

BRARY OF THE UNIVERSITY OF CALIFORNIA

LIBRARY OF



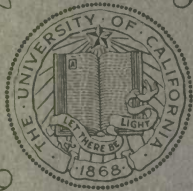
BRARY OF THE UNIVERSITY OF CALIFORNIA

LIBRARY OF

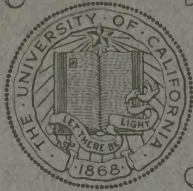


BRARY OF THE UNIVERSITY OF CALIFORNIA

LIBRARY OF



LIBRARY OF THE UNIVER



LIBRARY OF THE UNIVERSITY OF



LIBRARY OF THE UNIVERSITY OF CALIFORNIA



LIBRARY OF THE UNIVERSITY OF



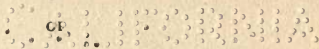
LIBRARY OF THE UNIVERSITY OF CALIFORNIA



THE PHILOSOPHY OF GEOLOGY.

THE PHILOSOPHY OF GEOLOGY

THE PHILOSOPHY



G E O L O G Y.

BY

A. C. G. JOBERT,

Late Editor of the 'Journal de Géologie,' one of the Authors of 'Recherches sur les Ossemens Fossiles du Puy-de-Dôme.'

“ We know all things begin from and end in His everlasting Essence, the Cause of causes, the Power of powers.”

SIR HUMPHRY DAVY.

FIRST PART.

LONDON :

SIMPKIN, MARSHALL, AND CO., STATIONERS' HALL COURT.

PARIS :

A. AND W. GALIGNANI AND CO.

1846.

QE2

J5

THE UNIVERSITY OF
CAMBRIDGE

LIBRARY

In Memoriam
Arthur Eaton

P R E F A C E.

THIS little book was at first written partly in English and partly in French. Having translated the French part into English, I intended to publish the whole in the latter language only; but I was so dissatisfied with my own translation, that I shrunk from the idea of making it the original work, and determined to publish the book in the French language also. Thus I have been reminded, that though now in the habit of clothing my thoughts in a foreign dress, the native forms have still the preponderance in my mind, and that, even when breathing the free air of hospitable England, I must not forget that I am still a Frenchman.

Geologists acquainted with the French language should procure in preference the French version, as it conveys a more accurate expression of my ideas, and critics should compare both texts.

London, July 13th, 1846.

690891

CONTENTS.

CHAPTER I.

	Page
Doctrine of the Eternity of the actual course of Nature examined and rejected—Idea of Causation—ought not to be founded only upon the observation of the Invariability of the Antecedent and the Consequent facts, in the actual order of Nature—Ocellus Lucanus—Diodorus Siculus—Dr. Brown—Refutation of the Theories and Doctrines of Dr. Hutton and Mr. Lyell—Idea of Space—Infinity of Space—Idea of Time—Encyclopædia Britannica—Lord Bacon—Cosmogonies—March of human Science	9

CHAPTER II.

General division of Rocks into Vulcanian and Neptunian. Granite—its Igneous Fusion—Error of Hutton and Mr. Lyell on its Metamorphic origin—Causes of this Error—Idea of Infinity of Time	42
--	----

CHAPTER III.

Theory of the Stratification of Primitive Crystalline Rocks	50
---	----

CHAPTER IV.

Re-fusion of Granite, <i>in situ</i> —Phenomena of Metamorphism—Works of Sir Roderick I. Murchison—Scandinavia—Ural Mountains—Theory of the Igneous Fusion of the Earth	75
---	----

CONTENTS

CHAPTER I

History of the Kingdom of the Netherlands
General outline of the Kingdom of the Netherlands
Geographical position of the Kingdom of the Netherlands
Political position of the Kingdom of the Netherlands
Administrative position of the Kingdom of the Netherlands
Economic position of the Kingdom of the Netherlands
Social position of the Kingdom of the Netherlands
Cultural position of the Kingdom of the Netherlands
International position of the Kingdom of the Netherlands
Conclusion

CHAPTER II

General outline of the Kingdom of the Netherlands
Geographical position of the Kingdom of the Netherlands
Political position of the Kingdom of the Netherlands
Administrative position of the Kingdom of the Netherlands
Economic position of the Kingdom of the Netherlands
Social position of the Kingdom of the Netherlands
Cultural position of the Kingdom of the Netherlands
International position of the Kingdom of the Netherlands
Conclusion

CHAPTER III

History of the Kingdom of the Netherlands
General outline of the Kingdom of the Netherlands
Geographical position of the Kingdom of the Netherlands
Political position of the Kingdom of the Netherlands
Administrative position of the Kingdom of the Netherlands
Economic position of the Kingdom of the Netherlands
Social position of the Kingdom of the Netherlands
Cultural position of the Kingdom of the Netherlands
International position of the Kingdom of the Netherlands
Conclusion

CHAPTER IV

History of the Kingdom of the Netherlands
General outline of the Kingdom of the Netherlands
Geographical position of the Kingdom of the Netherlands
Political position of the Kingdom of the Netherlands
Administrative position of the Kingdom of the Netherlands
Economic position of the Kingdom of the Netherlands
Social position of the Kingdom of the Netherlands
Cultural position of the Kingdom of the Netherlands
International position of the Kingdom of the Netherlands
Conclusion

THE
PHILOSOPHY OF GEOLOGY.

CHAPTER I.

Doctrine of the Eternity of the actual Course of Nature examined and rejected—Idea of Causation—ought not to be founded only upon the observation of the Invariability of the Antecedent and the Consequent facts, in the actual order of Nature—Ocellus Lucanus—Diodorus Siculus—Dr. Brown—Refutation of the Theories and Doctrines of Dr. Hutton and Mr. Lyell—Idea of Space—Infinity of Space—Idea of Time—Encyclopædia Britannica—Lord Bacon—Cosmogonies—March of human Science.

§ I.

ACCUSTOMED from our infancy to see natural events, or the motions of those objects which surround us, succeeding each other in a constant and regular order, days following days, seasons seasons, years years, in a word all the phenomena of the organic and inorganic world continually reproduced as two

correlative facts, the one *antecedent* the other *consequent*; the Philosophy which naturally presents itself to our mind is that the actual course of things has always been; that day has invariably followed night, night has followed day; that each species of plants or animals originates from parents similar to itself, whose type has existed from all eternity.

We must not, then, be surprised that this philosophy, although in opposition with the cosmogonies and the religious creeds of all nations, should have found followers in remote times, and formed one of the points of scholastic controversy amongst the ancient sages.

Ocellus Lucanus, who lived in the beginning of the fifth century A.C., appears to have been the first who undertook to demonstrate in a special treatise the eternity of the actual course of nature; his book is intitled, *Of the nature of the Universe*: and though these propositions do not appear to have been in favour amongst the Grecian philosophers of the centuries which followed, Diodorus, the Sicilian, who wrote about one hundred years before the

Christian era, tells us that they were discussed by naturalists and historians.

“De primo igitur hominum ortu, duæ apud summæ autoritatis physiologos et historicos sententiæ habentur. Alii enim horum, qui et ortus et interitus expertem esse mundum statuunt, hominum etiam genus ab æterno sine ullo generationis principio extitisse affirmant. Alii contra, qui et genitum hunc mundum, et corruptioni obnoxium esse censent, perinde atque illum, homines quoque certo tempore ortum consecutos asseverant.”*

Nevertheless, it is a fact that the ancients have not overthrown O. Lucanus's doctrine by direct arguments; probably because science, in their time, and the abstract nature of their mode of reasoning, did not furnish them with precise facts to oppose it with success; and perhaps also because cosmogonic ideas were admitted *à priori*, as principles above discussion.

On the other hand, the systems of pure philosophy

* Diodori Siculi Bibliotheca, Lib. I.

which have succeeded each other down to our days, have, probably, for the same causes, likewise left undecided the question of the eternity of the established order of things. Moreover, in endeavouring to ground their systems upon the observation of actual facts, modern philosophers necessarily found it impossible to clear their general deductions from the simple, and apparently forcible conclusion, which results from a first insight into the phenomena of nature.

Thus, Dr. Brown, whose works may be considered as a *résumé* of the most logical and consistent views of modern philosophy, founding his arguments upon facts taken in the regular order of things, could only place, as did Lord Bacon two centuries before him, the idea of causation upon the basis of two facts in the constant relation of *Antecedent* and *Consequent*.

The following is a passage of his *Inquiry into the relation of Cause and Effect*, in which this justly celebrated philosopher explains his views with remarkable lucidity.

“ It is this mere relation of uniform antecedent, so important, and so universally believed, which appears to constitute all that can be philosophically meant in the words power or causation, to whatever objects, material or spiritual, the words may be applied. If events had succeeded each other in perfect irregularity, such terms never would have been invented; but when the successions are believed to be in regular order, the importance of this regularity to all our wishes, and plans, and actions, has, of course, led to the employment of terms significant of the most valuable distinctions which we are physically able to make.

“ We give the name of *Cause* to the object which we believe to be the invariable antecedent of a particular change; we give the name of *Effects* reciprocally to that invariable consequent; and the relation itself, when considered abstractedly, we denominate *Power* in the object that is the invariable antecedent, *Susceptibility* in the object that exhibits in its change the invariable consequent; we say of fire, that it has the power of melting metals; and of

metals, that they are susceptible of fusion by fire ; that fire is the *cause* of the fusion, and the fusion the *effect* of the application of fire ; but in all this variety of words we mean nothing more than our belief that when a solid metal is subjected, for a certain time, to the application of a strong heat, it will begin afterwards to exist in that different state which is termed liquidity ; that, in all past time, in the same circumstances, it would have exhibited the same change, and that it will continue to do so in the same circumstances in all future time. We speak of two appearances which metals present ; one before the application of fire, and the other after it ; and a simple but universal relation of heat and metallic substances, with respect to these two appearances, is all that is expressed. A *Cause*, therefore, in the fullest definition which it philosophically admits, may be said to be that which immediately precedes any change, and which, existing at any time in similar circumstances, has been always and will be always, immediately followed by a similar change. Priority in the sequence observed, and invariableness

of antecedence in the past and future sequences supposed, are the elements combined in the notion of a cause.”

It results from this statement that Dr. Brown considers the idea of *Causation* as originating from the simple relation of two facts so linked together that the first must, of necessity, be followed by the second, or, taking the reverse, that the existence of the second proves, from all evidence, the anterior existence of the former.

Now, this philosophy which follows from the observation of the phenomena belonging to the actual order of nature, and represents the idea of *Causation* as confined within the uniformity or the invariableness of the antecedent fact, entirely rejects all speculations on the origin of things, or, in other words, on that which may have preceded or begun the established order. The philosophical inferences drawn from this doctrine even conduct unavoidably to the system of the eternity of the established order; for if we apply them to the observation of the reproduction of organic beings, we shall never arrive

at any cause but the invariable antecedent of parental generation. It will be the same with the facts belonging to inanimate nature; thus, the consideration of the actual order of seasons will only lead us to the uniform antecedent and consequent of the motion of the earth in its present condition.

However, I hope I shall demonstrate in this book, that it is the aim and tendency of the attentive study of the phenomena of nature, taken in all their combinations, and of the careful examination of their details, not to confine the idea of causation to the appreciation of the relations between two isolated facts, but to pursue that idea, without pausing, in the general order according to which the phenomena succeed and have succeeded each other, either ascending indefinitely from a given fact to the anterior facts, or descending from the anterior fact to those which follow. And the most remarkable feature of the philosophy which results from this method, which modern science has invented, is, that it does not decide before-hand the questions of the *invariable antecedent* and the *invariable consequent*, but leaves

an open field to theory, and allows scientific speculations to remain in the condition of possibly tracing, in the past, facts out of the established course of things,—a beginning of the actual order of nature.

But the relation of cause and effect, as established by Dr. Brown's doctrine, is so deeply rooted in the basis of our ideas, that even eminent naturalists could not forbear adopting *primâ facie* the philosophy of the invariableness of the antecedent and consequent, and discarding, with a sort of disdain, the new speculations and the theoretical investigations towards which the character of recently collected facts forcibly directs our researches and meditations. The study of geology has therefore not only to surmount the obstacles which the deductions of the vulgar, and the preconceived systems of philosophers, have combined to oppose to its progress, but it has also to emancipate itself from the prejudices of men of science, of those even whose valuable labours are full of original observations, of precious facts painfully gathered, and whose only error, in our estimation, is that of attempting to adjust new

results to a decayed system, thus enveloping a science full of life in the shroud of death.

§ II.

Having adopted *à priori* the restricted signification of the idea of causation, such as we have considered it in the preceding section, Dr. Hutton, towards the end of the last century,* and Mr. Lyell, in our days, have been compelled to encompass philosophy within the circle of the invariableness of the antecedent and consequent facts; to withdraw from their investigations all speculation upon a first cause, and to study natural events with the preconceived notion that geology "is in nowise concerned with questions as to the origin of things."

According to the system of Hutton, the mineral strata which compose the basis of existing continents were formerly under the waters of the sea, and have been formed from the *debris* of anterior continents;

* It is however to be observed that Fuchsel, a German geologist, whose works are reviewed in the *Journal de Géologie*, was the first promoter of the theory of actual causes, as Sir H. De la Beche well remarks.

the strata which constituted these old continents themselves were the remains of strata belonging to continents still more ancient, whose materials had been also heaved up from the bosom of the waters; and thus *ad infinitum*.

The system of Hutton forms therefore a circle of eternal upraisings of strata manufactured in what he calls the *mineral regions* with the disintegrated materials of a more ancient order of strata previously upheaved. As to pristine consolidated matter, there is not a resting point to mark the beginning of its existence in the past. It is what Hutton explicitly declares in the conclusions which follow.

“ Having in the natural history of this earth seen a succession of worlds, we may from this conclude that there is a system in nature; in like manner as from seeing revolutions of planets it is calculated that there is a system by which they are intended to continue those revolutions. But if the succession of worlds is established in the system of nature, it is in vain to look for any thing higher in the origin of the earth. The result, therefore, of our present inquiry

is, that we find no vestige of a beginning, no prospect of an end.”*

Mr. Lyell, adopting the philosophy of Hutton—“that geology is in nowise concerned with questions as to the origin of things,” contends in the first pages of his book, “that the most common and serious source of confusion arose from the notion that it was the business of geology to discover the mode in which the earth originated, or, as some imagined, to study the effects of those cosmological causes which were employed by the Author of nature to bring this planet out of a nascent and chaotic state into a more per-

* Dr. Hutton’s *Dissertation on the Theory of the Earth*, 1795. Playfair has attempted to demonstrate that the doctrine of Hutton was not opposed to the belief of a creation, and remarks in defence of this philosopher, “that it was one thing to declare that we had *not yet* discovered the traces of a beginning, and another to deny that the earth ever had a beginning.” But this is too indirect; for Hutton does not say that we have *not yet* discovered the traces of a beginning, which construction would lead us to suppose that we might some day discover these traces; on the contrary, he positively contends that *it is in vain to look for anything higher than the succession of worlds.*” This is significant enough; and if Hutton did not veil his meaning, his followers do him an injustice in endeavouring to obscure the transparency of his ideas.

fect and habitable condition.” And he adds, “an attempt will be made in the sequel of this work to demonstrate that geology differs as widely from cosmogony, as speculations concerning the mode of the first creation of man differ from history.”*

In answer to this, let us remark that the confusion, if it exists, has been introduced, not by the geologists who embrace in their investigations the question of a *First cause*, since the nature of the facts themselves has given rise to it; as it is impossible, for instance, to refuse examining whether organized beings have been created at a certain time, when a mass of facts are discovered which seem to prove that life has not existed from all eternity on the earth. The confusion is the consequence of the restricted signification which Mr. Lyell continues to attach to the idea of *causation*, at a time when science has introduced in this idea new elements which have extended its value and bearing.

The proposition that geology “differs widely from

* Principles, 6th ed., p. 5.

cosmogony" amounts to a dogmatic affirmation that the idea of *causation*, in reference to geological investigations, is bounded within the limits of the antecedent and the consequent facts; for the only difference which really subsists between Mr. Lyell's opinions and those of cosmogonist geologists is precisely that the latter put in question the invariableness of the antecedent fact, or reject this invariableness, tracing back or believing that they trace, through a succession of material facts, a time when the antecedent fact stops short, and the established order had no existence.

That "speculations concerning the mode of the first creation of man differ from history," is a proposition which will appear paradoxical to many, but it does not belong to geology. Since Mr. Lyell reproaches those geologists to whom he places himself in opposition, with having thrown confusion into the science, he ought to have combated them with clear and precise arguments, and established principles better fixed than those which can be deduced from such an enunciation as this:—

Geology differs from Cosmogony

as

*Speculations on the Creation of Man differ from
History.*

✓ Propositions like these are certainly better adapted to increase than to remove the confusion. Geology studies facts: these facts it classifies as well as it can, according to their natural order; and from this classification it results that the questions of the origin of the terrestrial globe and of the creation of man fall within its range; at least the majority of geologists think so. How is it, then, that in order to remove the confusion, Mr. Lyell breaks the straight line of science; and, instead of stating in direct terms the question whether geology differs from cosmogony and from speculations on the creation of man, he dismisses from the argument these latter speculations, simply averring that they differ from history? Is it not because the idea of causation, as understood by Mr. Lyell, to be deduced from the

doctrine of the invariableness of the antecedent and consequent, can no more be associated with the investigations upon the creation of man than with the cosmogonic question ; and that in pursuing these investigations through the relations they may be supposed to have with history, he avoids the difficulty of proving by direct arguments that speculations concerning the creation of man do not fall within the range of geology ?

In rejecting then from the science, inquiries concerning the origin of the earth and the creation of man, and establishing as a settled principle “the identity of the ancient and present system of terrestrial changes,” Mr. Lyell has done nothing else but confine the idea of causation to the philosophy of the invariableness of the antecedent and consequent facts ; and, for this reason, whenever geological facts are met with in opposition to this invariableness, and whenever these facts lead to the conclusion of a beginning, either in the organic or in the inorganic world, the philosophical results of this naturalist bear the stamp of his primitive error, and the legiti-

mate deductions, drawn from the observation of facts, are in opposition with his principles.

§ III.

However, notwithstanding his fundamental axiom of the eternity of the established order, which re-appears under various forms almost in every page of his book, and which we see enunciated at the beginning of chapter IX. in these terms: "the former changes of the earth belong to one uninterrupted series of physical events, governed by ordinary causes;" and even in opposing what he calls "popular (!) arguments from great vicissitudes of the organic creation in times past," Mr. Lyell finds it expedient to acknowledge a beginning of the human species. But as this admission brings him in contradiction with himself, and destroys the general harmony of his plan, he does his utmost to weaken its importance.

