oiseaux la vue, révèlent une plus grande finesse. Mais cette supériorité d'ailleurs n'est-elle pas due en partie à l'exercice? Il est certain que l'homme sauvage l'acquiert jusqu'à un certain point par suite de la nécessité où il est d'avoir toujours ses sens en éveil. En outre, le tact, avec les mains qui en sont le principal organe, offrent en nous une perfection qu'on ne rencontre chez aucun animal, au point que des philosophes ont voulu réduire à cela toute la supériorité de l'homme. Le goût encore ne procure guère qu'à notre espèce cette variété de sensations qui fait qu'elle est *omnivore*, caractère qui lui est particulier.

De nos cinq sens, le tact et le goût, au point de vue de la nature des jouissances immédiates qu'ils procurent, peuvent être considérés comme les plus grossiers, n'en déplaise à nos Lucullus modernes. L'odorat a déjà quelque chose de plus délicat, de moins matériel; on dirait que certains

parfums pénètrent jusqu'à l'âme, en éveillant l'imagination et les souvenirs. Mais c'est surtout à l'ouïe et à la vue que nous devons les impressions les plus variées et les plus en rapport avec notre côté moral ; c'est par l'ouïe que la musique nous charme et nous élève ; c'est la vue qui nous donne la jouissance du spectacle de la terre, des beautés de la nature et des arts.

Ces impressions plus ou moins matérielles qui composent la vie sensitive de l'homme, s'affaiblissent avec l'âge ; la sensibilité nerveuse diminue, les organes des sens se détériorent. La décrépitude chez les vieillards n'est plus que la vie *végétative* ; leurs facultés ont été atteintes les unes après les autres du mal incurable des ans ; ils ont vécu de moins en moins et sans le sentir ; « La mort est aussi naturelle que la vie, dit Buffon, et l'une et l'autre nous arrivent de la même façon sans que nous le sentions. » « On ne doit pas considérer la vie comme une chose absolue, dit-il encore, mais comme une quantité susceptible d'augmentation ou de diminution. »

L'organisation humaine est une des plus lentes, du reste, à subir les atteintes de la dissolution ; en d'autres termes, l'homme, *lorsqu'il ne meurt que de la mort*, comme dit Montaigne, c'est-à-

dire de vieillesse, vit plus longtemps que la plupart des grands animaux connus. Tu sais que les centenaires ne sont pas bien rares; on cite même des existences de cent cinquante ans et plus. Mais quant à cette opinion fondée sur les traditions des peuples, que les anciens vivaient de longues suites de siècles, elle est en opposition avec toutes les données de la science; pour les patriarches de l'Ancien Testament entre autres, il est aujourd'hui reçu que le grand âge qu'on leur donne ne doit être attribué qu'à une erreur de texte dans les livres sacrés, ou à ce que par année on entendait alors une période de temps moindre que celle comprise de nos jours sous ce nom.

Loin que la durée de la vie humaine ait diminué, il paraît que la moyenne a grandi chez les peuples civilisés modernes. La vie plus molle et les besoins factices des sociétés de nos jours tendraient au contraire à l'amoinrir peut-être, si d'un autre côté certaines causes morbides ne disparaissaient avec les progrès de la civilisation et de la science. Quoiqu'il en soit, cette moyenne de la vie doit être fixée entre trente et trente-cinq ans, selon beaucoup de gens. Elle ne semble guère varier avec les climats, bien qu'on ait reconnu que les climats extrêmes sont plutôt nuisibles à

l'homme ; tandis que celui des contrées tempérées froides paraît favoriser sa longévité.

Que peut la science sur la vie et la santé de l'homme ? Étudier la conformation et les fonctions du corps humain, l'influence des causes extérieures qui agissent sur lui, la nature et la marche des maladies ou dérangements auxquels il est sujet, découvrir les agents et le régime propres à y porter remède, tel est le rôle de la médecine. L'on ne peut nier que cette science, aidée par les progrès des sciences physiques et naturelles, n'ait obtenu d'heureux résultats dans les temps modernes. La découverte de la vaccine, celle de substances dont les vertus bienfaisantes sont incontestables, comme le quinquina, le sulfate de quinine, ont par exemple diminué sensiblement les chances de mort parmi les hommes. La chirurgie surtout, habile et savante, a opéré de petits miracles de nos jours. Le médecin est à notre époque un personnage trop utile, sa science est trop sérieuse, pour pouvoir encore prêter à rire aux Molières et aux Boileaux contemporains. Toutefois, s'il faut en croire les gens spéciaux eux-mêmes, l'art de guérir laisse encore beaucoup à désirer ; ses bases n'ont pas une solidité suffisante, la pratique n'offre pas toujours des motifs d'ac-

tion clairs et déterminés, on en est trop souvent réduit aux tâtonnements. Cela est si vrai, que dans beaucoup de cas les médecins les plus habiles préfèrent laisser agir la nature, tout en surveillant le malade, que d'employer des moyens artificiels d'une efficacité douteuse.