"Is not," says he, "the interference of the human species, it may be asked, such a deviation from the antecedent course of physical events, that the know-

ledge of such a fact tends to destroy all our confidence in the uniformity of the order of nature, both in regard to time past and future?"

“Now these objections would be unanswerable if adduced against one who was contending for the absolute uniformity, throughout all time, of the succession of sublunary events. If, for instance, he was disposed to indulge in the philosophical reveries of some Egyptian and Greek sects, who represented all the changes both of the moral and material world as repeated at distant intervals, so as to follow each other in their former connexion of place and time.” . . .

Then Mr. Lyell concludes—“the geologists, however, may condemn these tenets as absurd, *without* running into the opposite extreme, and *denying* that the order of nature has from the earliest periods been uniform in the same sense in which we believe it to be uniform at present, and expect it to remain in future.”

It must be remarked here that the example upon which Mr. Lyell builds, has a very different bearing

from that which he lays down. The philosophy of the Egyptians and of the Greeks did not contend for an absolute uniformity throughout all times ; on the contrary this philosophy, as well as that of the Hindoos, supposed periods of destruction and renovation of the world, followed by periods of repose ; in other words, events breaking the uniformity and the regular order of nature ; and although the ancients endeavoured to systematise these extraordinary events, they considered them as forming a series apart, intruding through the periods of absolute uniformity.

Giving to Mr. Lyell's argument a simple construction, it may be reduced to this :—

1st. He does not contend for the absolute uniformity of the succession of events.

2ndly. For instance, he condemns as absurd the creeds of the ancients who admitted the absolute uniformity of *the periods* of destruction and renovation of the world.

3rdly. He believes that the order of nature has from the earliest times been uniform, as it is at present, and that it will so remain in future.

Now, the argument is evidently defective, the example which forms the second part of the premiss does not quadrate with the first part : for if Mr. Lyell condemn the uniformity of the periods of destruction and renovation, it should be because he does not contend for the absolute uniformity of events, and recognises, therefore, periods of destruction and renovation *without* this uniformity, whilst, on the contrary, he believes in the constant uniformity of the actual order of nature.

The fallacy of this reasoning will be still more obvious if we suppress the second premiss ; there will then remain two propositions in direct opposition to each other.

In the developements which follow, Mr. Lyell endeavours to lessen the importance of the introduction of the human species as a deviation from the established order of things. But his arguments appear to me so loose and so contradictory, that I must confess I find it impossible to analyze them with any method ; and my attempts to reduce his propositions into syllogisms have been completely unavailing.

Towards the end of the chapter alluded to, Mr. Lyell confesses, in a manner, that the creation of man cannot be explained in his system ; for he declares “ that had he presumed to dogmatise respecting the absolute uniformity of the order of nature, he would be checked by witnessing this new and unexpected event, and would form a more just estimate of the limited range of the scheme of the universe.” But, how can he pretend that he does not dogmatise, when he contends with Hutton “ that geology is in nowise connected with the origin of things,”* when the doctrine taught in every page of his volumes rests upon the preconceived idea of the eternity of the established order, when, at last, in a special chapter,† he is so particularly intent on opposing what he calls the *prejudices which retard the progress of geology* ; viz., “ the belief in the want of conformity in the causes of changes, or the belief that the course of nature, in the earliest ages, differed from that now established.”

* Page 6, Vol. i.

† Ch. V. Vol. i. p. 3.

But, what is most singular, and may justly excite a feeling of surprise in Mr. Lyell's reasoning, is his earnest endeavour to impress upon the mind of the reader that the new and *extraordinary circumstances* of the introduction of man are not of a *physical* but of a *moral* nature!

“When we speculate,” says he, “on the vicissitudes of the animate and inanimate creation in former ages, we ought not to look for any anomalous result, unless where man has interfered, or unless clear indications appear of some *other moral source of temporary derangement.*”

Thus in fine, man, who by the strength of his organization, and the power of his intelligence, is brought into communion with all nature; is lord and ruler of all living beings on the earth; who, turning his eyes towards heaven, studies the laws which govern the motions of the stars, and contemplates them in the infinite space; who has measured and weighed the mass of the terrestrial globe and of the spheres revolving around; man, who calculates the speed of light, and traces, through centuries, the

motions of that imponderable fluid ; who, multiplying the power of his organs, has acquainted himself with myriads of beings unperceived by his senses ; and has discovered in the depth of space innumerable suns rolling beyond the reach of his unassisted sight ; man, who, rapt in his ideas and meditating upon himself, regulates the inward movements of his imagination, and dares to consider his mind as a brilliant ray of the supreme and *omnilatent* light reflected in living and sentient creatures ; man, whose species grows and developes itself as a *unique* being incessantly advancing towards a perfection to which no limit can be assigned ; whose speculations embrace the origin of things and the principle of his own existence, is in Mr. Lyell's system isolated from the creation where he occupies the first rank, and considered by himself, alone, as an anomaly, a parasitical nonentity, a *moral source of temporary derangement*, as if he had not a real existence, and was nothing upon earth but an incomprehensible abstraction, an inexplicable accident !

What more is required to refute such a system,

than to put in an opposite scale a simple statement of the facts themselves, whose mutual dependence and connexion lead invincibly to the idea of a *design*, and show, in the creation of man, the key which crowns the vault of the organic edifice, and the final cause of all the changes which have brought the actual order of things, and completed, by the introduction of a being gifted with reason, the sublime picture of the harmonies of nature?

§ IV.

Answering the objections which his *principles* have raised, Mr. Lyell, in his conclusions endeavours to meet the reproach of assuming that there was never a beginning to the present order of things, and says emphatically; “in whatever direction we pursue our researches, whether in time or space, we discover *everywhere* the clear proofs of a creative intelligence, and of his foresight, wisdom, and power.”

Let us remark, in the first place, that we have a right to ask *where* is this clear proof of a creative

power to be found in a system which does not admit of a creation, and how we can assume that there has really been a beginning? As Mr. Lyell does not say upon what ground this *clear proof* remains, his words must be taken only as a *moral* acknowledgment, in contradiction with the whole tenor of his system and the formal opinions expressed in every chapter of his book.

It is not without some repugnance that I come now to consider the questions of *Time* and *Space*,—questions which have raised so many futile and ridiculous controversies amongst theologians, philosophers, and metaphysicians; but it seems impossible to leave without an answer this last resource which the author of the *Principles* calls to the aid of his system.

Mr. Lyell's defence is, that the impossibility of arriving through observation at the limit of the material universe, is not an argument against the existence of this limit, and that, by analogy, the impossibility of finding a direct evidence of a beginning is not an argument against the probability of a be-

ginning. But this is expressed with a cautious and conditional if:* the author does not say how, and by what means, the conviction of a limit or of a beginning can enter our mind; on the contrary, he strenuously maintains, a few lines further, “that as we aspire in vain to assign limits to the works of creation *in space*, we are prepared to find that *in time also*

* “With equal justice might an astronomer be accused of asserting that the works of creation extended throughout infinite space, because he refuses to take for granted that the remotest stars now seen in the heavens are on the utmost verge of the material universe. Every improvement of the telescope has brought thousands of new worlds into view; and it would therefore be rash and unphilosophical to imagine that we already survey the whole extent of the vast scheme, or that it will ever be brought within the sphere of human observation.

“But no argument can be drawn from such premises in favour of the infinity of the space that has been filled with worlds; and if the material universe has any limits, it then follows that it must occupy a minute and infinitesimal point in infinite space.

“So, in tracing back the earth’s history, we arrive at the monuments of events which may have happened millions of ages before our times; and if we still find no decided evidence of a commencement, yet the arguments from analogy in support of the probability of a beginning remain unshaken, &c.”
Principles, Vol. III. pp. 404, 405.

the confines of the universe lie beyond the reach of mortal ken.”

However, because we do not find the limit of the works of creation which lie *BEYOND our reach in space*, it does not follow that we shall not be able to discover *as to time* the epoch of the creation of the worlds *WITHIN our reach in space*.

The idea of Space is intimately connected with the idea of Matter; it is the idea of Extensiveness considered in the abstract;* and Extensiveness is a quality of matter.

The idea of the Infinity of Space, if we sought to disengage it from the idea of extensiveness, and therefore from the idea of matter, would be absolutely negative, that is to say, it would no more be an idea.

Through our unassisted sight we discover, in the depth of the heavens, innumerable stars: the telescope multiplying the power of our eyes, shows us, beyond these nearer globes, others whose enfeebled

* It is the abstraction of a quality: and if we call a quality an abstraction, it will be the second degree of an abstraction, or the abstraction of an abstraction.

light appears to melt in the distance; imagination, under the guidance of analogy, leads us to suppose, beyond these latter worlds, other worlds again whose light, lost in immensity, will never reveal to us their real existence; and, beyond these, we still picture another more distant range, and worlds without end, in the same manner as we conceive series of numbers to which we can add other numbers without limit.* Such is the philosophical idea of infinity attached to space: if imagination placed a limit beyond which worlds do not exist, it would still suppose the existence of light or of some fluid upon which to settle itself; for if you subtract entirely from the idea of space or extensiveness the idea of matter, there remains nothing which could serve as a basis for an idea.†

* Numbers as well as lines are qualities of matter.

† Dr. Clark has said: "To set bounds to *space* is to suppose it bounded by something which itself takes up space, and that is a contradiction; or else that it is *bounded* by nothing, which is another contradiction." The argument will stand good if we say, to set bounds to *matter* is to suppose it bounded by some thing which takes up space, &c.

The idea of *Time* is produced by the observation of the succession of events : it is the idea of matter considered in another of its qualities, viz. *Motion*—its various moods.* The idea of *time* is therefore connected with the idea of space through the element common to both ideas,—*matter*. And in reality, it is only when space or when matter itself is beyond our reach that time can be assumed to be beyond our reach also. Therefore, to affirm in reference to the earth, or any heavenly body, that time is beyond our reach, is as inconsistent as it would be to say that such a star which we see, or the earth that we touch, is beyond our reach in space.

The fallacy of Mr. Lyell's defence consists in his attempting to establish an analogy between two dis-

* This simple and natural definition of time will, I hope, be accepted as preferable to far-fetched and incomprehensible metaphysical descriptions such as the following from the Encyclopædia Britannica : "Time can be nothing else than the relation of co-existence apprehended between things that are *permanent*, and those trains of the fleeting ideas which incessantly succeed each other on the theatre of imagination!" (Vol. XIII. p. 640).

tinctly independent ideas, the idea of inaccessible space and that of the movements of accessible matter.*

Thus we are reminded of the aphorism of Lord Bacon:—

“Si notiones ipsæ confusæ sint, et temerè a rebus abstractæ; nihil in iis quæ superstruuntur est firmitudinis.”†

§ v.

The learned author of the elaborate article PHILOSOPHY in the *Encyclopædia Britannica*, in reviewing Lord Bacon's works, and speaking of the general belief in the constant uniformity of the relation of cause and effect, expresses himself thus:—

“After all the labours of ingenious men to discover the foundation of this irresistible expectation, we must be contented with saying that such is the constitution of the human mind. It is an universal fact in human thought; and for any thing that has

* The error is of the class which Dr. J. S. Mill calls the fallacy of False Analogy. (See *J. S. Mill's System of Logic*, Vol. II. p. 421.)

† *Novum Organum*. Lib. prim. Aphorism XIV.

yet been discovered, it is an ultimate fact, not included in any other still more general.”*

However, though the observation of the invariable relation of cause and effect must inevitably remain for ever the guide of our material actions, because it is the rule of nature in the present regular order of things, it cannot be urged on our mind as the extreme limit of our ideas; it cannot prevent philosophical speculations on the possibility of an order of things anterior to the present course of events, and to the very existence of our own species.

It must be remarked also that the general tendency to form cosmogonies, and the influence which the founders or promulgators of these systems of the world have exercised, at all times, on human societies, offer the most undeniable proof that the genius of man has long been in quest of a more universal generative fact, which should have the pre-eminence over the relations subsisting between events in the established order; and that all religions have been

* Encyclopædia Britannica, 6th ed., Vol. XVI. p. 1823.

founded upon the belief in a beginning of things, and the idea of a creation of the organized beings which inhabit the earth.

As the march of human science is progressive, it has necessarily begun with the study of the actual phenomena of nature. Inquiries into the past history of the world have only descended to the study of terrestrial events in modern times. Even in the beginning of this century there was not a sufficient number of facts collected for the establishment of a doctrine founded upon direct observations, which might revise and call in question the philosophy of the invariableness of cause and effect.

But these facts geology now furnishes, and after having begun its march from geogenic ideas, and passed through the requisite study of the phenomena of actual nature, philosophy will presently be found to have described a circle, and to have returned to the point marked by the primitive genius of man, and written in the form of a genesis at the head of all historical traditions. And this has happened in virtue of the new and notable fact, that in examining

the phenomena of the established order, science has discovered monuments of the past, hitherto unknown or misunderstood, and that it has begun to reconstruct the series of events which have succeeded each other on the earth, ascending from monuments to monuments, until it has reached the limits of a beginning and a creation, as taught *à priori* by the cosmogonic annals of all nations.

CHAPTER II.

General division of Rocks into Vulcanian and Neptunian.
 Granite—its igneous fusion. Error of Hutton and Mr.
 Lyell on its Metamorphic origin—Causes of this Error.
 Idea of infinity of Time.

§ I.

THE mass of rocks, whose succession forms the observable part of the terrestrial envelope, naturally divides itself into two great groups. The first contains what we will call *Vulcanian Rocks*, because they are the result of the cooling of a mineral matter in igneous fusion.

The second comprehends the *Neptunian Rocks*. These have been formed in the bosom of the waters, and originate, in great part, from the *disintegration* of Vulcanian Rocks, whose fragments have been carried down into the seas by running waters.

Vulcanian Rocks contain no organic remains ;

except such as they may have borrowed from pre-existing Neptunian strata.

Neptunian Rocks are often full of fossil relics of living beings, animals, or plants.

These two kinds of rocks have been produced at different periods, and are still conjointly produced in the present time. Thus lavas ejected by volcanoes, are Vulcanian Rocks; and the beds of sand, clay, and carbonate of lime, deposited in some lakes, accumulated near the mouth of rivers, or spread out on the bottom of seas, form Neptunian Rocks.

Of Vulcanian Rocks, the greatest part consists of granite: this rock is the basis of all others, not that it is every where accessible to our observations, but, when we once meet with it, we do not find under it any other species of rock, to whatever depth we may penetrate, unless it has overflowed on the surface, after having been injected through Neptunian strata, and in this case even it dips under the same strata. Granite, then, may be considered as the basis which supports all the other rocks, and forms the solid crust, or rather, if the expression be allowed, the shell of the terrestrial globe.

§ II.

The igneous origin of granite is now admitted as a fact beyond doubt by all geologists; but some, adopting the theoretical ideas of Hutton, think that this rock has passed through the state of clay and sand, which, like the secondary and tertiary stratified formations, contained fossil remains whose traces have been obliterated by fusion. Others consider the absence of organic remains in the granite as a primitive fact, and see in the consolidation of this rock the simple result of the cooling of the surface of the globe, originally in igneous fusion.

However, the hypothesis of Hutton is undoubtedly grounded upon a mere logical fallacy. All the argument rests upon the implicit admission of the existence of a solid primitive envelope as the generative fact. Thus, according to that hypothesis:—

Granite exists in a solid state.

It is broken and disintegrated in consequence of upheavings and abrasions; it is decomposed either by the agency of air and ambient liquids or fluids,

or by a molecular reaction of its constituent elements.

These disintegrated parts are washed away by waters into the seas.

They are spread out in the form of regular strata at the bottom of these vast basins.

There they are seized by central agents, and reduced into a state of igneous fusion.

Lastly, they are again raised from the bosom of the seas, and return into a solid state to form new continents.

To give full scope to the argument, let us admit, for an instant, that the granite which now forms the basis of the solid envelope of the earth is in reality a recomposed granite, entirely similar to an anterior and more ancient granite ; that it has been upheaved to the surface by central forces ; in fine, that it becomes decomposed and passes through the various natural operations which have been described in the preceding lines. Now, suppose you repeat the decompositions, recompositions, and upheavings as often as you think proper, stretching the hypothesis to its

extreme limits; these repetitions cannot destroy the fundamental fact which forms the basis of the argument itself, viz. the *primitive existence in the solid state* of a granite or of a solid crust which has begun the series.

If you withdraw this generative fact, what will remain?

Sandstones and clays, the result of the decomposition of nothing!

I therefore do not hesitate to declare, however presumptuous this assertion may appear, that the famous theory of Hutton, which has become the stronghold of one half of the modern geologists and the stumbling block of the other half, a theory which reckons a great number of adherents amongst the most distinguished scientific men of the present time, is, after all, nothing but an error of Dialectics, a common fallacy,—what John Stuart Mill calls “a fallacy of confusion”—forgetting what the premises are or imply—a vulgar *petitio principii*!

The comparison, by analogy, between the motions of the terrestrial crust and the revolutions of planets

does not, besides, afford any support to this hypothesis; first, because, the eternity of the revolutions of the planets is a contested fact; and secondly, because, even granting this eternity, the concession does not imply the admission that the order now established at the surface has not had a beginning.

§ III.

That the actual granitic crust of the globe may be the result of a re-fusion of the disintegrated elements of an anterior granite, such as clays and sandstones, is a supposition which would never have been advanced if it had not formed the fundamental basis of Hutton's hypothesis; for if it had been perceived that even this supposition offers no support to the system of the eternity of the established order, inasmuch as it still leaves us under the necessity of admitting a primæval granite at some determinate period, it would have lost all its philosophical value. The supposition was suggested by the hypothesis, because the hypothesis could not subsist without the

supposition. If we demonstrate the fallacy of the hypothesis, the supposition falls to the ground.

Those who are convinced of the fallacy of Hutton's fundamental argument will not stop an instant at the intermediary supposition; they will simply consider the present granite and gneissose terrestrial crust as the first solid envelope of the globe. Mr. Lyell's developments must necessarily follow the fate of Hutton's theory, which he has in fact adopted.*

It is because Dr. Hutton and Mr. Lyell have confined their philosophy within the limits of the idea of Causation, deduced from the doctrine of the invariability of the antecedent and consequent facts, that they have been led to suppose an infinite repetition of two facts, viz.: the *destruction* and the *renovation* of the granite: there was, however, an imperative necessity (after remounting through all the intermediate facts) of admitting, as a starting point, the existence of a primæval solid crust before

* Elements of Geology, Vol. I. p. 17.

the decomposition of this same crust. Neglecting or losing sight of this starting point, these naturalists have implicitly admitted that the consequent fact (the destruction of the granite or solid crust) had preceded the antecedent or generative fact (the existence of the granite in the solid state); hence, and under the penalty of being absurd, they have been induced to superadd to the consequent fact a new antecedent fact similar to the primitive one; and repeating indefinitely this process, they have persuaded themselves that they had encompassed the idea of the infinity of time in a circle of events of one uniform kind, reproducing themselves in perpetuity.

But, the idea of Infinity united to that of Time is equivalent to the idea of the movements of matter, *in a continuous series*, without a necessary connexion with the similarity of the antecedent fact, or with the relations subsisting between the antecedent and the consequent facts in the actual order of things.

CHAPTER III.

Theory of the Stratification of Primitive Crystalline Rocks.

§ I.

THE distinction established in the preceding chapter, between Vulcanian and Neptunian Rocks, does not in any way rest upon the phenomena of stratification ; and, considered under a certain point of view, this distinction is purely nominal. Vulcanian Rocks frequently offer evidences of being disposed in strata ; and these evidences are, according to all appearances, due to circumstances similar to those which have accompanied the deposition of the Neptunian strata. Water itself, diffused through the irregularities of the globe, is a mineral mass in *igneous* fusion under the habitual temperature of warm climates ; in the state of rock in cold countries ; it forms mountains, plains, and valleys ; and sometimes, as in some parts of Siberia, regular strata

which, on a vast extent, compose the basis of the vegetable soil. The perfect stratification of the rocks deposited in water is due to the extreme mobility of this liquid, which allows the stony particles in suspension to precipitate with regularity on the bottom of a basin, thus separating from the mass which contains them, to form an isolated band in the inferior part. But it is evident that even in a liquid whose mobility is less than that of water, as in the substance of a melted granite, if there are parts which, in virtue of a greater mutual affinity, crystallize before the other parts, and if the specific gravity of the crystals in a state of formation is not exactly the same as that of the remainder of the melted matter, there will be a tendency of the mass to arrange itself upon horizontal planes, and to assume appearances more or less analogous to that of the strata deposited in water. Thus may be easily explained the stratification of the micaschist and of gneiss.

Quartz is less fusible than mica ; mica less fusible than felspar.

The specific gravity of quartz is	2·6 to 2·7
That of felspar	2·54
That of mica	2· to 2·5*

Mica schist is composed of quartz and mica.

In a melted compound of quartzose and micaceous elements, where two kinds of specific affinities were developed together, the one having a tendency to produce crystals of quartz, the other crystals of mica; the mica being fusible at a degree of heat inferior to that of the quartz, the crystals of quartz must have begun to form first in the middle of the refrigerating

* I have adopted for these specific gravities the figures of Mr. Joshua Trimmer, (*Practical Geology*). For the felspar and quartz, the differences between the various valuations are very little; but it appears that the mica varies considerably; and perhaps these variations correspond with its composition. Mr. Boué estimates the specific gravity of this mineral from 2·94 to 3·; Moss, to 2·949, the *Encyclopædia Britannica*, from 2·79 to 2·93; whilst Mr. J. Trimmer gives the figure I make use of from 2· to 2·5. If these differences are real, far from being unfavourable to my hypothesis, they form an argument in support of it, inasmuch as they explain the variations, changes, and inversions in the arrangements of the bands of stratification: besides, they do not affect my deductions, which are founded upon the differences of specific gravity between the different species of crystals.

mass, and on account of their greater specific gravity they must have had a tendency to deposit themselves by sinking through the residue, which was to become mica. This tendency of the crystals to descend has been combated either by the great quantity of the crystals themselves, which produced an obstruction in the remaining cooling mass, and imprisoned it in their interstices, or by the viscosity, semi-liquidity, or paste-like consistency of the residue ready to pass to the state of mica. And these circumstances have probably occasioned, in part, those little complicated contortions of the leaves of this last mineral which, to this day, have been a puzzle for geologists. This explanation, I think, furnishes a key by means of which we can easily account for the divisions in zones or parallel bands, and all the appearances and accidents of stratification, not only of the micaschist, but of gneiss and granite.

In gneiss, the quartz has begun the process of crystallization ; the mica, on account of its greater lightness, had a tendency to rise, the quartz to sink ; and where these minerals have been able to find their

way through the felspathic paste, and alter, upon certain lines or planes, the normal proportion of the three ingredients, the rock offers all the character of stratification.

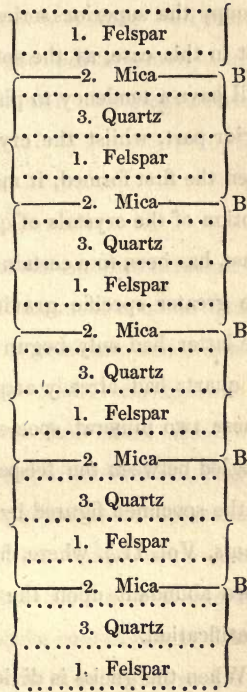
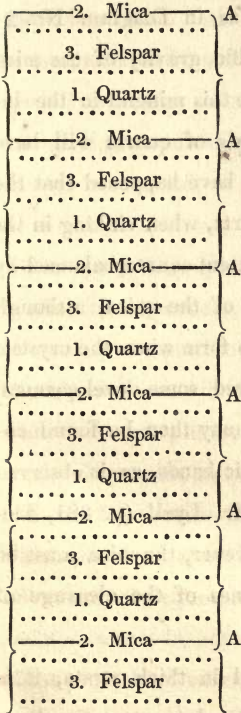
The diagram, No. 1, shows what structure the gneiss must have taken, in the localities where the liquified mass could receive the double impress of the action of the specific relative gravity, and of the affinity or specific molecular attraction of each of the three constituent parts.

The numbers 1, 2, 3, show the order of the passage to the solid state, according to the degree of fusibility.

Each band of mica (2), as it rose in the melted matter, must have joined the quartz (1) whose crystals, first formed, sank to the inferior part of the felspathic mass (3) which has thus become isolated. The cleavage of *stratification* will then be found in the infra-placed bands of mica A A A A A. Now this structure, indicated by the theory, is exactly that of the gneiss, when it is divided in well-defined little bands.

No. I.

No. II.



If we suppose that the specific gravity of the mica approaches 3, the crystals of quartz, formed first, will sink in the liquid, the mica will afterwards

deposit itself upon the quartz, while the felspar will occupy the superior series, as in Diagram No. 2; but in this case, as the specific gravity of the mica will have a tendency to place this mineral in the inferior part, whilst the crystals of quartz will have been the first formed, it may have happened that the motion of the crystals of quartz, when sinking in the mass, has been to a certain extent counterbalanced by the greater specific gravity of the mica, although the latter had only begun to form when the crystals of quartz had already acquired some developement. These two mineral species may then be found entangled between the felspathic bands, as is observed in the specimen figured by Mr. Lyell (p. 381, Elements, Vol. II.), where, however, the mica must be more abundant upon the lines of the cleavage of stratification.

When the gneiss is divided in thick strata, it is because the influences of molecular attraction have prevailed through all the mass of the stratum, to the exclusion of the influences of specific gravity; and when these latter influences have been completely

neutralized, the entire mass has settled down in the unstratified state. And it is even easy to conceive how a partial influence of the specific gravity, upon a small scale, may on particular planes have divided masses of great thickness.

§ II.

The preceding speculations embrace the structure of all Vulcanian rocks. These rocks contain in their elementary composition the necessary conditions of stratification; and if these conditions, opposed by other influences, have, in a few cases, acted in a confused manner, and upon particular lines, they do not the less suffice to explain those appearances which the disciples of Hutton regard as the marks of an anterior aqueous stratification, but which, in reality, cannot in any way be considered as a proof of the proto-Neptunian origin of primitive rocks.

As to the more or less irregularly granular form of the crystals of quartz and felspar, which is remarked in the gneiss and micaschist; I do not see the least reason to consider this form as the unoblite-

rated trace of an anterior fragmentary state. These appearances seem to me to result, first, from the irregular entangling, the displacement, and the grazing against each other of the crystals in formation, arising from the differences in specific gravity previously mentioned; and 2ndly, from the circumstances attending a more or less rapid refrigeration, which have occasioned a confused crystallization, and obliterated or effaced the angles and the edges of the crystals.

The opinion of the fragmentary origin of crystalline rocks appears to me to be contradicted by the condition of the mass of the gneiss and micaschists. It is impossible to explain the entanglement of the crystals, and the passages to the granitic, porphyritic, and compact structures, otherwise than by causes similar to those which have produced true granites; the only difference in the structure, between granite and gneiss, is the disposition of the latter in bands of stratification. It is not possible to draw a line of distinction between the granular appearance of the quartz and felspar in granite and in gneiss. In some granites, as in the porphyroid granite of the Ridge

of St. John's Vale, in Cumberland, the crystals of quartz are more regular, showing even perfect prisms with symmetrical pyramids, whilst the crystallization of the felspar is massive and confused; in others, the crystals of felspar are almost perfect, whilst the quartz has a granular appearance, owing to the obliteration of the angles and the edges of the crystals—a circumstance which is explained not by abrasion but by the confused crystallization of every crystal. In the granite of Shapfells (Cumberland), for instance, in which the crystals of felspar are so well developed, and where the mica sometimes shows distinctly its hexagonal plates, the quartz offers generally a granular appearance: one can scarcely perceive the sides of the prisms, and even then their surface is unequal and appears abraded, the angles are rounded and the pyramids have disappeared; in a word, all the mass of this porphyroid granite, with the exception of the large crystals of felspar, when examined with attention, offers this appearance, which has caused Professor J. Phillips, in his *Treatise of Geology*, to say that the mica and the quartz of gneiss are fragments, not

crystals. However, no one can doubt that the porphyroid granite of Shapfells is a Vulcanian rock, and there is no reason to refuse the same origin to the gneiss in which the grains of quartz offer the same appearances.

As to the scales of mica, if in gneiss their crystalline forms are less regular than in granite, it is because the crystals have been formed more rapidly, and have been subjected to inflexions determined by the action of specific gravity, and the pressure of the crystals of the quartz and the felspar. But these scales are far from offering the appearance of a fragmentary origin such as is remarked in flagstones; on the contrary, they are laid in plates sometimes of a large size, on the irregular protuberances formed by the crystals of quartz and felspar, and, folding and doubling in upon themselves, follow the undulations of the bands—undulations which Mr. J. Phillips explains by the agitation of the bottom of the sea, but which may be only traces of primitive tides on a matter in igneous fusion; tides which, according to Mr. Cordier, must have raised waves of 15 or 20 feet high.

Besides, there is no reason whatever for believing that the obscurity of the crystals, in crystalline rocks, is generally due to a semi-fusion of disintegrated fragments. A crystal is the result of the regular aggregation of molecules around a point, or a central axis; when crystallization is disturbed by foreign causes, the crystal becomes rounded at the angles and the edges, until it entirely loses its character of geometrical regularity. These perturbing causes have exercised so general an influence, that the state of perfect crystal is a state comparatively rare. The author of this little book had the advantage of being for several years the much favoured pupil of L'Abbé Haüy, and of examining with him, almost daily during that time, the minerals which this naturalist continually received from different parts of the globe; he has been accustomed to consider regular crystals as exceptions; the great mass of minerals, and principally those which enter into the composition of rocks, presenting themselves in the state of confused crystallization, an expression which should convey the idea of irregular or precipitated crystallization,

in which sense it was used by Haüy, and not the idea given by Mr. Lyell, in his *Elements*, p. 328, of an irregular arrangement of different species of crystals.* Although in gneiss and micaschist the

* Dr. Justus Liebig, in his letters on chemistry, says on the formation of crystals—"Time and freedom of motion for the particles of bodies are necessary to the formation of crystals. If we force a fluid or a gas to become suddenly solid, leaving no time for its particles to arrange themselves and cohere in that direction in which the cohesive attraction is strongest, *no crystals will be formed*, but the resulting solid will have a different colour, a different degree of hardness and cohesion, and will refract light differently—in one word, will be amorphous."

Notwithstanding all the respect I feel for the authority of so justly celebrated a man of science, I cannot help remarking here, that the amorphous state is but a variation of the crystalline state, and not *the opposite* of this state, as might be deduced from the expressions of Dr. Liebig.

A scale of texture could be constructed of the same mineral species, as carbonate of lime, for instance, showing the passage of crystals from the complete state to the laminary, and subsequently lamelliform or granular, with large grains and small grains, &c., the grains diminishing in size until we come to the amorphous state. In fact, the word *amorphous* has been invented to express the last degree of crystallization—a crystallization *without forms*. The amorphous state appears to result from the cohesion or attraction, at little distances, of very small crystals of an homogeneous mineral species, or some-

crystals offer the appearances of a confused crystallization they are no less crystals; and the celebrated founder of the science of crystallography himself could only have received with a smile of incredulity, the idea of a theory based upon the supposition of an anterior fragmentary state of the *crystals* of the whole mass of crystalline rocks.

§ III.

The hypothesis that specific affinities have been the cause of the division into bands, opposed as it is to the main argument of the *ultra-metamorphists*, does not, in any manner, explain the fact of the stratification itself; for when the specific affinities have not been influenced by another cause, they have simply produced granites and porphyries.

In those places where the melted matter contained amphibolic, hyperstenic, or calcareous elements, the relative specific gravity must have produced complications, as in lavas and basalts, from the aggregation of small crystals of different kinds.

cations of distinct bands, and thus may be easily explained all the series and repetitions of series which divide a gneissose mass.

§ IV.

According to this theory the primitive clay-slate might be considered as finely grained gneiss. The reciprocal attraction between crystals of different species having interfered with the specific affinities, at various periods, sometimes when the crystals were extremely small, sometimes when they had acquired a considerable development, the Vulcanian Rocks have taken a different texture, from the large-grained granite to the compact basalt, where the grains are imperceptible. When the influences of specific gravity have acted upon a mass which had a tendency to assume the compact form, they have produced the division in small plates which forms the character of primitive clay-slate.

It would only remain to fix a line of demarcation between the Vulcanian and the most ancient Neptunian clay-slates; but in the actual state of science

this question must continue open to new investigations. Perhaps the fourth group of the black schists of Cumberland, described by Professor Sedgwick, forms one of the extremities of this series.

As to the cause which has accelerated or retarded the interference of the reciprocal attractions among crystals produced by specific affinities, or, in other words, which has determined the size of the crystals united by cohesion, this cause has probably been the degree of rapidity in the loss of caloric; in which case, the rocks composed of the smaller crystals would in general occupy the superior ranges in granitic rocks. Thus the theory indicates that the mass of clay-slates should form the superior range, the gneiss ought to follow, whilst the granite should occupy the inferior parts. Now this disposition is exactly that which nature presents to us, excepting the local anomalies,—the slidings, intrusions, and overthrowings, which may have altered and sometimes reversed the series.

The compact form may in some cases be accounted for, by supposing that a comparatively rapid

refrigeration has been accompanied by an equality in the specific gravity of the various crystals which were forming.

The structure of porphyries is very well explained by the slow refrigeration of a felspathic mass ; for the specific gravity of the isolated crystals being the same as that of the mass, they could not precipitate so as to form distinct bands.

§ v.

We may conclude, therefore, that when the influences of the specific gravity of the crystals, beginning to form according to the inverse order of the fusibility of each species, have co-existed, in a refrigerating mass, with those conditions which have determined the distribution of crystals belonging to different mineral species, this same mass, instead of assuming either the granitic or the compact structure, has arranged itself in more or less distinct bands of stratification ; and these bands differ from the Neptunian strata only by reason of the more decided character imprinted on the latter, by the greater mo-

bility of the liquid in which they were suspended or dissolved before their precipitation.

The disposition of crystals in the mass of large grained granites, such as those of Massachusetts, proves, further, that the consolidation must have begun simultaneously throughout a certain thickness, which could not be less than the space comprised between three vertical series of crystals of each kind, otherwise the crystals could not have increased in bulk, and united together, as we observe in granites.

The greater or lesser rapidity of the refrigeration will also explain the differences in the thickness of the bands of stratification of the same kind of rock; thus, let us suppose that in the accompanying diagram the bands 1, 2, 3, represent the thickness of a series. When the melted matter which has pro-

1.	Felspar.
2.	Mica.
3.	Quartz.
<hr style="border-top: 1px dashed black;"/>	
1'	Felspar.
2'	Mica.
3'	Quartz.

duced the bands 3, 2, 1, 3', 2', 1', has begun to cool, the crystals of quartz of the first series had a tendency to sink, and unite with the second band of quartz 3'; but it is to be remarked that whilst the crystals of quartz of the superior group were forming and sinking in the mixture, which has produced the bands 1, 2, 3, the series 1', 2', 3' was itself in a state of refrigeration; and the specific affinities having been in action in this latter series at the same time as in the former, the crystals of quartz of the band 3, must have settled on the surface 1', when this surface offered a sufficient resistance. It is the time of this resistance which has determined the thickness of the bands 1, 2, 3; if the cooling had been more gradual, there might have been only a single series of a double thickness, for the matter of the bands 1 and 1', 2 and 2', 3 and 3', would have been united. Thus may be explained, by the duration of the process of cooling, the differences of thickness so frequent in the bands of gneiss.

§ VI.

In the preceding speculations I have supposed that the quartz, the mica, and the felspar, have crystallized in a gneissose mass, in igneous fusion, according to the inverse order of their respective natural fusibility; that, thus, in the same manner as in an artificial mixture of lead and rosin, léad, being less fusible, will pass first to the solid state, and, in virtue of its greater specific gravity, will precipitate and form a distinct band under the resinous band, which will coagulate the last; so, in a micaschist, the quartz has crystallized first, and the mica has afterwards formed a second band above the coagulated band of the quartz.

It is, indeed, difficult to conceive that, in the primitive melted mineral mass, things could have happened differently; for how could it be admitted that in micaschist, where two distinct specific affinities have developed themselves simultaneously, the melted matter could have fallen to the degree of refrigeration necessary for the consolidation of the mica,

without the quartz, which solidifies at a much superior temperature, having already passed to the solid state, or to a state approaching solidity.