Des penseurs, tels que Condorcet, Vandermonde, n'en ont pas moins émis l'opinion que la science, par ses progrès futurs, est appelée à prolonger indéfiniment la vie humaine. Flatteuse chimère, sans doute. Dans la supposition que la médecine parvienne même un jour à guérir de toutes les maladies auxquelles notre pauvre machine est exposée, elle ne réussira probablement jamais à la guérir de la vieillesse et de la mort. Nous ne sommes que de la matière organisée destinée à se désorganiser au bout d'un temps fixé par la nature, et selon des lois que le Créateur seul a pouvoir de changer. La meilleure recette pour éloigner le terme de la mort, c'est de s'appliquer à connaître les lois de la vie, et d'éviter de se mettre en opposition avec elles.

Ces lois de la vie, et ces particularités de notre espèce que je viens de t'indiquer, mon cher Paul, sont communes à tous les hommes en général. Mais, tu ne l'ignores pas, il est d'autres carac-

tères qui les divisent entre eux en plusieurs races, comme il existe divers types dans chacune des espèces animales ; un mot à ce sujet.

Les savants s'accordent assez généralement à distinguer quatre grands types dans l'espèce humaine, types qui forment ce qu'on a appelé les *racés blanche, jaune, rouge, noire*. Ce n'est pas qu'ici il y ait des limites plus nettement marquées que dans toute classification du règne organique ; non, il y a dégradation d'un groupe à l'autre ; mais on ne peut nier qu'il existe suffisamment entre eux de caractères distinctifs. Le plus apparent vient de la couleur de la peau. Celle-ci est due, paraît-il, à l'existence, dans des cellules qui se trouvent entre le derme et l'épiderme, d'une substance qui colore en noir chez le nègre, en jaune chez le jaune, et qui est incolore dans la race blanche.

Mais, outre la couleur, d'autres différences extérieures existent entre ces races. Ainsi les Européens, les Persans, les Indous, les Arabes, indépendamment de la blancheur plus ou moins parfaite de leur peau, offrent un angle facial très-ouvert, un visage ovale, un nez long et proéminent, des cheveux unis et abondants ; les Chinois, les Japonais, les Mongols, les Esquimaux, qui

composent la race jaune et la plus nombreuse qui existe, présentent un crâne plus sphérique, un visage plat, des pommettes saillantes, un nez camus, des yeux noirs écartés et à paupières relevées obliquement en dehors, des cheveux et une barbe rares; les naturels cuivrés de l'Amérique ou de la race rouge, se distinguent par un front très-fuyant, des yeux enfoncés, un nez arqué, la mâchoire inférieure massive, une taille grande et de belles proportions; enfin les Nègres, naturels de l'Afrique, sont bien reconnaissables, sans parler de la couleur, à leurs cheveux crépus comme de la laine, leur angle facial moins ouvert, leur front étroit, leur mâchoire inférieure proéminente, leurs lèvres épaisses, leur nez écrasé, leurs longs bras, leurs jambes arquées et leurs pieds larges. Cette dernière race, qui paraît, en général, inférieure aux autres, est aussi la moins nombreuse. La race blanche, au contraire, avec son type distingué et le plus éloigné des formes de la brute, semble par son aspect seul annoncer la plus intelligente et la plus perfectible.

Si à côté d'un membre des classes les plus cultivées de l'Europe, vous placez un nègre des côtes africaines, ou un Hottentot, quel contraste dans

les extérieurs de ces deux êtres ! Sans doute, la différence entre ce dernier et des singes, tels que l'orang-outang, le chimpansé, semble moins grande que celle-là au premier abord. Si, d'autre part, vous comparez les manières de vivre, l'intelligence et les goûts raffinés d'un blanc, avec la stupidité et l'existence bestiale d'un Boschimen vivant sur les arbres et se nourrissant de reptiles immondes, le contraste ne paraîtra pas moins grand.