However, it must not be overlooked that the homogeneous specific affinities, which tended to the formation of crystals of pure quartz, may to a certain extent have been opposed by the presence of the alumina and potash, and other elements, which were to be transformed into mica, and it may have happened that the specific elective attractions, between these micaceous elements, have acted with sufficient energy to determine the prior formation of the crystals of mica, in the quartzose refrigerating mass; though it is not easy to imagine how these crystals could have existed in a solid state, when the quartz was still in a liquid state. We may conceive that the homogenous quartzose affinities were manifested, and produced the solidification of the quartz, in proportion as the crystals of mica were formed, in virtue of the elective affinities; and this view is not at all in opposition with the existence of those little internal movements due to the specific gravity of the

different kinds of crystals, in a state of formation, which have determined the division into bands, and all the conditions of stratification already laid down.

The regular crystallization of one or more mineral species, in virtue of elective affinities, may have occasioned the confused crystallization of other species, by a kind of precipitation more or less rapid. Thus, if we suppose, that in a granitic melted mass, the complex felspathic and micaceous affinities have acted with more intensity than the quartzose affinities, it may have happened that, in proportion as the crystals of felspar and mica were formed, the portion of silica, whose fusion was favoured by the presence of the alumina and potash, which had entered into the composition of the crystals of the complex species, has precipitated, and formed quartz crystals. But as the quartz, on account of its inferior degree of fusibility, must have solidified with a quickness comparatively rapid, its crystals would offer the appearances of a confused or amorphous crystallization, in the midst of which, the crystals of felspar and mica would be embodied, and the rock would present

exactly the appearance of a porphyroid granite, similar to the granite of Shapfells, to which I have alluded in the preceding pages.

Therefore, even if it were demonstrated that, in general, or only in some particular cases, the crystals of one or two of the integrant parts of the gneiss have been formed, in virtue of elective affinities, before the crystals due to homogeneous attractions, the proposed theory accommodates itself easily to this inversion: and, in fact, this theory explains so well all anomalies and exceptions, and is so easily adapted to all cases, that it seems to contain, within itself, answers to every possible objection.

§ VII.

Real or supposed facts of alternations of micaceous schists or gneiss with fossiliferous strata cannot be set in opposition to this theory. If the stratification of gneiss and micaschist is satisfactorily explained by igneous causes, this stratification can no longer be appealed to as an argument in favour of the proto-Neptunian origin of crystalline rocks, and

considered as the unobliterated trace of a pristine aqueous stratification.

The fact of these alternations may be easily explained by overflowings or injections; and it is no wonder that these melted elements should have acted, in many cases, in such a manner as to produce partial indurations, passages, and liquefactions, either through a direct influence, or through the agency of gases and developed vapours.

The abrasions, breakings-up, and recompositions, which must have been the consequence of the superficial movements produced either by igneous tides or by subterranean dynamical causes, are more than sufficient to explain the accidental presence of angular fragments and pebbles in crystalline rocks; the productions of numerous breccias has been a necessary result of these primitive phenomena.

There is no reason, again, why gneiss and mica-schists should not have been produced at periods comparatively recent, as well as granite; and the action of central heat may have reproduced in some localities the original form of the primitive crystalline rocks.

by the melting of Neptunian rocks ; since the latter are in great part composed of the same mineral ingredients. But these facts could not in any way shake the basis of my argument. It is upon similar exceptions that the metamorphic Huttonian hypothesis has been founded : whilst in the theory which I propose, they can only be considered as accidents, of an easy explanation, such as appear to be the necessary consequence of repeated displacements among various portions of the solid envelope. In these *pseudo-primitive* rocks, one might then meet with fragmentary parts, pebbles, and even traces of organic fossils, without being prevented by these facts from considering the great mass of crystalline rocks, gneiss, and mica schists, as forming the superior groups of the primitive granitic envelope of the terrestrial globe.

The production of Neptunian clay-slate similar to Vulcanian clay-slate is no more surprising than the existence of crystals of carbonate of lime and quartz produced by aqueous agency, and similar to those of an igneous origin.

CHAPTER IV.

Re-fusion of Granite, *in situ*—Phenomena of Metamorphism—
Works of Sir Roderick I. Murchison—Scandinavia—Ural
Mountains—Theory of the Igneous Fusion of the Earth.

§ I.

IF the great mass of primitive gneiss and mica-schist does not offer, in its actual composition, those characters which have induced geologists to attribute to these rocks a fragmentary origin; and if the bands of stratification, more or less distinctly perceptible in them, are the natural result of the refrigeration of matter in igneous fusion; the Huttonian theory fails in the main argument by which Mr. Lyell has endeavoured to support it; viz. that the crystalline rocks, and particularly the gneiss and mica schists, on account of their stratification and obscure crystallization, form a sort of transition between granite and Neptunian rocks.

The facts of the intrusion and overflowing of granitic matter, through the gneissose strata, receive

an easy explanation from the consideration of the contractions and breaks which must have taken place in the first solid envelope. There can be no doubt that the granitic penetrations in the gneiss of the Scandinavian chain are the result of the intrusion of primitive igneous matter. According to all appearances, also, a great number of the veins and ramifications which have penetrated crystalline rocks, superincumbent upon granite, such as the gneiss of Cape Wrath, in Scotland, and those of Valorsine at Mont Blanc, in Switzerland, offer examples of the extravasation of the mineral matter, in a state of primitive fusion, under the first consolidated envelope.

Even supposing it to be clearly demonstrated that strata of a Neptunian origin, at first deposited upon a solid surface, are now found resting on granite of a posterior age, as is the case with the limestone of Djelebek, at the north of Drammen;* if the fact cannot be explained by lateral injections, similar to

* See Sir R. I. Murchison's *Russia*.

those which have produced the porphyric masses intruding in the argillaceous limestones and bituminous shales near Christiania, still there will not be the least reason for attributing to that granite a metamorphic origin.

From the position which granite occupies, it is exposed more than any other rock to the accident of a partial re-fusion; and in consequence of the movements which have taken place formerly, and which yet take place, in the solid envelope, there is no doubt that considerable masses, yielding to the pressure of the Neptunian strata, fall again to a level, where heat maintains the central mass in a state of igneous fluidity, and are subjected anew to the action of the subterranean fire. In this manner may be explained all the facts of a re-fusion of granite *in situ*, and even of an accidental fusion of Neptunian strata; still no one can pretend to derive from these facts even the shadow of an argument in favour of the Huttonian metamorphic idea.

It may also be imagined that a primitive granite, supporting Neptunian strata after being re-melted, has

been transformed into a rock of a different species, either through a new arrangement of its constituent parts, or through the addition of new elements, so that a pure granite has become a porphyry, a greenstone, a sienitic rock, or an hyperstenic compound. And it is to be remarked that the re-fusion of granitic masses, by increasing the bulk of these masses, forms of itself the condition necessary for an upraising of the superincumbent strata.

§ II.

One of the circumstances most calculated to throw a doubt on the question of the limits of the metamorphic phenomena is the philosophical scepticism in which Sir Roderick Impey Murchison seems to have entrenched himself, when he speaks of the granitic gneiss of Scandinavia, and of the extraordinary developement of the metamorphic rocks in the Ural mountains.

Before reducing to a system the ideas which I had long since formed, upon the relations existing between granite and gneiss, and upon the causes of

the stratification of these latter rocks, I had studied with the most assiduous attention the works of this geologist. His accurate descriptions, his philosophical sincerity, and the perfect logic with which he draws his deductions, and combines details into general views, would certainly have led me to partake of his scepticism, had not the hypothesis which I have proposed in the preceding chapter constantly supplied me with a distinct base line, where the phenomena of metamorphism stop, and through which the most complicated facts have always seemed to me to receive a ready explanation.

“ In Scandinavia,” says Sir Roderick, “ we have recently convinced ourselves, by clear and indisputable sections, that the lowest beds charged with anything like animals or vegetables are the exact equivalents of the lower silurian strata of the British Isles, and that they have been distinctly formed out of, and rest upon, slaty and other rocks, which had undergone crystallization before their particles were ground up and cemented together, to compose the earliest beds in which organic life is traceable. To

the crystalline masses which preceded that palæozoic succession to which our researches were mostly directed, we apply the term 'azoic,' *not meaning thereby dogmatically to affirm, that nothing organic could have been in existence during these earlier deposits of sedimentary matter*, but simply expressing the fact, that, as far as human researches have reached, no vestiges of living things have been found in them ; so also, from their nature, *they seem* to have been formed under such accompanying conditions of intense heat and fusion, that it is hopeless to expect to find in them traces of organization."

It seems, from this passage, that Sir Roderick admits the *sedimentary* origin of gneiss, and even, implicitly, the sedimentary origin of granite ; for he comprehends under the same formula of *azoic rocks* "all the crystalline masses belonging to the ancient group of gneiss, together with the ancient granitic and Plutonic rocks, by which they have been invaded." This opinion is expressed in a still more formal manner, page 17*,* where these rocks are con-

* See Russia, p. 17*.

sidered as owing their crystalline aspect to fusion and metamorphism.

However, I cannot possibly understand the reasons which have induced Sir Roderick, without discussion, to adopt the opinion that the gneiss of Scandinavia are ancient metamorphic rocks, whilst he considers as completely demonstrated "that the granitic gneiss and associated rocks of Sweden formed the solid materials of that country before the earliest vestiges of palæozoic deposits were called into existence," and even traces with precision the line of demarcation which separates the phenomena of the real metamorphism of silurian strata from those of the hypothetical metamorphism of azoic rocks.*

I will content myself, therefore, with remarking that there is not, in the whole of the works of Sir Roderick, a single fact which can prevent me from considering the gneiss of the Scandinavian chain as a part of the first consolidated pellicle of the terrestrial envelope. The granitic intrusions which

* See Russia, p. 14.

pervade this pellicle, far from supporting the hypothesis of absolute metamorphism, exhibit the phenomena of the contraction of the gneissose masses after refrigeration, and of the injections of the melted matter which these masses covered, precisely as we should suppose would be seen, by adopting the simple hypothesis of the gradual consolidation of the terrestrial envelope.

§ III.

In the Ural mountains the phenomena of metamorphism appear to be developed on a large scale, so large, indeed, that to give full scope to the arguments of the partisans of absolute metamorphism, I feel myself obliged to produce the most striking passages in which Sir Roderick expresses his opinion on these appearances:—"He who disbelieves in the theory of metamorphism may here (at Nijny Serginsk) be convinced of its truth, in the short space of a mile; since he can walk upon the edges of the partially altered beds of grit and schist, until he finds them converted into amorphous quartz rock, in contact

with highly crystallized green-stone, a rock which, from its composition, and from the part it plays in all parts of the world, is now admitted to be of igneous and intrusive character.”*

“If some persons be disposed to think that certain of the Uralian crystalline rocks, particularly those which appear on various parallels on the Asiatic side of the axis, may, like the azoic rocks of Sweden, have been formed during a period anterior to that to which the term palæozoic ought to be applied, we are at once at issue with them.”† . . .

“Let not geologists be appalled, when we call upon them to regard the crystalline axis of the Ural as an equivalent (*for the most part*) of the silurian strata.”‡

Without wishing to contest the classification of the granites of the eastern flank of the Ural amongst eruptive rocks,§ I may be allowed to opine, that the

* Russia, p. 357.

† Id., p. 464.

‡ Id., p. 466.

§ I cannot however forbear expressing some doubt as to this point.

authors of the magnificent work on Russia have not, in their rapid statements, exhausted the question of the fundamental basis of these mountains, and that it is not impossible there may yet be found, in localities hitherto unexplored, the walls of that long, primitive meridian fissure which igneous extravasations appear to have, in great part, obliterated. Sir Roderick himself seems to admit the existence of a primitive basis when he adds :*—

“ We have come to the same conclusions as those at which we arrived after an examination of the silurian region of the British isles ; that whatever may have been the direction of an *ancient fissure* in the *crust* of the earth, other parallel outbursts and upheavals have naturally taken place along the same line at subsequent epochs.”

It appears to me extremely probable that this ancient fissure in the primitive solid crust which supports the Ural Mountains has taken place in granites of the same age as those of the southern granitic

* Russia, p. 469.

steppes, which, according to Sir Roderick, "have afforded materials for the construction of some adjacent Silurian strata."

More complete investigations alone can show to what extent these views are correct. That the question is open to further investigations cannot be doubted, from the very conclusion of the XVIIIth Chapter of the admirable work we have quoted. "Interstratified as these palæozoic sediments have been in other parallels with large bands of igneous matter, which we believe to have been coeval with their accumulation, and afterwards cut through, in many places, by intrusive rocks, which have altered their original character and often mineralized them, it is impracticable to draw a well-defined base line for this greatly contorted, broken, and often inverted series accurately and rigidly to determine the boundaries and passages of such highly mineralised products must be the result of long and minute geological labour."*

* Russia, pp. 462, 463.

The crystalline axis of the Ural may be composed of silurian formations ; but there must have existed under those formations, at the time when they were deposited, a solid crust which furnished the materials of which they are composed ; and if this primitive basis is at present nowhere to be met with, and has in reality ceased to exist, I have no hesitation in saying that it is because it has been re-melted *in situ*, and has supplied the matter of the trappean rocks of the whole chain. Let those who would combat these conclusions show us a single specimen of fossils from a geological period more ancient than the silurian strata, and prove that the Ural rested upon a solid basis containing similar fossils, and differing in this particular from the basis which supports the fossiliferous formations of the Scandinavian chain, of Auvergne, and Canada ; until then, they cannot call upon us to admit even the great developement of the metamorphic phenomena in the Ural, as an argument in favour of the Huttonian hypothesis, or of Mr. Lyell's system.

If my views are correct, the phenomena of meta-

morphism, whatever may be their developement in the Ural, in the Alps, and in some other particular centres of eruptions, can only be considered as the result of local reactions of the interior igneous mass on the envelope which covers the surface of our planet.

§ IV.

By these considerations we are led to regard the gneissose and granitic crust, accessible to our observations, as the result of the refrigeration advancing from the surface to the centre, and to adopt fully and unreservedly the theory of the primitive igneous fusion of the globe. It is not without a lively feeling of satisfaction that I find on reading the excellent article in the Quarterly Review, for March, 1846, that the author of that article, without stopping to examine the intricate question of the stratification of gneiss and micaschists, arrives at the same conclusions, which he expresses in the following terms:—"Every renewed application to the leading problem of geological dynamics has more and more convinced us

that the most probable solution is afforded by the hypothesis of the general igneous fluidity of the nucleus of our planet, and that the igneous rocks, of whatever age, must be regarded as merely successive eruptions from one and the same central reservoir...

“ We consider the lowest granitic rocks of Scandinavia and Canada as the cooled down masses of the universal igneous basis. The crust of gneiss appears to us to have been most probably the first product resulting from the gradual refrigeration of these masses.”

§ v.

The theory of the primæval igneous fusion of the globe, which seems to pursue the geologist in his march, and arrest him at every step, to offer the clearest and most rational explanation of the phenomena which have succeeded and still succeed each other on the earth, proposed *à priori* by Descartes and Leibnitz, adopted by Buffon, Laplace, Sir W. Herschel, Fourier, Baron Humboldt, Mr. Cordier, and all modern geologists who have

not been misled by the Huttonian fallacy, which Mr. Lyell has supported and developed with so much talent and perseverance ; this theory, we say, appears destined to become the centre towards which all the investigations of geologists will be directed, and remains *to the present time* the primitive anterior fact to which we are led, in tracing up events from modern times to that remote period when the earth presented a virgin surface, which neither vegetation nor life had yet embellished or fecundified.

The form of the terrestrial globe, flattened towards the poles, raised at the equator ; the actual fluidity of water, which covers three-fourths of the surface ; the constant diminution of caloric, *demonstrated by the cooling down of lavas* and of the entire mass of the Vulcanian rocks of all times ; the bursting, upheaving, and sinking down of the solid envelope at various epochs ; the opening of crevices, and the filling up of veins,—such are the principal facts upon which this theory is founded. The rapid increase of heat, in proportion as we descend to the interior ; the inclined position of stratified rocks ;

earthquakes (inexplicable on the supposition of the globe being entirely solid); modern volcanic eruptions; the existence of thermal springs, and a multitude of concomitant facts, prove that even to this day this solid crust, which we tread with a confident step, and upon which we raise monuments that seem to defy the ravages of time, forms but the thin shell of a molten spheroid, whose burning matter roars under this frail envelope.

P.S.—Having had an opportunity of communicating a proof of this FIRST PART to Sir Roderick I. Murchison, and, subsequently, of discussing with him a few points, where it appeared to him that I had not quite seized his views; I have now the satisfaction of being enabled to add, that we completely agree on the limit (which he has been the first to point out) where the phenomena of organization stop; viz. the shales and sandstones of Scandinavia and Russia, containing fucoids only. The

opinion of Sir Roderick seems to be, that these fucoids offer in reality the traces of the most ancient organic creation which has existed on the surface of the globe,—an opinion that I have adopted without reserve. The only point upon which my opinions may differ from those of Sir Roderick is the originary condition of the strata between the first consolidated primitive crust and the fucoidal beds. On this point I must refer to my theory of the stratification of crystalline rocks, which forms an argument entirely new and much more conclusive than every thing written down to this day by Boase, Poulett Scrope, and other geologists, upon the intimate relations which unite primitive crystalline rocks to the great granitic mass. If this theory is true, there is no doubt that the phenomena of metamorphism stop at the gneissose basis of the silurian formations of Scandinavia, and at the equivalents of this basis, whatever may be their form, in other regions.

I do not know how the results which I have obtained agree with those of Professor Keilhau of Christiania, with whose labours on crystalline and

transitive rock I am as yet, to my great regret, unacquainted.

In the general conclusions at the end of the SECOND PART, I intend to examine how far we may be allowed to go back in the history of the facts which have accompanied and preceded the refrigeration of the surface of the globe; and this will lead me to an exposition of my ideas on the nebulous and the atomic theories, and to review the researches of ancient philosophers, and the recent investigations which have had these theories for their object.

London, July 8, 1846.

END OF THE FIRST PART.

THE PHILOSOPHY OF GEOLOGY.

THE GEOGRAPHY OF GEOLOGY

THE PHILOSOPHY
OF
G E O L O G Y.

BY
A. C. G. JOBERT,

*Late Editor of the 'Journal de Géologie,' one of the Authors of 'Recherches
sur les Ossemens Fossiles du Puy-de-Dôme.'*

"We know all things begin from and end in His everlasting Essence, the
Cause of causes, the Power of powers."

SIR HUMPHRY DAVY.

SECOND PART.

LONDON:

SIMPKIN, MARSHALL, AND CO., STATIONERS' HALL COURT.

PARIS:

A. AND W. GALIGNANI AND CO.

1847.

THE PHILOSOPHY

GEOLOGY

A. G. JOHNSON

Author of "The Philosophy of Geology," "The Philosophy of the Earth," "The Philosophy of the Sky," "The Philosophy of the Sea," "The Philosophy of the Air," "The Philosophy of the Fire," "The Philosophy of the Water," "The Philosophy of the Earth," "The Philosophy of the Sky," "The Philosophy of the Sea," "The Philosophy of the Air," "The Philosophy of the Fire," "The Philosophy of the Water."

"We know all things by their signs, and in the knowledge thereof, the power of nature."

SECOND PART

LONDON:

W. CLOWES AND SONS, STAMFORD STREET.

1851

TO

SIR RODERICK IMPEY MURCHISON,

V. P. R. S. and G. S., HON. F. R. S. ED., HON. MEM. R. I. AC., COR.
ROYAL INST. OF FRANCE, PRESIDENT OF THE BRITISH ASSOCIATION FOR
THE ADVANCEMENT OF SCIENCE, &c.

MY DEAR SIR RODERICK,

THE plan of this little book has been long sketched, but the conclusions have only been deduced after an attentive examination of the labours of the geologists, during the twelve years which have elapsed, since I fixed my residence in England. Your work on *Russia* has completed the information which was wanting to decide the great question of a general primitive basis. Before the publication of that work, I found it impossible to ground my conclusions on positive geological facts, though my opinion had for a long time previously been fixed, as to the *igneous* stratification of the gneiss and mica-

schist which form the superior part of the inorganic basis of the terrestrial globe.

Having studied in retirement, the ideas which I now offer to the public are the conscientious result of long meditation. In arranging them I have only yielded to the impulse of my own judgment, free from external considerations; and it was but after having again perused the manuscript, and remarking that your name appears, several times, almost in every chapter, that the idea occurred to me of inscribing the book to you, as an act of simple justice and a tribute of the sincere admiration and high esteem, with which

I remain,

My dear Sir Roderick,

Your very humble and obedient Servant,

THE AUTHOR.

LONDON, *January 25, 1847.*

CONTENTS.

CHAPTER V.

	Page
Base-line of Neptunian Rocks—Intimate Union of Gneiss and Micaschist with Granite—Answer to objections—Development of the Theory of the Igneous Stratification of Crystalline Schists—Importance of this question—Facts—Works of Sir Roderick Murchison—Philosophical question of a Beginning of Life resolved—Labours of Keilhau—De Saussure—New arguments against the partisans of Metamorphism—Position which they are forced to accept—Hasty Generalizations—Theoretical line which divides the Crystalline Schists into two distinct Groups	105

CHAPTER VI.

Table of the Neptunian Rocks—Mineral Composition of the Neptunian Systems—Origin of the Materials which enter into their composition—Mechanical Products—Chemical Products—Thermal Springs considered as Lava—Order of Mineralogical Superposition—Division in small strata forming a complete History of Subterraneous Meteorology—Unheeded importance of these divisions	120
--	-----

CHAPTER VII.

Page

Organic Fossil bodies entombed in Neptunian Strata— Microscopic Animalcules—Successive Creations—Re- lations of Contemporaneity between Fossils and Mi- neral Strata—New Phasis of the question of the eternity of the established order—Speculations of Lamarck and Geoffroi-St.-Hilaire— <i>The Vestiges of Creation</i> —Refutation of the Doctrine of the Transfor- mation of Species—Ideas of Brocchi—Hypothesis of Mr. Lyell on the Destruction of Ancient Races and the Ap- pearances of New Species, examined in its details and rejected—Creation of Species the spontaneous result of a Supreme Will	128
--	-----

CHAPTER VIII.

Changes in the Organic Kingdom—Connexion between the Phenomena of the destruction of Species, the appearance of New Races, and the breaking up of the Crust of the Globe—Hypothesis of the Author published in 1828—Objections of Sir Roderick Mur- chison against this Hypothesis—New Developments —Application to the condition of European Russia— Objection from the character of the Organization in the Permian System—Development and Practical Appli- cation of the Hypothesis by M. Elie de Beaumont— Examination of these Developments—Two great Hia- tuses dividing the Fossil Organizations into three distinct populations—Examination of M. Pictet's opinions on the Speciality of the Fossils in each for- mation—These opinions have little consistency . . .	143
---	-----

CHAPTER IX.

Ancient Alluvium—Erratic Blocks—their dispersion through Local Causes proved by Sir Roderick Mur-	
--	--

CONTENTS.

103

	Page
chison—Gold and Platinum in Ancient Alluvium— Philosophical remarks on this subject	158

CHAPTER X.

Concluding remarks—Analysis of the preceding Chapters —Nebulous Theory—New Views for the Classification of Facts which have preceded the igneous fusion of the Globe—Oxygenation of Bases—Molecular Oxygenic Attractions—Elective Attractions—Constitution of Comets—that Molecular Attractions did not exist at a time when the Atoms were already gathered in virtue of the Law of General Attraction—Constitution of the Æther—The Law of Molecular Attraction due to the Special Intervention of the Creative Power—Idea of Zeno, reproduced by Boscovich—Abstract Idea of the <i>Point</i> —Idea of Atom—Divisibility of Matter—Natural Limit of this Divisibility—Atoms of the Chemists— Atoms of the Philosophers—Mr. Faraday—Examina- tion of the Theory of the <i>Centres of Forces</i> —Mr. Airy —Arrangement of Mineral Terrestrial Substances ex- plained by the Hypothesis of the Development of Mo- lecular Attraction at a Special Time—Formation of Water and Atmosphere by Transudation	163
--	-----

CHAPTER XI.

GENERAL SUMMARY,	182
----------------------------	-----

NOTE on the Atomic Philosophy of the Ancients	183
---	-----

... and ... in ...

CHAPTER 23

... the ... of ...

CHAPTER 24

... the ... of ...

THE

PHILOSOPHY OF GEOLOGY.

CHAPTER V.

Base-line of Neptunian Rocks—Intimate Union of Gneiss and Micaschist with Granite—Answers to objections—Development of the Theory of the Igneous Stratification of Crystalline Schists—Importance of this question—Facts—Works of Sir Roderick Murchison—Philosophical question of a Beginning of Life resolved—Labours of Keilhau—De Saussure—New arguments against the partisans of Metamorphism—Position which they are forced to accept—Hasty Generalizations—Theoretical line which divides the Crystalline Schists into two distinct Groups.

§ I.

THE preceding investigations have led us to recognise a general primitive basis upon which the fossiliferous strata have deposited themselves, which compose the superior layer of the terrestrial crust. Whether this first solid basis subsists still in its primordial state, or, if it has been retaken by the

central fire and transformed into eruptive granitic, trappean, or basaltic rocks, it no less forms a pyrogenic system, whose existence is anterior to the organic creations of which the numerous spoils are enclosed in the Neptunian formations. The study of these details would be here out of its place. I content myself with submitting these views to the examination of geologists and philosophers. They explain in a satisfactory manner the singular fact of the occasional disappearance of the solid basis upon which fossiliferous strata have incontestably been deposited, and the replacement of this basis by rocks consolidated afterwards, but of a chemical nature, either similar or slightly modified by the introduction of some new elements. It is to the action of these *deuto-pyrogenic* rocks upon the Neptunian roof which they support, and on the sides of the fissures where they have been injected, as well as to the eruptions coming from the *central igneous* reservoir,* that the phenomena of meta-

* In opposition to the ideas admitted by the majority of geologists, Mr. Hopkins has arrived, through calculations

morphism must be attributed. These phenomena, therefore (and I cannot too much insist on this

founded on the observation of the phenomena of precession, at the opinion that the *minimum* of the thickness of the solid envelope embraces a quarter or a fifth of the radius of the terrestrial sphere; whence it would result that this envelope forms about the four-seventh of the entire mass. The consequence of this would be that the influence of the central reservoir could scarcely be felt on the surface. But Mr. Maclaren, even in adopting the results of Mr. Hopkins, in an article in Professor Jameson's 'Philosophical Journal,' confesses conscientiously that the conclusions of Mr. Hopkins rest on a very narrow basis: "It is," he observes, "something analogous to the estimation of the distance of the stars deduced from the difference of one or two seconds in their apparent position, a difference which can scarcely be distinguished from errors of observation."

Is it not evident that calculations resting upon a datum so uncertain cannot be opposed to opinions founded upon the examination of the solid crust itself? If this crust was three hundred leagues thick, how could we account for the phenomenon of earthquakes? How could we explain the breaks, the faults, the innumerable fissures, produced at not very ancient periods; the movements of depression and elevation of this solid envelope, the upheaving of the strata and sometimes their complete overturning, the constant increase of temperature in proportion as we penetrate deeper *into* the interior; the identity of volcanic productions in all countries; the existence of thermal springs, &c. &c.?

Notwithstanding then the high esteem which we must feel

point), cannot supply an argument in favour of Mr. Lyell's system ; and only prove that the state of consolidation of Vulcanian rocks is in some cases of a date posterior to the deposition of the Neptunian strata with which they are in contact.

§ II.

However difficult it may be upon some lines of elevation, as in a part of the Alpine regions, to fix the age of a crystalline rock, and to decide if the character which this rock offers be due to a metamorphic action, or if it belongs to the ancient group of primordial gneiss, this difficulty is reduced to a question of classification for each particular case. The great mass of gneiss and micaschist is inti-

for the labours of Mr. Hopkins, they cannot make us forget those of the celebrated Fourrier, nor the calculations of M. Cordier ; and it does not seem that they could be put in competition with the deductions drawn from direct geological observations, nor obtain more influence than the ingenious speculations of M. Poisson, on the possibility of explaining the phenomena of internal heat, by the inequalities of the temperature of the different parts of the celestial space, through the midst of which the globe has successively passed.

mately united with the ancient granite; the well-ascertained metamorphic transformations of Neptunian rock into gneiss, quartz rock, or micaschist, are but rare exceptions, and take from primordial rocks only a small fraction of their total sum. If, therefore, the phenomenon of the stratification of the mass of gneiss and micaschist does not indicate the passage of these rocks to the fossiliferous systems which lie upon them, they must be considered, with a part of the primitive clay slate,* as being a

* Although I have imposed on myself the task of not overloading this book with local details, and of reducing my quotations to that which is absolutely indispensable for the general arguments, I cannot refrain from citing, in support of my opinions, a passage from the paper of Mr. Weaver on the geological relations of the clay slate with the granite in eastern Ireland.

“ In the whole expanse of the clay slate formation I have never perceived, either on the western or on the eastern side of the granitic chain, the slightest vestige of organic remains. Hence I cannot subscribe to the application of the term transition, which has been bestowed upon some of these rocks, as well as upon the analogous tracts of clay slate in other parts of Ireland. I am of opinion that neither the mere occurrence of matter mechanically divided in the composition of rocks, nor the curvatures or inflexions which their

portion of the basis upon which Neptunian formations have successively accumulated.

§ III.

I am quite aware of the objections which may be made to these propositions. A new idea, which overthrows theoretical arrangements (around which scientific men of uncontested merit have grouped numerous facts, which they have, in great part, collected themselves), can only be received after a severe examination. The question is, whether this idea adapts itself better than the old formulæ to the mass of gathered facts, and whether it will dissipate doubts in which preceding theories have enveloped these facts?

Let us apply these remarks to the question raised in the last two chapters.

Is the stratification of the great mass of crystalstrata sometimes display, entitle them to a place among the transition formation: in the case before us we have seen that the rocks in question are connected by insensible gradations with micaslate, and even with the fundamental granite itself." (*Transactions of the Geol. Soc.*, Vol. V., 1821, p. 196.)

line schists an igneous or an aqueous stratification? or, to make use of more exact expressions, (for I repeat it, water being a mineral mass in igneous fusion, there is no real opposition between the two qualifications—igneous and aqueous,) has the stratification of these rocks taken place in their own substance at a time when they were in a state of primitive fusion? or, is this stratification the un-erased mark of a watery stratification, similar to that of clay and sandstone?

Such is the question which I have endeavoured to clear up, and which, from the very expression of a geologist whose name occupies one of the first ranks amongst modern scientific celebrities, deserves the most attentive scrutiny.* It is, in fact, the solution of this question which can alone decide, through the testimony of facts, whether we may be allowed to discover the marks of the first vegetative

* "To assume that gneiss, micaslate, and other old formations of crystalline strata are metamorphic, is nothing better than to beg some of the greatest questions in geology." (*Professor A. Sedgwick, Trans. Geol. Soc., Vol. III., 2nd Series, p. 462.*)

and animal organization, and to trace back, through irrefragable proofs, the beginning of life upon this earth.

It is not enough that Sir Roderick I. Murchison has traversed, with the eye of genius, the deep mass of the Silurian formations, and has succeeded, after years of laborious investigation, in penetrating the tomb where the spoils of the oldest known generation remain buried: the supporters of general metamorphism reject a definitive conclusion, and maintain that the traces of organization in the rocks which support the Silurian beds have been effaced by metamorphic action.* But if the igneous strati-

* Some geologists have expressed the opinion that crystalline schists might have been formed in water and hardened by heat before the time of the appearance of organic beings; but this hypothesis can only be considered as an expedient which rests upon gratuitous suppositions, such as the formation of beds of sand and detritus through causes different from those which have produced similar beds in subsequent periods, or the existence of a system of continental surfaces and seas absolutely untenanted. This opinion does not refute the objection of the metamorphist geologists; and cannot be supported if the theory of igneous stratification of crystalline rocks be true.

fication of crystalline schists is considered as a proved fact, the beautiful discoveries of Sir Roderick show us in reality the remains of the most ancient creation which has inhabited the earth: the Huttonian hypothesis is thus deprived of its last argument, and the philosophical question of a beginning of life definitively resolved; for under the population contemporaneous to the fucoidal beds (with the exception, perhaps, of what the microscope could one day reveal in the equivalent of the Silurian inferior group), all traces of organization *necessarily* disappear; since the rocks which form the basis of the Silurian formations do not owe their crystalline texture to metamorphism, but compose certainly the first solid envelope of the globe.

The deductions, in the works of Professor Keilhau, with which I have become acquainted since the publication of the first part of this work; the passages of the granite, which this geologist points out, to the stratified forms, considered together with the obscurity in which he confesses that the origin of the great mass of crystalline rocks is still involved, can only

strengthen me in the opinion, that the theory of an igneous stratification of crystalline schists offers the only guide which can direct the geologist through the labyrinth of difficulties with which a too limited interpretation of the general principle of stratification had encircled science, leaving it entirely to the speculations of metamorphist geologists.

“The greater part of the crystalline rocks,” says Professor Keilhau, “have an entirely hidden origin and development. The direct observation of the mode of formation of these is so difficult, that it has not yet been definitively determined (for I must be allowed this assertion) to which principal class the agent belongs that has, here especially, been in operation. Chemistry alone cannot decide in this matter; for the same minerals can be composed in nature through different processes: by the side of the celebrated fact which showed the possibility of the formation of felspar ‘by heat,’ chemistry itself now places experiments which prove the possibility of producing felspar ‘in the moist way.’”

Let us add to this, that Saussure, in his ‘Travels,’

published from 1779 to 1796, has perfectly well established the stratification of granite in the Alps.*

From his multiplied observations, this excellent naturalist concludes, with reason, that the granite and foliated rocks (now crystalline schists) have a similar origin.

If, then, it is now recognised that granite is an igneous production, the researches of Saussure, as well as those of Professor Keilhau, furnish a peremptory argument in favour of the igneous stratification of crystalline schists. No mineralogist will suppose that the bands of schorl (tourmaline), which frequently mark the lines of stratification in the Alps, could have a fragmentary origin; and if the stratification of granites is due to rows of crystals, why should that of gneiss and mica schists be attributed to fragments?

Supporting their views on partial observations of obliterated fossils, and the entanglement of Neptunian

* See the paragraphs 567, 569, 604, 613, 642, 643, 661, 662, 664, 676, 1682 to 1691, 1706, 1726, 1729, 1730, 1743, 1747, 1752 to 1759, 1800 to 1803, 1847 to 1863.

strata with bands classified amongst crystalline rocks, the philosophers of the Huttonian school have endeavoured to generalize the accidents of metamorphism, and to take hold of these phenomena as of an argument in favour of the philosophy of actual causes, or invariability of antecedence and sequence between cause and effect. These generalizations could not have any other result than to throw back philosophy to the ancient doctrine of a circle of identical material motions, without a beginning or an end; the doctrine of a world without a creation, a universe without a creator; for it would be useless to deny it, the theory of absolute metamorphism leads us to this conclusion.*

* Nothing shows so well how this theory rests upon vague and undetermined notions as the definition of Mr. Lyell himself, in his *Elements of Geology*. "The metamorphic theory affirms (*sic*, p. 411) that an action existing in the interior of the earth at an unknown depth, whether thermal, electrical, or other, analogous to that exerted near intruding masses of granite, has in the course of *vast* and indefinite periods, and when rising *perhaps* from a *large heated surface* (!), reduced strata (Neptunian strata) thousands of yards thick to a state of semi-fusion; so that on cooling they have become crystal-

It appears to me the more necessary to mark as distinctly as possible the position which the disciples of Hutton are obliged to accept, because a certain class of English writers, even in rejecting these extreme conclusions, do not the less adopt as a maxim, that "geology has nothing to do with questions which concern the origin of things,"—an affirmation which, on their part, is so presumptuous and dogmatic, that it has not even the merit of being laid down as the logical deduction of any system whatever.

Let it not be believed, however, that in unveiling line, like gneiss. Granite *may have been* another result of the same action, in a higher state of intensity, by which a thorough fusion has been produced; and in this manner the passage from granite into gneiss *may have been* another result of the same action, in a higher state of intensity, by which a thorough fusion has been produced; and in this manner the passage from granite into gneiss may be explained." (pp. 411 and 412.) "Gneiss and mica schist *may be* nothing more than altered micaceous and argillaceous sandstones" (*i. e.* altered fossiliferous strata), p. 412.—See also 'Principles,' p. 375 and foll., 5th edition.