En présence de ces oppositions de natures, on s'est demandé si ces êtres appartenaient bien à la même espèce ; si des produits si divers descendaient bien d'un couple unique ; grande question très-controversée parmi les savants. Les uns voient entre certains hommes des différences originelles inconciliables avec l'unité d'espèce ; les autres n'y voient que l'effet des causes extérieures ayant agi différemment sur un même type primitif. Cette dernière opinion, d'accord avec les traditions populaires et le texte de la Genèse, gagne du terrain de nos jours. Suivant ses partisans, il y a *différences de races* chez les hommes, mais *unité d'espèce* ; tout dans l'étude de la nature et des caractères constituants de l'espèce chez les autres animaux tend à confirmer cette

opinion, mais particulièrement la facilité des croisements entre ces races et la fécondité de leurs produits ; la diversité de couleurs, de traits, de conformations, que l'on remarque entre les groupes humains, provient des différences de milieux dans lesquels ils ont vécu ; cette influence des milieux est lente, mais sûre ; le Nègre blanchit dans nos climats tempérés, le blanc brunit sous le soleil d'Afrique ; les types nationaux même se modifient sur la terre étrangère, et l'on en cite un exemple curieux : le type anglais n'est plus le même aux États-Unis, il se rapproche davantage de celui des naturels américains. Voilà ce que disent les partisans de l'unité d'espèce ; et à leur système l'on oppose des objections auxquelles ils n'ont pas encore répondu peut-être d'une manière tout à fait satisfaisante.

Au surplus, et cela doit être pris en considération, les tendances de l'histoire générale et les traditions populaires semblent assigner une seule contrée du globe pour foyer zoologique de notre espèce : c'est l'Asie. Les études de linguistique, cette voie ingénieuse de retrouver les origines et la parenté des nations, viennent à l'appui de cette croyance. Vers le centre du continent asiatique ou les rives de l'Euphrate et du Tigre, là serait donc

le berceau du genre humain, là aurait existé l'Éden de nos pères.

Tu conçois qu'il puisse y avoir un peu d'orgueil de la part de nos peuples civilisés d'Europe à nier l'unité de l'espèce, quelle que soit d'ailleurs la vérité à ce sujet ; il y en a sans doute chez le riche planteur des États-Unis qui repousse le pauvre noir comme n'étant pas son semblable. Cependant parmi ce que l'on appelle les races supérieures, il se trouve des êtres sans aucune culture, abrutis par le besoin, la misère, ou les mauvaises passions, qui ne semblent guère au-dessus des Nègres d'Afrique ou des Têtes-Plates des forêts américaines. Ces êtres portent aussi sur leurs traits de brutes et dans toute leur personne, ils communiqueront aussi dans les mêmes conditions à leurs descendants, les signes d'une nature dégradée. Cela fait assez voir ce que peuvent le régime, l'éducation, les influences extérieures et morales enfin, dans les modifications du physique de l'homme. La civilisation a un grand pouvoir à cet égard. Le sang de l'homme cultivé ne transmettra-t-il pas aux générations futures un type d'un caractère de plus en plus élevé ? On peut même se demander si ce n'est pas là l'unique progrès dorénavant assigné à l'échelle zoologique

dans les vues du Créateur et dans l'esprit du système que nous avons reconnu jusqu'ici ; l'humanité ne profite pas seulement des conquêtes intellectuelles des individus, dit un savant professeur¹, mais aussi de leurs conquêtes organiques.

N'attendons pas toutefois que rien vienne jamais modifier *notablement* notre fragile et humble existence. Je dis humble et fragile, et ce n'est pas sans intention ; car la science, froide, véridique, un peu brutale, laisse de côté tous les di-thyrambes usités sur les supériorités de notre être physique. L'homme est le plus parfait des animaux, mais au fond il ne se distingue nullement des autres par son organisation ; il naît comme eux, il vit comme eux, il meurt comme eux ; il est le dernier anneau de la chaîne, mais il fait partie de la chaîne ; son corps n'est qu'un peu de matière organisée avec toutes les infirmités de la matière. Vois quelle est son humble origine : la circonstance la plus frivole, la cause la plus simple, l'acte le plus grossier, le mouvement de lubricité d'un ivrogne, et voilà un être humain de plus sur la terre ! et cet être, il ne peut vivre

¹ Le docteur Spring, *Discours inaugural de la rentrée des cours à l'Université de Liège*, 13 octobre 1863.