I cannot help remarking here on the singularity of this convenient *large heated surface*, in a system so opposed to the primitive igneous fusion of the globe!

the *substratum* of their doctrines, my object is to pronounce anathema against the labours of metamorphist geologists. Even in opposing them, I am happy to do homage to the inventive genius which has inspired their speculations, and no one, more than I, admires the works of Hutton, and in particular those of Mr. Lyell, as collections of facts and detached views. The *hasty generalizations* of these geologists are not the only ones which have fallen before the conquests of science and the irresistible progress of ideas. Alas! alas! shade of William Herschel! what has become of this famous *generalization*, which so many well-organized mathematical heads have cherished during long years—THE NEBULOUS THEORY? Error, magnificent error! HASTY GENERALIZATION!but which has no less contributed to the progress of science; for that error alone has created the telescope of Lord Rosse. Alas! alas! Science itself is sometimes blind; it goes on groping, and it is only in passing through error that it arrives at last at the discovery of truth!


§ IV.

From the preceding remarks we shall consider the primitive basis, anterior to the Neptunian formations, as placed upon a theoretical line, which divides the crystalline schists into two distinct groups: the first composed of the great mass of these schists, united with the fundamental granite through the bond of a common origin; the second group will contain (as exceptions) the crystalline schists, which are linked with the Neptunian formations, either through the epoch of their appearance in the middle of these formations, or through their fragmentary origin and their subsequent metamorphic transformation.

CHAPTER VI.

Table of the Neptunian Rocks—Mineral Composition of the Neptunian Systems—Origin of the Materials which enter into their composition—Mechanical Products—Chemical Products—Thermal Springs considered as Lava—Order of Mineralogical Superposition—Division in small strata, forming a complete History of Subterraneous Meteorology—Unheeded importance of these divisions.

§ I.

ON the consolidated envelope of the terrestrial globe, and in the irregularities of the primordial rocks, we now perceive the scattered groups of strata deposited in the bosom of waters, at various periods. These Neptunian beds, considered in their mineralogical characters, are classified in the following table. (The broken line  indicates in the second column the general dislocations between the systems; and in the first column, this same line corresponds to the destruction of ancient populations, and the appearance of new generations of organized beings, which take their place.)

SYNOPTIC TABLE OF NEPTUNIAN ROCKS.

Periods. 1.	Fossiliferous Systems. 2.	Principal Mineralogical Characters.	Formations.
Super-cre- taceous Period. — Third Popula- tion.	System of mo- dern alluvium. 11.	Sands—Sandstones —Clay— Limestone.	1. Modern alluvium.
	System of an- cient alluvium. 10.	Erratic Blocks— Sand—Oxide of Iron —Clay.	1. Group of Erratic Blocks. 2. Ancient alluvium.
	Tertiary Sys- tem. 9.	Limestone—Sand- stone—Clay—Marl —Gypsum—Silex.	1. Upper tertiary. 2. Lower tertiary.
Secondary Period. — Second Popula- tion.	Cretaceous Sys- tem. 8.	Chalk—Clay— Marl—Silex.	1. Upper cretaceous. 2. Lower cretaceous.
	Green-sand Sys- tem. 7.	Sandstone—Clay— Marl—Silex.	1. Upper green-sand. 2. Lower green-sand.
	Oolithic Sys- tem. 6.	Sandstone—Clay— Marl—Limestone— Oxide of Iron.	1. Upper oolithe. 2. Middle oolithe. 3. Lower oolithe. 4. Lias.
	Triassic System. 5.	Clay—Saliferous Marls—Silex— Sandstones.	1. Saliferous marls. 2. Upper red sand- stone.
Palæozoic Period. — First Popula- tion.	Permian Sys- tem. 4.	Magnesian limestone —Variegated marls —Sandstones—Clay —Oxide of Iron.	1. Magnesian lime- stone. 2. Middle red sand- stone.
	Carboniferous System. 3.	Sandstone—Coal— Clay—Oxide of Iron —Pyrites—Silex— Limestone.	1. Coal. 2. Carboniferous limestone.
	Devonian Sys- tem. 2.	Limestone—Oxide of Iron—Clay— Silex.	1. Old red sand- stone.
	Silurian Sys- tem. 1.	Sandstone—Clay— Limestone.	1. Upper Silurian. 2. Lower Silurian.
Primordial Rocks.	Inorganic.	Quartz—Mica— Felspar—Horn- blende—Hyper- stene, &c.	1. Primitive clay slate. 2. Micaschist. 3. Gneiss. 4. Granite.

The mineral composition of the Neptunian systems shows that the materials, which form their mass, have, for a great portion, a fragmentary origin. They principally consist of compressed and cemented *débris*, such as sandstones and clays. But another part of those strata—limestone, iron, and silex—are the produce of chemical precipitates.

If, on the one hand, it is indubitable that the matter of the sandstones and clay has been, with few exceptions, furnished by the disintegration of pre-existing rocks; on the other hand, the limestone beds have a thickness so much out of proportion with the small quantity of lime contained in the granite and associated rocks, that we must attribute to them a distinct origin.

When we examine in a tertiary basin, surrounded by granitic rocks,* the relative proportion of the mechanical detritus and the chemical precipitates, we infallibly recognise that the limestones cannot

* See my *Mémoire sur le Fait de la Division des Terrains en un grand Nombre de Couches de différente Nature*,—‘*Annales des Sciences Naturelles*,’ November, 1829, p. 225.

be the residue of the decomposition of the surrounding masses, which have furnished the sandstones and clays ; for these masses contain only an accidental proportion of lime of half to one per cent., whilst the limestone, which, on account of its state of solution and extreme division, must have spread to a greater horizontal extent than the sandstone and clay, composes nearly one-half of the total thickness.

The opinion that the calcareous matter might be an animal product, combined from simple elements by the vital powers of organic beings, has been perfectly well refuted by Mr. Lyell, and rests only upon a supposition of forces absolutely unknown in the actual order of nature.*

The calcareous travertins often containing oxide of iron, and the siliceous incrustations which are still deposited at the present time, show us, through analogy, the probable origin of the chemical precipitates which enter into the composition of Neptunian beds.

* See C. Lyell's 'Principles of Geology,' 5th ed., Vol. III., p. 300.

Thermal springs, so numerous in countries agitated by subterraneous movements, and which, from the most ancient geological periods, have left the traces of their passage in the fissures of the terrestrial crust, and deposited the walls of metallic veins,* have, most likely, supplied the greatest part of the substance of chemical strata in the various clysmian epochs. Now, as these springs appear to come from the same place as the melted mineral matter ejected by volcanoes, we can consider them as true lavas which, mixing with the atmospheric waters in the lakes or seas, where the latter have swept the detritus of the terrestrial surfaces, imprint the indelible mark of general Vulcanism even into the bosom of the Neptunian strata themselves.

§ II.

The division of Neptunian strata into periods, systems, and formation, as established on the order of mineralogical superposition, rests in part upon an uncertain basis, for it is often difficult or even im-

* 'Recherches sur les Fossiles du Puy-de-Dôme.'

possible to fix the line where one division stops, and the division which follows begins. "A formation continues yet, sometimes with the one which succeeds to it; the beds melt imperceptibly the one into the other, so that one cannot determine the point of contact. A kind of conflict arises between the products of both epochs, their beds alternate, and those which predominate acquire the preponderance only after some time." But these very difficulties, opposed to perfect mineralogical divisions between the periods and systems, prove that we must not lose sight of the task which was the first aim of geological science, that of re-establishing the succession of facts by uniting the periods, systems, and formations through their primitive points of contact. It seems possible to unite all the epochs, and it is a most important result of the labours of Professor Sedgwick, and particularly of those of Sir Roderick Murchison, that notwithstanding the breaks between formations, systems, and periods, it will not be impossible to reunite the portions of this chain so often broken, and to reconstruct, through direct

observation, a complete chronological series of the Neptunian strata, by means of sections taken in localities where these strata have preserved their parallelism and their original normal relations.

§ III.

The only character of mineralogical division, perfectly clear and distinct, which belongs to all Neptunian formations, is that of the stratification in itself, that is to say, of the separation into small beds or parallel bands, whose thickness seldom attains to a few feet, and diminishes sometimes to the fraction of a line. These small beds have been as yet little examined as to their details, though this study might conduct to deductions not wanting in importance.

In fact, these distinct bands, considered in their most minute divisions, form a meteorological fossil history, whose leaves reproduce, with a sort of photographic exactness, the action of rains, seasons, storms, tides, currents, and other destructive agents on the surface of the globe, from the time when the earth

has begun to be moistened by waters falling from the atmosphere, and collected in lakes or seas. Concomitant accidents, such as the upraisings of the soil, and the displacements produced by water itself in Neptunian beds during their respective deposition, have, in a great part, thrown confusion amongst the strata; but it must not be forgotten that the remarks at the end of the last paragraph prove that in selected localities, the phenomenon of the division into small beds forms a complete register of subterranean meteorology, a kind of instrument which, applied with discernment to the measure of geological times, must have a practical value, which to this day has been almost entirely neglected.* The study of these small divisions is one of the *avenirs* of science.

* For more details see my *Mémoire*, before quoted, *sur la Division des Terrains*,—*Annales des Sciences Naturelles*, 1829; and *Annales des Sciences d'Observation*, Vol. II., p. 382. Consult also *Le Guide du Géologue Voyageur*, by Ami Boué, Vol. I., p. 369 to 371; and *Bulletin de la Société Géologique de France*, A. Boué, tome 1er, p. 119.

CHAPTER VII.

Organic Fossil bodies entombed in Neptunian Strata—Microscopic Animalcules—Successive Creations—Relations of Contemporaneity between Fossils and Mineral Strata—New Phasis of the question of the Eternity of the established order—Speculations of Lamarck and Geoffroi-St.-Hilaire—*The Vestiges of Creation*—Refutation of the Doctrine of the Transformation of Species—Ideas of Brocchi—Hypothesis of Mr. Lyell on the Destruction of Ancient Races and the Appearances of New Species, examined in its details, and rejected—Creation of Species the spontaneous result of a Supreme Will.

§ I.

THESE Neptunian strata, resting on the first solid envelope of the globe, form an immense and majestic sepulchre, where are enclosed the remains of generations of organic beings, which the labours of the miner and the hammer of the geologist extract from their dark recesses; and whose kinds and species the patient genius of modern science re-establishes, classifying them in its systems, often with the assistance of a single fragment, or of a simple

cast or an impression which has, by chance, escaped the gnawing power of time.

We cannot consider without admiration, in their variety of species, and the singularity of their forms, these organized beings, of all classes, of which geology reveals to us the past existence. But with what astonishment is not our imagination seized when we contemplate the fecundity of the organic principle, manifesting itself by the production of individual existences in that which is infinitely small ! The works of Ehrenberg have recently ascertained the presence of microscopic animalcules, to the number of twenty-three millions, or a thousand millions of individuals, in the space of a cubic line of stone or of siliceous iron ! Thick beds, almost entirely composed of the shells of infusorial animalcules, cover large spaces in the new as well as in the ancient continent, and from the last investigations of the celebrated zoologist we have quoted, they are found in prodigious numbers in decomposed lavas, and even in the substance of scoriæ and pumice-stones !

§ II.

The organized beings, whose precious spoils have been preserved in the stony shell of the earth, have not manifested their presence at the same geological epoch; and, according to all appearances, considerable intervals of time have occurred between the creation of the first inhabitants of the globe, and the appearance of the species which compose the actual population.

Now, innumerable observations, collected in every place where the eye of geologists has been able to penetrate, have caused it to be recognised as an established truth, that there is between the appearance of organic species and the order of superposition of beds, such a relation of contemporaneousness, that the remains of fossil species have become the best *criterion* of the age of the beds.

§ III.

Here comes again, in another of its phases, the question of the eternity of the established order.

Those who refuse to recognise the previous ex-

istence of the globe as an inorganic matter deprived of organic inhabitants, or who, in other words, defend the doctrine of the eternity of actual causes, required, in order to explain the extinction of ancient species and the creation of new races, an hypothesis in harmony with the Huttonian principle of a succession of events, without a beginning or an end.

Some of these philosophers, adopting the speculations of Lamarck, supported by the views of Geoffroi-St.-Hilaire, and recently reproduced by the anonymous author of the 'Vestiges of Creation,' have therefore supposed, in matter, the existence of an inherent principle, tending to produce a general type, viz., a simple vesicle, in the bosom of which another vesicle develops itself, endowed, like the former, with the property of engendering a new vesicle; and so on, without assigning a term to this progression. Thus would be formed, at first, animals of a simple structure, whose organs, modifying and adapting themselves to the conditions of existence in which they are placed, would, through a succession of slow transformations, assume forms more and

more complicated, and attain in time the most elevated organizations.

But the supposition of the formation of this elementary vesicle, however simple it might be, cannot dispense with the intervention of a designing principle, which must have endowed this same vesicle with all the attributes necessary to its development in superior organizations, comprising all the phenomena of intellect, with its most sublime individualities; and there is a wide difference between the admission of such a principle, and the supposition of an electrical blind force, capable of producing a nucleated vesicle in the midst of a substance *previously organized*, such as albumen, as the author of the 'Vestiges' proposes. There is not the slightest reason to think that the principle which could have had the power of placing in an elementary vesicle all the conditions necessary to its future transformation, could not create, by a single act, the complete being itself with its perfect organization.

As to the transmutation of species through gene-

ration, it will be sufficient to remark that there is not, in living nature, a single confirmed example of a permanent transition from one species to another; and that in the immense collection of remains which compose the natural history of fossil animals, there does not exist a single fragment which could be offered in evidence of the reality of the passage from one to another species.

Mr. Lyell opposes the ideas of Lamarck with considerable talent, and the numerous pages of his book devoted to this interesting discussion form one of the most brilliant parts of his 'Principles of Geology,' to which I can only refer the reader.

In his summing up this naturalist concludes—
“That there is a capacity in all species to accommodate themselves, to a certain extent, to a change of external circumstances, this extent varying greatly according to the species;” but that “the species have a real existence in nature; and that each was endowed at the time of its creation with the attributes and organization by which it is now distinguished.”

However, to explain the extinction of species, Mr. Lyell, after having rejected the idea of Brocchi, that the death of a species might be dependent on some peculiarity of constitution, as well as the death of individuals, considers as causes of destruction, the increase of human population, the development of some inferior species in numbers, and particularly the disappearance of the conditions of existence of species in their various stations. "Stations," says he, "comprehend all the circumstances, whether relating to the animate or inanimate world, which determine whether a given plant or animal can exist in a given place; so that if it be shown that stations can become essentially modified by the influence of known causes, it will follow that species as well as individuals are mortal."

After having examined the various organic causes of changes, Mr. Lyell arrives at the conclusion "that the organic causes of changes, by which species may become exterminated, must, throughout *myriads* of future ages, work an entire change in the state of organic creation." Whence he infers

that "the mind is prepared, by the contemplation of such future revolutions, to look for the sign of others, of an analogous nature, in the monument of the past;" and, at last, that these changes are an evidence in favour of the uniformity of the system, unless, indeed, we are precluded from speaking of uniformity when we characterize a principle of endless variation."—(chap. ix. p. 19.)

In the tenth chapter Mr. Lyell examines the influence of inorganic causes. "Every change," says he, "in the physical geography tends to the destruction of species;" and he thus arrives in the beginning of chapter xi. at the conclusion that the species existing at any particular period must, in the course of ages, become extinct one after the other, in virtue of causes analogous to actual causes, and that their successive extinction is a part of the constant and regular course of nature."

After having thus disposed of the argument relative to the extinction of species, in such manner as to leave in its integrality the doctrine of the invariability of the established order, Mr. Lyell looks out

for the means of reconstruction, or of the introduction of new species.

“Is it possible,” he asks, “that new species can be called into being from time to time, and yet that so astonishing a phenomenon can escape the observation of naturalists? Perhaps it may be said, in reply, that within the last two or three centuries some forest tree or a new quadruped might have been observed to appear suddenly in those parts of England or France which had been most thoroughly investigated.”

But he refutes this objection through the consideration that “its force depends entirely on the rate of fluctuation in the animate world:” he remarks that “exclusive of microscopic beings, there are between one and two millions of species now inhabiting the terraqueous globe; so that if only one of these were to become extinct annually, and one new one were to be every year called into being, much more than a million of years might be required to bring about a complete revolution in organic life;” and as the mammifers do not form the thousandth

part of the animal kingdom, "if one species only of the whole animal kingdom died out in forty years, no more than one mammifer might disappear in forty thousand years in a region of the dimensions of Europe." "It is easy therefore to see that in countries of the size of England and France periods of much greater duration must elapse before it could be possible to authenticate the first appearance of one of the larger animals and plants."—(p. 151, ch. xi.)

At the end of the sixteenth chapter we have another glimpse at the idea of the eternity of the established order, even in regard to mankind; for though admitting the recent origin of man, founded on the argument of Berkeley (the absence of human fossils and objects of art in fossiliferous beds), he concludes in these terms: "None of the works of a mortal being can be eternal. . . . Even when they have been included in rocky strata, they must nevertheless eventually perish; for every year some portion of the earth's crust is shattered by earthquakes, or melted by volcanic fire, or ground to dust by the moving waters on the surface. The river of Lethe,

as Bacon eloquently remarks, runneth as well above ground as below." Mr. Lyell here evidently alludes to metamorphic actions, which, in his theory of actual causes, must erase the marks even of human fossils. This *esoteric* conclusion appears to be in contradiction with what precedes, though it perfectly agrees with the Huttonian system.

The philosophical consequences which can be deduced from Mr. Lyell's views on the extinction of ancient races and the introduction of new species, are that these changes depend on causes analogous to the actual operations of nature. He gives, it is true, fair reasons for the extinction of a few species. But what is the principle which presides at the appearance of new species? He seems to consider this principle as a law belonging to the established order, but whose action manifests itself at such remote distances of time that it is not given to us to observe it in the short duration of our existence. All that he tells us respecting the cause of their successive creation is, that it constitutes, "like their gradual extinction, a regular part of the economy of nature."

New species of trees or mammifers, insects or fishes, appear, from time to time, on the earth, just like mushrooms, distributed here and there, without it being possible to trace the origin of the germ, or without it being necessary to consider this extraordinary event, as a fact distinct from the phenomena which constitute the regular order of nature !