quelques heures sans tomber dans l'engourdissement du sommeil ; sans recourir, comme les plus immondes, aux substances qui l'entourent et lui servent d'aliments pour se les incorporer ; « Tous les raffinements dont nous nous servons pour couvrir nos tables, dit Bossuet, servent à peine pour nous déguiser les cadavres qu'il nous faut manger pour nous assouvir. » Et combien d'autres misères encore de tous les instants ! Cette vie, en outre, elle est menacée par la moindre circonstance : le plus petit dérangement de notre organisme, quelques degrés de plus ou de moins dans la température, un courant chargé de miasmes, la lame d'un canif pénétrant à deux ou trois centimètres de profondeur, une tuile qui tombe d'un toit, un faux pas, quelques grains d'arsenic, une mouche qui nous pique, et puis la mort pour résultat, et quelques heures après la décomposition, la pourriture, et bientôt plus rien. Tel est ce corps dont il nous arrive d'être si fiers ; il n'y a pas de quoi, en vérité ; quel que soit le rang où la fortune élève, la nature nous rabaisse tous au même niveau, celui des misères et des fragilités de notre espèce que nous oublions dans l'illusion de la vie active.

Lieux communs, me diras-tu ; soit ; mais lieux

communs d'une vérité aussi incontestable qu'humiliante. Que serait l'homme, s'il n'était que matière ! On a dit depuis longtemps que notre vie n'était qu'un souffle ; rien n'est plus vrai. Mais l'homme conçoit son néant ; mais l'homme peut s'élever à la science de lui-même et de l'univers ; voilà ce qui est grand. Il y a donc autre chose que la vie animale en lui ; il y a ce qu'on appelle l'esprit, l'intelligence, l'âme, et qui le sépare du reste des animaux ; il n'y a même d'essentiellement différent entre eux, si l'on veut, et les constituant en règnes séparés, que les deux faits de la *moralité* et de la *religiosité*, ainsi que disent les savants modernes ; toujours est-il que c'est par le côté moral ou spirituel seul que l'homme est quelque chose, et quelque chose de supérieur.

Je n'ai pas à te dire ici, mon cher Paul, pourquoi l'on présume que l'âme est un principe distinct de la vie ; que l'esprit humain, capable de concevoir et de faire de si grandes choses, n'est pas un simple produit d'une organisation éphémère ; qu'il n'est pas corruptible comme la matière, qu'il ne meurt pas comme le corps. J'ajouterai seulement que cela n'est pas admis par tout le monde ; ainsi les *matérialistes* prétendent, eux, que l'âme n'est que la résultante des forces di-

verses développées par l'organisme animal. Au surplus, c'est aux penseurs, qui depuis tant de siècles ont soutenu ou combattu ces opinions, qu'il faut t'adresser pour t'éclairer sur ces questions importantes ; j'en reviens à mon sujet.

Le front de l'homme en général, de l'homme supérieur en particulier, par la noblesse dont il porte l'empreinte, semble annoncer la présence de cette intelligence qui l'anime. Nous avons déjà vu que c'est au cerveau qu'on la rapporte ; c'est le cerveau qui perçoit la sensation, c'est là que s'élabore la pensée. On a cru remarquer, je l'ai dit, un rapport direct entre le volume de cet organe, le nombre de ses circonvolutions, et le degré d'intelligence des individus ; l'ouverture plus ou moins grande de l'*angle facial*, c'est-à-dire de cet angle imaginé par Camper, médecin hollandais, et formé par la rencontre de deux lignes, l'une horizontale, passant par le trou auditif et les fosses nasales, l'autre, abaissée sur celle-ci, suivant l'avancement du front et de la mâchoire supérieure ; c'est là, je le répète, une mesure assez exacte du crâne, et partant l'indice de facultés intellectuelles plus ou moins développées. De quatre-vingts degrés pour les races européennes en général, cet angle descend à soixante-dix degrés chez les Nè-

gres ; on sait qu'il est de plus en plus aigu chez les autres mammifères à mesure qu'ils s'éloignent de l'homme.

Il est en outre prouvé que le cerveau se développe par l'effet des habitudes intellectuelles ; qu'un homme cultivé a cet organe plus volumineux et plus profondément sillonné qu'un individu ne s'occupant que de travaux manuels ; que le crâne et surtout le front s'étendent enfin à mesure que les idées prennent le dessus sur les instincts matériels. Et à cet égard, un savant français a découvert une chose curieuse : c'est que le crâne de la population de Paris a considérablement gagné en capacité depuis le siècle de Philippe Auguste. Nouvelles preuves bien remarquables de l'action de la civilisation sur le type de l'homme physique.