The system would have been more rational if Mr. Lyell, modifying the ideas of Brocchi, had supposed a natural limit to the existence of the species, and, at the same time, an inherent organic principle which would have caused it to give birth, at the moment of its destruction, to a superior species, through a process similar to that of the metamorphosis of insects, from the state of larvæ to that of a fly or butterfly. He might have considered, for instance, the trilobites as larvæ destined to procreate, at the moment of their extinction, as species, the new families and the new genera which succeed to them. The species of fishes of the old red sandstone would have been the tadpoles of the species which have followed them ; he might even have advanced that Nature had employed, for

the production of new classes, means different from those which are known to us; that prolific aggregations of trilobites might have engendered the Saurian reptiles, which in the Permian and Triassic systems succeed to these crustacea which entirely disappear in the last of these systems. But though Mr. Lyell's views, thus modified, would have appeared more intelligible, these suppositions would have added nothing to the probability of the hypothesis itself.

It is easy to see that this hypothesis presupposes that organization and life have existed from all eternity on the earth. If, as Mr. Lyell proposes, we admit a kind of natural law, in virtue of which a new species appears to replace another species, which becomes extinct, we find ourselves placed in the alternative of admitting, either that a number of species equal to the number of the present species has existed from all eternity, or that there has been a general primitive creation: otherwise *the earth would never have been tenanted but by a single species*. Since, therefore, Mr. Lyell has entirely left aside the question of a general primitive creation,

he must have admitted as his starting point the eternity of a condition similar to the actual state.

In fine, the doctrine of the destruction of species one by one, and of a corresponding creation, falls before the general fact, so well established, of the simultaneous appearance of numerous species in the same strata, and of the sudden disappearance of other species in the same beds at contemporaneous geological epochs, or at least at very short intervals of time. If Mr. Lyell should pretend that his system is not opposed to the belief in a primitive original creation, this pretension would be fatal to the doctrine of actual causes, and would be equivalent to abandoning the Huttonian philosophy *in toto*.

§ III.

The only conclusion to which we can be led by the fact of the succession of fossil genera and species, entombed in the solid strata of the globe, is then, that the creation of organic beings was the spontaneous result of the intervention of a Supreme Will. All these creatures have, in their forms and habits,

common features, because all are the result of the same Divine thought ; but they possess also distinctive characters, not only because the intellect which has presided at their creation has adjusted their forms and attributes to the circumstances of time and place, in which they were to find their conditions of existence, but also because their Author has chosen to manifest his power by the multiplicity of types, whose variety we admire in the harmonious assemblages, which he has been pleased to distribute through each epoch.

CHAPTER VIII.

Changes in the Organic Kingdom—Connexion between the Phenomena of the destruction of Species, the appearance of New Races, and the breaking up of the Surface of the Globe—Hypothesis of the Author published in 1828—Objections of Sir Roderick Murchison against this Hypothesis—New developments—Application to the condition of European Russia—Objection from the character of the Organization in the Permian System—Development and Practical Application of the Hypothesis by M. Elie de Beaumont—Examination of these Developments—Two great Hiatuses dividing the Fossil Organizations into three distinct populations—Examination of M. Pictet's opinion on the Speciality of the Fossils in each formation—These opinions have little consistency.

§ I.

WHAT are the particular circumstances of time and place which have accompanied the appearance and the extinction of the organic species on the earth?

Such is now the question which must be examined by those geologists who reject the doctrine of the eternity of the established order.

With this question we must unite that of the changes which have happened, since the epoch of the appearance of organization, down to the present times, for the existence of species must be in relation with the condition of the surfaces, and the composition of liquids and ambient fluids.

The direct influence of heat ; the modifications introduced in the composition of the atmosphere, which have been the result of this influence ; the invasion of the solutions of the mineral substance, employed to form the solid framework of organized beings, and which has very likely furnished, at the same time, an excess of carbonic acid destined to feed the plants, show that the successive phases of the refrigeration of the globe have a necessary connexion with the condition of existence of the populations which at various periods have inhabited the surface.

§ II.

But there is an order of phenomena which we cannot neglect taking into account, in the appreciation of the relations of central actions with the ex-

tion of species, in the midst of the terrestrial strata, and of their replacement by new creations.

If, on the one hand, we see entire generations suddenly disappearing, and giving place to other populations; on the other hand we perceive geological periods separated, in some countries, by events which have broken up the surfaces, either furrowing them with deep ravines, or scattering the strata, through subterraneous commotions, with an energy which appears unknown in the annals of the actual epoch.

Now, the observation of these phenomena, and of their possible connexion, had, from the year 1828, inspired me with the idea of an hypothesis, in which I endeavoured to establish a relation between the gradual refrigeration of the globe, the formation of fissures and veins, the upraisings of mountains and scooping out of basins, the displacement of strata, and finally the destruction of ancient races, and the creation of new species at corresponding periods.*

* See *Recherches sur les Ossemens Fossiles du Puy-de-Dôme*, par l'Abbé Croizet et Jobert aîné, 1 vol. 4to., Paris, 1828.

§ III.

It is to this hypothesis that Sir Roderick Murchison alludes, in the conclusion of his work on Russia, of which I reproduce the following passage.

“The theoretical doctrine derived from an examination of a small portion of the globe, which supposes that the termination of groups of former organic beings was entirely dependent upon contiguous eruptions, which, ravaging the earth at given periods, and dismembering the former beds of the ocean, destroyed its existing inhabitants, must therefore bend before such copious evidences. These evidences most clearly announce, that over spaces as large as other European kingdoms, the sediment of one palæozoic period was accumulated around the relics of a peculiar set of animals, and then tranquilly succeeded by another large formation, where different groups of creatures were brought into being,

pages 115, 117, 122, &c. I think I ought to take the sole responsibility of this hypothesis, which I had reserved to myself to develop, as may be seen page 108 of the *Recherches*.

without any sudden revolutions or fractures of those portions of the crust of the planet.”*

I may be allowed to remark, here, that I do not attach to my hypothesis any other importance than that which it may deserve, as an attempt to bring together facts which appear to have relations of concomitance; and I sincerely confess that it is a satisfaction for me to see that these ideas, published for the first time in 1828, form still the *frame* in which a great number of geologists continue to arrange their arguments. However, I am quite disposed to give them up, if it is shown that they have become insufficient. The supposition that they may have contributed to the advancement of the science will always be for me a source of consolation, when the hypothesis shall have been absorbed by a conception better adapted to the facts.

Nevertheless, the moment has scarcely arrived for repudiating entirely this hypothesis; for imperfect as it is, one cannot see very distinctly what could be put in its place.

* Russia, p. 584.

When, without taking into account the fact of the refrigeration of the globe, which has so very probably acted as a cause, we consider simply these three great generalities which science has acquired—

Firstly—The destruction of ancient species ;

Secondly—The creation of new organic types ;

Thirdly—The great changes and dislocations which the earth has undergone on its surface and in the thickness of its crust ;

we naturally ask ourselves whether there is not, between these generalities, some intimate relation of contact or dependency. When we picture those broad movements of the soil, which seem to have raised the Pyrenees and the Apennines, towards the end of the period represented by the cretaceous system ; and when we see the whole of the species disappear, engulfed in this system, and to yield the place to an entirely new population, we cannot help being impressed with the idea that the dislocation of the crust—which has taken place between the two facts of a general organic destruction and a subsequent crea-

tion—has some connexion with these two facts, and has produced the modifications in the conditions of existence which have exterminated the ancient races, and called forth the renewed intervention of the organizing power.

It is to be remarked that, even if the solid crust of the globe had been entirely disrupted, at the end of the cretaceous epoch, it would not be to the material fact of the breaking up, alone, that the hypothesis would attribute the destruction of contemporaneous races, but *to the change in the conditions of life produced by the disruption*; and the idea that this breaking-up has evoked the creative power which has produced the next population, seems forcibly to impose itself on the imagination.

A general or only a partial revolution, even in modifying the conditions of organic life, must have allowed the greatest part of the strata composing the crust of the globe to retain their horizontality; and Sir Roderick Murchison recognises grand and broad movements of elevation and depression, to which the whole country of Russia has been sub-

jected, without the primitive horizontality of the strata having been altered.

We could compare a general disruption of the terrestrial envelope to the breaking of the ice on a frozen lake, without an issue; the fragments of the sheets of ice, resting on the surface of such a lake, will undergo little displacement, and if the frost comes again soon to reunite the pieces, the most part will have preserved their horizontality. The whole of European Russia, situated in the triangle which might be traced from Denmark to the Caspian Sea, from the latter to the northern extremity of the Ural, and from this point to Denmark, forms a frozen piece, which, immense as it is, represents only a fraction of the surface of the whole globe. The eruptive rocks which have raised, and often metamorphosed the chains of Scandinavia, the Caucasus, the Carpathian, and the Ural mountains, seem to mark the lines of soldering of this enormous fragment.

§ IV.

“But,” says the learned author of the article on

‘The Vestiges,’ in the *Edinburgh Review*, speaking of the Triassic system,

“It is not too much to say that Nature has destroyed all her old moulds of workmanship and begun a new work on a different plan; yet is there no break or interruption in the regular sequence of deposits: we accept these facts of Nature as we find them. The physical conditions of the earth were changed, and creative wisdom called into new being organic structure to suit the change.”

We must, however, remark that a powerful convulsion has taken place between the Permian and the carboniferous system; and though this convulsion does not appear to have destroyed the carboniferous types (a circumstance which may authorize the classification of the Permian system in the upper part of the Palæozoic series), it may have happened that the conditions of organization have been modified but slowly and by degrees, after the disruption of the strata anterior to that system, up to the time when these conditions have been so transformed, that all the ancient races have become extinct, and the

Triassic era, so graphically described by the clever writer above mentioned, has begun.

After all, and though several eminent geologists, amongst whom the celebrated Agassiz, in opposition to Sir Roderick Murchison, persist in separating the Permian system from the Palæozoic period, and placing it in the secondary period, I cannot conceal from myself that the difficulty is a real one, though it does not appear weighty enough to cause the definitive rejection of the hypothesis of a relation of concomitance between the great disruptions of the solid crust, the destruction of ancient races, and the creation of new terrestrial populations; especially when no other idea offers itself in place of this hypothesis to unite these three great geological facts within the same view.

§ v.

Pursuing this hypothesis, of which I had traced the first sketch in 1828, of a coincidence between the refrigeration of the globe, the raising up of mountains, and the changes in organic types, M. Elie de

Beaumont employed himself in 1829 to develop it by practical applications, and has imprinted upon it a special character ; dividing the Neptunian formations into twelve systems of upraisings, corresponding each to a fossiliferous division : he has even added, to my original hypothesis, the ingenious view that all the chains of mountains of the same epoch are situated on parallel lines, whatever may be the locality which they occupy upon the earth ; and if this additional view is opposed by many geologists, it has no less led to the recognition, as Sir Roderick Murchison remarks, that though various epochs of upraisings have successively taken place on the same line, the directions imprinted by the first upraisings are often placed on independent lines ; as, for example, the mountains of Scandinavia, the Ural, and the Caucasus.

The applications of M. de Beaumont, and those undertaken by the geologists who have adopted his views, have powerfully contributed to the establishment of the *systems* and their sub-divisions in *formations* and *sub-formations*.

The supposition of a coincidence between the twelve systems of [upraisings of M. de Beaumont and twelve epochs of sedimentary deposits, with corresponding organic modifications, appears admissible within certain limits; for each system is in part characterized by its own fossils. However, we must not forget that there are only, in reality, two great hiatuses which separate into three populations * the fossils contained in the whole mass of the Neptunian formations, viz., the hiatus which isolates the Palæozoic populations comprised between the basis of the Silurian system and the Permian system inclusively, and the hiatus between the tertiary period and the chalk.

Though each system is distinguished by characteristic species, other species appear to continue with the new ones; so that to admit a destruction and a complete renewal between each system, we should

* I do not here take into account infusorial animals, because it is too difficult to determine the species. I also neglect the two species of shells which are supposed to belong at the same time to the tertiary and the cretaceous systems.

be obliged to suppose that species whose remains are absolutely like those of the species which have preceded, have been created anew, together with those which show themselves for the first time; and thus adopt the singular creed which is transmitted to us in the verses of the Latin poet, when he describes the times which have followed the Deluge of Deucalion:—

“Tellus

Edidit innumeras species: partimque figuras

Retulit antiquas: partim nova monstra creavit.”

Ov. Met., Lib. I.

§ VI.

The absence of some species in inferior strata, and their disappearance in superior strata, do not prove that these species have only existed during the middle epoch of a system; for the cause of this absence may depend on the emigration of the species, on their small development in numbers, and on fluctuations in the conditions of existence in the same locality. There are numerous examples of the disappearance in some middle beds, of species which are

met with in the superior and inferior beds of the same system.

We may judge from the discoveries which have taken place, in the last few years, in the middle of the geological epoch represented by the supercretaceous period, how unsafe it would be to draw definitive conclusions from the fact of the absence of some genera, or some species, from one formation, or one system to another. No doubt a great number of species have made their appearance, and others have disappeared, in certain particular beds of the periods, and even of the systems; but it does not follow that the time of their birth and of their extinction coincide with the place of our observations. Until very lately, geologists had fixed the epoch of the appearance of quadrumanes above the theoretical line which separates modern from ancient alluvium; but subsequent discoveries have shown remains of quadrumanes, which have not yet been well distinguished from living species, as low as the inferior part of the tertiary system.

Notwithstanding this, M. Pictet, a distinguished

palæontologist, professor of anatomy at Geneva, adopting the divisions of M. de Beaumont, and of the geologists who follow his classification, has lately advanced the opinion that each formation contains only its own species, and that the animals of the geological epoch corresponding to that formation have lived neither before nor after. He supports his opinion, in great part, by the consideration that the fossil remains which we are enabled to examine, such as shells and bones, might have belonged to species whose differences consisted in the soft parts, which have not been preserved.

The opinion of M. Pictet, though it is, to a certain extent, entertained also by M. Agassiz, appears too hazardous, no decisive argument having been produced in its favour; it does violence to the numerous facts of the passage—from one formation, or even from a system, to another—of species whose identity cannot be contested on the authority of a simple assumption, or of an allegation without any proof.

CHAPTER IX.

Ancient Alluvium—Erratic Blocks—their dispersion through Local Causes proved by Sir Roderick Murchison—Gold and Platinum in Ancient Alluvium—Philosophical remarks on this subject.

§ I.

THE last geological event, preceding the period of tranquillity and regular succession which comprehends the whole of the historical era, is that which has produced the dispersion of erratic boulders in the middle of the ancient alluvium. These boulders, and the alluvium accompanying them, had been long considered as the result of a great diluvian catastrophe, which had destroyed the population contemporaneous with the mammoth and the great mastodon. As far back as the year 1828, my collaborator (M. l'Abbé Croizet) and I, in our '*Recherches sur les Fossiles du Puy-de-Dôme,*' had contributed, as well as we could, to erase from the French nomenclature the Theory of the *Diluvium*,

and Messrs. Lyell and Murchison, in the course of the following year, published a memoir which terminated this error in England. It remained to clear up a very difficult question, which, even now, excites a lively controversy amongst geologists. This question is that of erratic blocks, or boulders—that is to say, of those enormous fragments of rocks, for the most part granitic or crystalline, spread upon the surfaces in various localities, and which occupy an important place in the ancient alluvium.

Sir Roderick Murchison has established that the alluvial deposits and the erratic blocks, which cover an extent of 2,000 miles, in the line passing from the German Ocean to the White Sea, and advance from 400 to 800 miles into the interior of the land, come from the mountains of Scandinavia; and that all these materials have been transported, in the bed of an ancient sea, through aqueous movements, “consequent on powerful waves of translation, and of currents occasioned by relative and often paroxysmal changes of level of sea and land,”*

* Russia, p. 553.

a circumstance that the presence of marine shells appears to prove in an irresistible manner.

Although geologists may differ on details, according to the localities which each has particularly examined, and without entering into an examination of accessory circumstances, such as the transport of the blocks upon frozen surfaces, their descent on the declivities of mountains with icebergs, their floating upon fragments of ice, I shall merely remark, that Sir Roderick has demonstrated that the dispersion of these blocks is owing, like that of the ancient alluvium, to local causes, which have no connexion with a general cataclysm, but with great local displacements of water. If, as M. de Beaumont thinks, such movements of the soil and of the waters have taken place on the margin of written history, the traditions of various deluges have perhaps no other origin than the memory of these great events.*

* We find in the second *Oratio* of Gregorius Nazantinus, against Julian, a most curious passage, which would seem to give some weight to this opinion, and even has a singular relation of resemblance to the questions above discussed:—

“Talem manifestavi monstrum (Julianum) quale antea

§ II.

I cannot better finish this chapter than in reproducing here the remarkable conclusion at which Sir Roderick Murchison arrives on the occasion of the ancient alluvium of Russia.

“The only detritus in which grains and portions of gold and platinum have been found is, in truth, that in which remains of mammoths and rhinoceroses have also been detected; and coupling this last fact with the omission of all auriferous veins in the more ancient alluvia of the chain, there can be no doubt that in this region gold was one of the most recent mineral productions anterior to the historic æra.”

Now, it is extremely probable that the veins and auriferous penetrations in the American continent, which, according to Mr. Necker, are the result of a sublimation produced on the contact of igneous rocks, or at a short distance from them, may be

nunquam fuisset, tamen si multa diluvia, multaque divulgata fuerint incendia, terræ quoque apparuerint hiatus, nec non homines ab humano natum penitus diversi, animalia monstrosa et diverso modo composita quæ natura modo innovandi producere solet.”—*Leipsic edition*, 1522, p. 18.

referred to a time contemporaneous with, or little remote from, the metallic and alluvial impregnations of the declivities of the Ural.

The philosophy which it is natural to deduce from these circumstances, is that gold, this powerful prime mover of civilization, the general vehicle of the distribution of the riches produced by human industry, and platinum, which has become in the hands of the chemist the most powerful instrument of analytic research and scientific progress, have made their appearance upon the globe just after the last events, which have placed the continents in their present conditions. These metals did not exist in the soil at an æra when they would have been without value to creatures endowed with limited instinct; but they have been poured, from the interior, in the midst of the resources accumulated from period to period, for the use and the instruction of a being endowed with reason, as the complement of the gifts which a foreseeing wisdom has been pleased to lavish upon the surfaces destined for his sojourn!

CHAPTER X.