La science et l'observation n'indiquaient que ces signes extérieurs et généraux de la noblesse de notre espèce, lorsqu'un docteur allemand célèbre, Gall, crut découvrir que les protubérances que l'on remarque sur le crâne, et qui sont moulées sur celles du cerveau, répondent chacune à l'une de nos facultés, celles de la partie postérieure et inférieure de la tête à nos instincts physiques, celles des parties latérales à nos penchants, et

celles de la partie antérieure et supérieure, soit du front, aux facultés qui sont plus particulièrement humaines, les facultés intellectuelles. Ce système est-il fondé ? On a beaucoup discuté à ce sujet ; l'expérience a dit oui, l'expérience a dit non, et l'on semble attendre de nouvelles observations pour se décider. Que parce que je porte telle ou telle petite bosse dans tel ou tel endroit de mon crâne, je sois précisément né philosophe, poète, architecte ou musicien, cela est douteux ; mais il peut être vrai que cette bosse ait sa raison d'être, et ses fonctions dans l'organe qui paraît l'instrument de ma pensée.

Si la conformation du cerveau détermine nos instincts, nos penchants, nos facultés intellectuelles, l'âme reste-t-elle libre, s'est-on demandé ? Si j'ai la bosse du meurtre, puis-je ne pas être un meurtrier ? Si j'ai la bosse de l'ambition, puis-je ne pas être un ambitieux ?... Il est hors de doute que chez l'homme le physique agit sur le moral, et réciproquement le moral sur le physique ; l'esprit est plus ou moins actif, par exemple, selon l'état du corps, le corps plus ou moins dispos selon l'état de l'esprit. Mais dans le système de Gall et des phrénologues, les deux principes tendraient à confondre leur action plus qu'il ne

convient peut-être en dehors des écoles purement matérialistes.

Je n'ai pas à t'arrêter davantage sur les nombreuses questions et les polémiques soulevées parmi les savants au sujet des rapports entre le physique et le moral de l'homme. Cependant je dois finir par te dire un mot de phénomènes étranges dont on s'est beaucoup occupé à notre époque, et qui se passent sur les confins de ces deux grands mondes, le monde physique et le monde moral : je veux parler du *somnambulisme* ou *magnétisme animal*.

Pendant cet état périodique où le corps tombe comme sans vie et dans une immobilité complète, l'esprit ne semble pas dormir avec les sens, et l'on en cite pour preuve les rêves qui viennent fréquemment troubler notre sommeil. Parfois même ces rêves sont en quelque sorte mis en action, je veux dire que bien qu'endormi le corps se meut et agit; et tu n'es pas sans avoir entendu parler de ces somnambules qui exécutent des choses si étranges pendant leur sommeil.

Mais outre ce somnambulisme naturel, il y en a un autre que l'on provoque artificiellement chez certaines personnes, c'est le somnambulisme ma-

gnétique, celui qui a tant occupé nos contemporains.

Si je voulais te magnétiser, et que j'en eusse le pouvoir, je me placerais devant toi, et par certains attouchements au front, le long des bras, ou par mon regard, ou même par le seul effet de ma volonté, je te ferais tomber dans un état anormal qui a beaucoup de rapports avec celui du somnambulisme naturel. Pendant ce sommeil magnétique, il se passerait des choses fort étranges : non-seulement tu parlerais et agirais à mon commandement et sans que tu en eusses conscience, non-seulement tu tomberais dans une insensibilité complète ou en proie à divers accidents nerveux, mais encore tu pourrais voir sans le secours des yeux, acquérir instantanément de nouvelles connaissances, dévoiler les choses les plus cachées, lire dans la pensée des autres et même dans l'avenir. Voilà ce qui arriverait... du moins s'il faut en croire certaines gens qui ont été témoins de choses aussi prodigieuses. Illusions et pure charlatanerie, répondent la plupart des savants, mettant à nier ces faits autant de persistance que les autres à les affirmer. Il ne pouvait pas cependant ne point y avoir quelque chose de fondé à cet égard.

Aussi admet-on généralement aujourd'hui quelques-uns des faits signalés, et notamment l'état passif où tombent certaines personnes d'un tempérament déterminé sous l'influence d'autres qui les magnétisent; ces faits d'ailleurs sont analogues à ceux qu'on observe dans le somnambulisme naturel, l'extase et quelques maladies du système nerveux. Le magnétisme, selon l'opinion aujourd'hui adoptée, serait donc la production d'un *état nerveux* qui tient du sommeil et de la veille, où tous les sens sont excités, où même les facultés intellectuelles sont augmentées; mais aucune faculté surnaturelle du reste, comme le don de pénétrer la pensée des autres, de prédire l'avenir, de connaître ce qu'on n'a pas appris, etc., choses faussement attribuées, paraît-il, aux somnambules en vogue.

Même réduit à ces termes, et sans autres résultats que ceux indiqués, le somnambulisme magnétique est encore un phénomène bien digne d'attirer l'attention de la science. Il est surtout curieux dans son origine; qu'est-ce que cette influence qu'exerce une personne sur une autre? Simple effet de l'imagination frappée, dit-on; soit; mais cet effet de l'imagination sur notre organisation est lui-même un fait bien extraordi-

naire. Que doit-on penser, d'autre part, de ce *fluide* particulier en qui les magnétistes voient la cause unique de tous les phénomènes observés, fluide que chacun posséderait en soi en plus ou moins grande quantité et pourrait projeter au dehors par l'effet de sa volonté? Serait-ce là ce fluide nerveux, ces sortes de courants électriques qui *parcourent mon organisme*, lui donnent le mouvement et la vie, et qui, dans un effort de ma volonté, étendraient leur action jusque sur les personnes les plus sensibles par leur organisation? Même dans les circonstances ordinaires, ne se produit-il pas entre les personnes qui s'approchent quelque chose de ces influences?

Quelle que soit la cause des phénomènes qu'il présente, le magnétisme en tout cas se rattache par toutes ces questions à celle des rapports existant entre le physique et le moral de l'homme. Est-il destiné à faire luire de nouvelles lumières relativement à cette grande question qui occupe depuis si longtemps les philosophes et les physiologistes? C'est ce qu'on ignore. Il y a peut-être là des mystères à jamais voilés pour notre intelligence; mais l'homme, poussé par un instinct invincible à la recherche

de la vérité, ne peut être coupable dans ses efforts pour l'atteindre à travers les voies multiples qui s'offrent devant lui.}

IX

CONSIDÉRATIONS GÉNÉRALES.

Nous voilà au terme de notre course, mon cher Paul. J'ai promené ton attention sur les principaux points de la science du monde physique, et ce sont les conquêtes de milliers d'années et les travaux de milliers de vies qui viennent de passer sous nos yeux en quelques heures. Jetons un coup d'œil en arrière.

Rappelle-toi le sujet de nos premiers entretiens. C'est d'abord ces poussières de mondes qui s'agitent dans l'espace, et dont la révélation est venue surprendre l'habitant de la terre, qui se croyait le centre universel. C'est le soleil, étoile parmi des millions d'étoiles, et autour duquel gravitent, suivant des lois connues, un groupe d'astres appelés planètes et dont notre globe fait partie. La terre, ce petit monde perdu dans la foule, mais si grand pour nous, nous l'avons vue

ensuite, foyer incandescent à son centre, offrant les diverses couches de sa surface consolidée et inégale tantôt recouvertes par l'eau des mers, tantôt relevées en continents et en chaînes de montagnes. C'est de ce théâtre, d'où l'homme est appelé à contempler l'univers, que nous avons observé le jeu des forces qui y règnent, le sol que nous foulons, l'atmosphère qui nous entoure, les phénomènes de chaleur, d'électricité, de lumière, les propriétés de la matière, les éléments qui la composent, la manière dont ils se combinent. Puis je t'ai dit le parti que l'homme avait su tirer de ces connaissances, les applications qu'il en avait faites, et les méthodes qui l'avaient conduit à ces résultats. Alors l'état tout différent qu'offre la matière dans les corps organisés, la vie qui anime notre globe, les végétaux et les animaux qui le couvrent, leurs diverses catégories et manières d'être, sont venus provoquer notre attention. Enfin, le plus complet des êtres organisés, celui qui semble le terme de la création, l'être humain, a passé devant nous.

Quel chemin, mon ami, depuis les astres qui se meuvent dans l'espace jusqu'aux animaux microscopiques qui s'agitent dans la fange ! Les sciences diversement nommées qui se partagent

ce champ immense d'investigations, l'astronomie, la géologie, la physique, la chimie, l'histoire naturelle, toutes tiennent les unes aux autres par une foule de liens; chaque jour fait découvrir entre elles de nouveaux rapports. « Les sciences procèdent comme les grands intérêts politiques de l'humanité, a dit Al. de Humboldt, elles tendent incessamment à ramener à l'unité les parties qui sont restées longtemps isolées. » On peut dire qu'il n'y a qu'une seule science, c'est la grande science du monde physique.

C'est cette grande science que nous avons rapidement parcourue. Que nous a-t-elle révélé? Qu'a-t-elle appris aux savants de nos jours?

D'abord une impression reste de cette étude de la nature : c'est que partout on y rencontre l'image de l'infini, en bas comme en haut; sur la terre la matière fourmille d'êtres innombrables dont l'exiguïté émerveille; dans le ciel apparaissent des tourbillons de mondes dont l'immensité écrase. Certes, un coup d'œil jeté sur le firmament en dit plus que toutes les philosophies possibles.

Une foule de faits et de rapports constatés par la science et l'observation, et au fond de tout cela,

du temps, de l'espace, de la matière, des forces agissantes, voilà en second lieu ce qu'on découvre dans l'étude de la nature; temps et espace que rien ne semble limiter; matière partout identique, dans l'être vivant, dans le corps brut, jusque dans l'astre qui nous éclaire et se révèle au chimiste dans un rayon. Quant aux forces qui agissent dans le temps et dans l'espace sur cette matière invariable, on a justement fait observer que nous ne nous en faisons réellement une idée que par les effets qu'elles produisent; en d'autres termes, que nous connaissons les causes secondaires, mais non les causes premières.

Les causes premières, en effet, but éternel des efforts du savant et du philosophe, sortiront-elles jamais des secrets de Dieu? On a beau remonter aux faits et aux principes les plus généraux, ce ne sont toujours que des effets et des conséquences; effets de chaleur, effets d'électricité, effets de lumière, effets d'affinité, effets de vitalité, mais ni la chaleur, ni l'électricité, ni la lumière, ni l'affinité, ni la vie. Les causes premières reculent devant nos investigations tout comme les bornes de l'espace, tout comme celles de la division et de l'organisation de la matière; on n'aperçoit pas plus de terme ni de limites ici, qu'au ciel dans les

infiniment grands, que sur la terre dans les infiniment petits.

Un auteur dont l'opinion fait loi lorsqu'il s'agit des vues générales sur la science du monde matériel, Al. de Humboldt, dit dans son *Cosmos* : « Nous sommes encore bien loin de l'époque où l'on peut se flatter de faire rentrer toutes les perceptions sensibles dans une idée unique qui embrasserait l'ensemble de la nature. » « Dans tous les essais tentés pour ramener les phénomènes variables du monde sensible à un principe unique et fondamental, dit-il encore, la théorie de la gravitation apparaît toujours comme le principe le plus compréhensible et celui qui promet le plus pour l'explication du monde. » Nous avons vu, en effet, que la gravitation et l'attraction, dont la pesanteur, la cohésion, la capillarité, l'adhésion, sont autant de modifications, étaient des phénomènes généraux dépendants d'une force inhérente à la matière et dont on a découvert la loi.

La chaleur, la lumière, l'électricité, le magnétisme, l'affinité, semblent dépendre d'une autre force générale, mais encore inconnue. Tu te rappelleras que j'ai eu plus d'une fois l'occasion d'observer les rapports étroits qui exis-

taient entre tous les phénomènes de cette espèce. Sommes-nous ici à la veille d'une découverte comparable à celle de la théorie de la gravitation? On ne pourrait le dire.

J'ajouterai que l'action des forces physiques, comme tu l'as pu encore remarquer, s'opère la plupart du temps d'après une formule que l'on rencontre à chaque instant dans la science : ainsi les actions de la pesanteur et du magnétisme, l'intensité du calorique rayonnant, l'intensité de la lumière et du son, sont toutes également *inverses du carré de la distance*. On a fait observer que cette formule semblait être l'un des termes d'une loi universelle encore inconnue.

Donc, beaucoup de notions, de matériaux et beaucoup d'inconnu, voilà, mon cher Paul, ce qu'on trouve dans la science du monde physique.

Et la vie, cet autre phénomène d'un ordre plus élevé, qu'est-ce encore? Est-ce une cause, est-ce un effet? Est-ce un nouveau principe qui apparaît dans les corps organisés, ou n'est-ce qu'un résultat des mêmes forces qui agissent sur la matière brute?... Quoi qu'il en soit, ces forces se manifestent dans la vie et cessent avec elle; ainsi dans le corps des animaux, la chaleur, l'électri-

cité, les actions chimiques, sont l'accompagnement de tout mouvement et de toute fonction organique.

Si la vie est inconnue dans son essence, on a cru remarquer que la marche de son développement sur notre globe offrait un mouvement progressif; en d'autres termes, les observations des géologues et des naturalistes tendent à faire croire que la création s'est complétée par des types de plus en plus parfaits. C'était déjà l'opinion d'Aristote citée par de Humboldt dans son *Cosmos* : « Les êtres, dit-il, s'élèvent successivement et par gradation des formes inférieures à des formes plus hautes; la nature suit un développement progressif et non interrompu, depuis les objets inanimés ou élémentaires jusqu'aux formes animales, en passant par les plantes, et en s'essayant d'abord sur ce qui n'est pas encore animal proprement dit, mais qui en est si voisin qu'il y a en vérité peu de différence; dans la nature rien d'isolé comme dans une mauvaise tragédie. »

Je t'ai dit que c'est l'homme, le plus complet des êtres organisés, qui paraît être le résultat des derniers efforts de la création. Être mixte, en lui viennent confiner le monde physique et le

monde moral. On dirait que l'organisation n'a pu faire un pas de plus sans se spiritualiser. Un nouvel élément est apparu avec lui qui semble indépendant des lois de la matière ; c'est par l'*esprit* désormais que s'est continué le progrès sur la terre.

Il est une école physiologiste, le *vitalisme*, qui considère la vie comme un principe intermédiaire entre l'esprit et le corps. Rappelant tout ce que nous avons vu à notre mémoire, nous pourrions ainsi établir comme une gradation de l'être, des principes et des forces sur la terre, savoir : la matière brute soumise aux forces physico-chimiques, la matière organisée dans la vie végétative, la matière organisée dans la vie animale, l'instinct, l'intelligence libre ou l'âme. Et si nous songeons que l'observation générale de la nature fait voir que tout ce que l'homme y distingue se fusionne par degrés et nuances insensibles, qu'il n'y a pas notamment de passage brusque des êtres les uns aux autres, on pourrait en inférer qu'il en est encore ainsi en dehors du domaine des choses connues ou observables ; que, en d'autres termes, le même plan du Créateur se poursuit jusque dans les choses ignorées ; que, par exemple, il y a des degrés, des nuances, un passage entre la vie et

l'âme, comme entre la matière brute et la vie, qu'il y a comme un territoire neutre entre ces deux puissances, le corps et l'esprit.

Dans tous les cas, l'esprit dans l'homme est quelque chose de supérieur ; c'est par son esprit, c'est par son intelligence que l'être humain embrasse le monde et pénètre dans la science.

Mais jusqu'où sommes-nous appelés à pénétrer dans cette dernière voie ? Elle est ouverte ; les temps modernes s'y sont précipités ; « jusqu'au dix-septième siècle, dit l'auteur du Cosmos, ce furent les événements qui agrandirent par secousses l'horizon des idées dans les sciences ; depuis, l'intelligence se développe dans toutes les directions par le seul effet de la force intérieure qui l'anime. » Mais cette force parviendra-t-elle jamais à percer tous les mystères que présente le monde matériel ? On peut en douter. A mesure qu'on avance, l'horizon s'agrandit, le chemin devient plus difficile. Cependant quelques grands points de vue se sont ouverts devant les regards des savants. De nos jours, sans parler des innombrables applications de la science physique, on a éclairé beaucoup de points de détail. Est-on de nouveau préparé à quelque-une de ces grandes découvertes qui changent l'avenir du monde et les idées des

hommes?... Il serait sans doute curieux, mon cher Paul, de savoir ce que sera la science dans un siècle, dans mille ans; j'ai voulu te donner ici une idée de son état actuel; puissé-je avoir réussi dans ma tâche!

FIN.

TABLE DES MATIÈRES.

INTRODUCTION.....	1
I. — Le ciel....	45
II. — La terre.....	40
III. — Les forces, les phénomènes et les lois..	70
IV. — Les éléments.....	113
V. — Méthode et applications.....	138
VI. — Les corps organisés.....	149
VII. — La vie et les êtres vivants.....	215
VIII. — L'homme physique.....	262
IX. — Considérations générales.....	288

FIN DE LA TABLE.

Paris. — Imprimerie de P.-A. BOURDIER et C^e, rue Mazarine, 30.