Concluding remarks—Analysis of the preceding Chapters
 —Nebulous Theory—New Views for the Classification of
 Facts which have preceded the Igneous Fusion of the Globe
 —Oxygenation of Bases—Molecular Oxygenic Attractions
 —Elective Attractions—Constitution of Comets—that Mo-
 lecular Attractions did not exist at a time when the Atoms
 were already gathered in Virtue of the Law of General
 Attraction—Constitution of the Æther—The Law of Mo-
 lecular Attraction due to the Special Intervention of the
 Creative Power—Idea of Zeno reproduced by Boscovich—
 Abstract Idea of the *Point*—Idea of Atom—Divisibility of
 Matter—Natural Limit of this Divisibility—Atoms of the
 Chemists—Atoms of the Philosophers—Mr. Faraday—
 Examination of the Theory of the *Centres of Forces*—Mr.
 Airy—Arrangement of Mineral Terrestrial Substances ex-
 plained by the Hypothesis of the development of Molecular
 Attraction at a Special Time—Formation of Water and
 Atmosphere by Transudation.

§ I.

WE have established, in the preceding pages, that
 the philosophical generalizations of Hutton rest upon
 an error of logic, founded on the restricted signifi-
 cation which metaphysicians have assigned to the
 idea of *causation*, in confining it to the doctrine of

the invariable antecedent and the invariable consequent. We have shown also, that the systematic classifications of geological facts, grouped around this doctrine, do not afford it any real support ; that the phenomenon of the stratification of crystalline schists cannot be cited in favour of the monstrous hypothesis of an eternal metamorphic action ; and lastly, we have proved that the facts relating to the creation of organic types cannot be explained without the direct intervention of a Divine will ; and that this intervention has manifested itself as often as new conditions of vegetable and animal life have presented themselves, on the cooled surfaces of our globe.

It now remains to inquire whether we may be allowed to go back to the time anterior to the liquid state of the mineral matter, whose refrigeration has formed the granitic and crystalline mass of the terrestrial globe ?

Here it would be natural to institute an inquiry into the nebulous theory of William Herschel, adopted by La Place, and, even in these last few

years, by many geologists and mathematicians. This theory, however, has been deprived of its prestige by the reduction of a great number of nebulae into groups of distinct stars, through the powerful telescope of Lord Rosse; and it would be merely a gratuitous supposition, to imagine that the nebulae which might resist the power of this telescope are not also composed of stellar aggregations; for the natural induction is, that distance alone prevents their decomposition.

It is in the structure of primordial rocks that we ought to inquire into the condition of matter before its state of igneous liquidity, but the study of the terrestrial crust, under this point of view, has not yet been undertaken.* The metamorphic transfor-

* There are, however, a few facts which can be made to bear upon this subject, such as the following:—

Dr. Mac Culloch, in his papers on the geology of various parts of Scotland (Trans. of Geol. Soc., vol. ii. p. 432), describes specimens of tourmaline, from the veins of granite of Portsoy, broken across their axes: “the fractures are filled by the quartz and felspar, which constitute the body of the rock.”

Here it is evident that the tourmaline has first passed to the solid state, since the quartz (and felspar?) has filled up

mations, to which the Huttonian doctrine attributes the condition of crystalline schists, form a kind of impediment which geologists have scarcely thought

the cracks; and that the tourmaline was, at a certain stage, in a highly elastic state, since another crystal (an acicular one) "is bent so as to form a considerable curvature."

It seems also, from particular phenomena observed in the Falkland Islands, and very accurately described by Mr. C. Darwin (*Quarterly Journal of the Geological Society*, 1846, No. 7), that the quartz-rock (which composes hills and hillocks in these regions) "must obviously have been in a pasty condition when it suffered abrupt curvatures without fracture; and it was impossible to examine these veins without recognising in them the effects of the stretching, and in the fibres, or imperfect crystals of quartz, the adhesive nature of the ductile mass." (Page 373.)

Mr. Darwin also quotes the following note:—"In a paper by M. Elie de Beaumont, read before the *Société Philomathique*, May, 1839 (*L'Institut*, 1839, p. 161), it is stated that M. Gaudin was able to draw out threads of melted quartz. M. Gaudin also found that quartz (differently from alumina) retained its viscosity for some time when cooling,—a fact to be borne in mind when we attempt to account for the remarkable flexures which nearly all the quartzose ranges in this island, and likewise in many other parts of the world, have undergone."

On the other hand, I have examined with some attention several specimens of graphic granite, sent to me by Mr. Tennant, with the view of assuring myself whether it was possible

of removing. Indeed, if we consider the anterior state of the crystalline schists, and of the granite itself, as a fragmentary state, analogous to that of

to trace in the structure of this granite the process of crystallization. I succeeded in isolating a certain number of crystals of quartz from the midst of the felspar, and found that, in general, the crystals were flattened and contorted as if they had been strongly pressed between the felspathic mineral matter. It is very remarkable that these crystals, even the most flattened and distorted, still retain corresponding prismatic faces; upon the most disfigured I often succeeded in discovering, though sometimes with difficulty, the corresponding sides of the prisms; and when I could not entirely succeed, it appeared to be because the crystal was in part broken. I can only account for these distortions by supposing that the crystals were first formed in the melted mass, but remained in a pasty, or jelly-form state, after the consolidation of the felspar: a conclusion which perfectly agrees with the remarks of Messrs. Mac Culloch, Darwin, and Gaudin, and shows how quartz (not in a liquid, but in a soft state) may have been squeezed into cracks, veins, fissures, dikes, and even into lateral beds, through the pressure of superincumbent masses. But quartz, being pure oxide (or acid) of silicon, must have existed in a melted state before the tourmaline, felspar, &c. &c. began to crystallize—for these minerals contain a portion of quartz, and are necessarily second, in the order of production, to their constituent elements.

The probability is that the quartz formed first into soft crystals, yielding to the influence of elective affinities the

the fossiliferous strata, the study of primordial rocks stops at that invariable antecedent, and science can only continue to move in the circle of infinite metamorphic changes, marked out in Mr. Lyell's system.

The hypothesis of the igneous stratification of crystalline schists, places the theory of the igneous fusion of the globe again on its original basis; it leaves an open field for new researches, without any other limit to the powers of science than the imperfection, or the present insufficiency, of our investigations.

Now, without attaching an exaggerated value to the following views, they will at least help me to demonstrate that it is not impossible to arrive, through a chain of inductions, at the classification of the facts which have preceded the igneous fusion of the

portions which were necessary for the development, or combination, of the other specific elements, distributed in the mass. Then the mica, the felspar, the tourmaline, and other complex species crystallized and became solid; whilst the quartz retained still, for a time, its soft or pasty condition.

globe, in their natural order of ascending succession.

§ II.

The fact of the oxygenation of earthy bases, such as silica, alumina, magnesia, potassia, sodium, &c., has necessarily preceded the phenomenon of elective affinities, which has produced the complex mineral species, such as felspar, mica, tourmaline, hyperstene, hornblende, &c.

The fact of oxygenation being the result of a molecular attraction between the oxygen and the metal of the bases, presupposes the individual separate existence of the oxygen and of the metal of the bases, before oxygenation.

We, therefore, distinguish here two kinds of molecular attractions, which have succeeded each other in the following order:—

1°. Molecular oxygenic attractions.

2°. Molecular elective attractions.

But we can carry the argument further, and conceive a condition of matter independent of the

molecular oxygenic and elective attractions considered together.

May we not be allowed to ask if these attractions exist now in the constitution of comets? These bodies, endowed with a simple motion of translation, are, like the planets, regulated by the laws of celestial gravitation; but, is it not because molecular affinities are wanting in the particles of which they are formed, that they have not a nucleus?

However this may be, the fact alone that molecular oxygenic attractions have manifested themselves at a fixed time, leads us to the idea that matter has not been eternally endowed with the quality of molecular attraction; and by this I wish to express, not only the opinion that molecular attractions have begun to act, at the moment when matter has been sufficiently condensed to allow atoms to unite; but that the property of molecular attraction itself did not exist in atoms, at a time when they were already gathered together in clusters, in virtue of the law of general attraction.

Pursuing induction within its legitimate limits, we

can yet deprive matter of the two qualities of celestial attraction and proper motion, and arrive thus at the idea of a simple æther, uniformly diffused through infinite space; the atoms whereof, maintained in their relations of distance by a mutual repulsion, wait until supreme immanence gives them the quality of gravitation, and communicates to them proper motion—the life of inorganic matter—then molecular attraction—the law of love between atoms.

Now, as such an æther appears to be yet existing, is it not from its essence that the materials which compose the stars and clusters of stars have been drawn?

§ III.

In all the philosophical systems which have succeeded each other to the present time, from the Hindoos, the Egyptians, the Chaldeans, the Greeks, to the most recent theories of modern science, atoms have been considered as passing from the æthereal condition to the fluid, liquid, and solid state, in virtue of a constitution inherent in them, or given to them

along with all the other qualities of the common matter of our globe. According to the new views which geological studies open, in my opinion, to philosophy, the atoms did not possess, in the beginning, the aggregative qualities which they now present, but received them, from the hand of the Creator, at the moment when they were necessary to effect the transformation required.

If it be granted that life, instinct, intellect, and reason have been attached to matter at a certain time only, why should we suppose that general attraction, proper motion, and molecular attractions have not also come successively, in order to endow the atoms with the qualities needful for astral individualities, and necessary to the liquid condition, and to the crystalline forms? and if, in order to explain the appearance and the development of organic creations, we have been obliged to have recourse to distinct manifestations of Divine intervention, why should we not attribute to the same influence the dispensation of those qualities which have brought inorganic matter to its perfect state?

§ IV.

These propositions, far from being hostile to the chemical doctrine of definite proportions, appear to form an argument in its favour ; because they suppose primordial atoms endowed with similar forms and equal volumes. The union of these atoms, in numbers, has, in these views, produced the bodies which chemistry calls simple.

The idea of Zeno, revived by Boscovich, and which is equivalent to the theory of Berkeley, "that the atoms have no real existence, but consist in a number of points," seems to have its origin in an error of dialectic. We cannot conceive a point without extension. The abstract idea of the point, in geometry, rests on the conception of a fraction of matter so minute, that its volume could not produce an error in the results of calculation. But this abstraction cannot sever the idea of a point from the idea of matter.

The idea of particle, molecule, or atom, is the result of analogical reasoning applied to the divisibility of matter, and brought to its last limit.

If we divide a grain of sand into two parts, until the individuality of each fragment has become inappreciable, the mind can still take hold of this fragment and continue the division by a mental contrivance. Whatever may be the extreme which imagination can reach, the particle, whereof our power of thought has not relinquished its hold, will retain its material quality; and if we could not fix a limit to this division, we should necessarily arrive at the idea that matter is infinitely divisible. But *science has traced a natural limit to this decomposition*—a limit not the less distinctly marked for having hitherto been unheeded.

§ v.

Each imperceptible fragment of this grain of sand, which our idea only can seize, is not composed of an homogeneous substance. Chemistry informs us that it can be decomposed into two or more parts (each having a distinct nature), which have united to form mineral species in definite proportions. Mental division, of necessity, stops at the moment

when it finds itself in presence of particles having each different properties. Whatever may be the real minuteness of the constituting parts of the oxygen and silicium, which compose a fragment of quartzose sand, the distinct properties of their atoms, and the similarity of their combinations, give to each of these atoms a character of *individuality*, and likeness* with its congeners, which require us to attribute to them a form and a fixed bulk.

It would be useless, for the argument here pursued, to penetrate farther into the constitution of this atom. Chemical science is obliged to consider it as simple; and if the preceding deductions are not tainted with some logical imperfection, it must be received as a demonstrated proposition that *the atom of the chemists has a real existence*.

§ VI.

The modern philosophers, who have discussed these questions, have fallen into a mistake in ap-

* This has been, in part, perceived by Sir J. Herschel. See *Discourse on Natural Philosophy*.

plying to atomic philosophy arguments grounded on phenomena studied in the relations which obtain between the chemical atoms themselves. Hence arises much of the confusion which has invaded science.

Notwithstanding all my admiration for the profound knowledge and the generalizations of Dr. Faraday, I do not think that his system of centres of forces can be supported for an instant, in opposition to the argument just produced in favour of the absolute existence of the chemical atoms.

I cannot see why Dr. Faraday should omit to take into account the specific qualities of simple bodies in themselves, and prefer to repose his speculations on the interstices, assuming that these interstices ought to be invariably open or invariably shut to the passage of the electric fluid; whilst it is evident that they can only be under the influence of the force which preserves the molecules united, and that it is to this force, residing in the molecules, or to a property attached to it, that the conductible or non-conductible qualities of bodies ought to be attributed.

Dr. Faraday has not established a distinction be-

tween the atoms of the chemists and the atoms of philosophers, which are things so very distinct. He has committed the mistake of comparing the matter of the æther with ordinary matter.*

To produce an argument in favour of the non-absolute existence of the atoms of philosophers, it would be necessary, according to Dr. Faraday's manner of reasoning, to study the relations between æther and the interstices of æther, and not, as he has done, the relations between the substance and the pores of rosin or iron. It would be necessary to discover the nature of the force which maintains the equilibrium between the atoms of the æther—a force which we have considered as an inherent repulsive quality. Analogy leads us to believe that the atom of the chemists is a multiple of the atom of the philosophers, and we have the authority of astronomers in favour of the resisting quality of æther; a circumstance which, as remarked by Mr. Airy, Dr. Faraday has omitted to take into account. It

* Philosophical Magazine, vol. xxviii., p. 346.

forms, however, a powerful argument in favour of the atomic philosophy.

The expression, "*centres of forces*," can only be considered as synonymous with that of *point*; and a change of words cannot add any weight to an argument. Moreover, what *could* be the forces composing these *centres*?

The atom of æther is imponderable—Dr. Faraday admits it—the only qualities we can suppose it endowed with being, *firstly*, size and form—qualities so united that the one could not subsist independently of the other. Hence we ought to consider them together as a single quality. *Secondly*, The other quality would be the repulsive property manifested by one atom towards other atoms. Now, the expression of "*centres of forces*" having for its end to deprive the atom of the double quality of form and size, represents the repulsive property only. But how can we conceive a repulsive property which constitutes, by itself alone, a *centre of forces*? We see, then, that here there is absolutely nothing whereon an idea can rest, and that the hypothesis has no consistency.

As regards the interstices of the æther.
Arrived at this *substratum*, we have reached the bounds of human intellect. It only remains to consider the repulsive property attached to the atoms as the effect of a latent Will, which maintains them in inertia, or arranges and moves them at pleasure, to form worlds and systems of worlds.

§ VII.

It is easy to conceive the arrangement of the mineral substances in the interior of the earth and on its surface, through the hypothesis that the law of molecular attraction has only been communicated to matter after the atoms have been gathered into stellar and planetary groups, in the state of fluid or semi-fluid masses.

It seems probable that the law of molecular attraction has developed itself simultaneously, in all the bulk of the terrestrial mass, and that it has produced, at first, the *similar affinities* which generate simple bodies, such as oxygen, silicium, &c. As soon as the simple bodies gifted with specific

affinities have been in presence of each other, matter has passed to the liquid state, on account of the powerful affinity between the oxygen and the earthy bases which form the great mass of the globe. In this melted matter, elective affinities have, at last, determined the production of complex species, and these combinations are still going on in the interior of the globe, in proportion as the refrigeration and crystallization advance.

Nothing proves that water and air have originally surrounded the surface of our planet; the hypothesis that the oxydation could have proceeded from the surface to the centre is absolutely unintelligible. The little quantity of oxygen contained in the air, compared to that which exists combined with the mass of the globe, makes it probable that the air has been disengaged from the interior, in the same manner as carbonic acid escapes, even at the present time, either in a free state, or by the intermedium of thermal springs.

The presence of water in notable quantities, in the crystallization of Vulcanian rocks, and the ac-

tual fact of the interior aqueous exudation, which produces thermal springs, show us that water also may have spread itself on the surface by a kind of transudation, in proportion as matter has become consolidated.

Air and water would only then have covered the surface in consequence of the refrigeration, at a period when animals and plants could find their conditions of existence in these media, which the wisdom of the Creator had destined for their abode.

CHAPTER XI.

GENERAL SUMMARY.

THE main proposition I have endeavoured to demonstrate in this work, is that the phenomena which have succeeded each other on the terrestrial globe, and in all the sidereal system our inquiries can reach, must be considered, not as the consequence of an eternal law of invariable revolutions, enclosed in the circle of the uniform movements which governs the actual order of things, but as the result of the repeated intervention of a supreme Providence, whose thought has successively brought out the actual order, after having directed matter in all its transformations, and left, from period to period, visible traces of its power, its solicitude, and its munificence.

In perusing the pages of this little book, the reader will recognise, I hope, that, in all my investigations, I have not, for an instant, lost sight of

those remarkable words of one of the greatest lights of science, which the present century has seen extinguished, and which I have adopted as my motto:—

“We know all things begin from, and end in, his everlasting Essence, the Cause of causes, the Power of powers.”

Sir Humphry Davy.

NOTE ON THE ATOMIC PHILOSOPHY OF THE ANCIENTS.

“ATOMICAL philosophy, according to Posidonius the Stoic, as we are informed by Strabo (lib. xvi.), is more ancient than the times of the Trojan war, and was first invented by one Moschus, a Sidonian, or rather, if we prefer the testimony of Sextus Empiricus, a Phœnician (*Advers. Mathemat.*, p. 367). This Moschus is doubtless the same person with that Moschus the physiologist mentioned by Jamblicus in his *Life of Pythagoras*, for he informs us that Pythagoras, during his residence at Sidon in Phœnicia, conversed with the prophets that were the successors of Moschus the physiologist, and was instructed by them.

Hence it appears that this philosophy was not invented either by Epicurus or Democritus.”—(*Note of Thomas Taylor, ‘ Translation of the Theætetus of Plato,’* p. 25.)

There are a great number of passages in the writings of Aristotle and Plato where the atomic philosophy is alluded to, and sometimes discussed, as in the *Theætetus* and the *Timæus*.* The ancient Greeks

* It is remarkable that, though the ancient Greeks were almost absolutely destitute of positive mineralogical knowledge, they conceived the *four elements* to be composed of regular geometrical molecules; and had thus a kind of theory which is not without a singular analogy in the modern science of crystallography, founded by Haüy; as may be seen from the following quotation:—“The Pythagoreans and Plato supposed two primogenial right-angled triangles, the one isosceles, but the other scalene, having the greater side the double in length of the less, and which is bisected by a perpendicular from the vertex to the base, and from the isosceles triangle, indeed, which *Timæus* calls a semi-square: four such having their right angles conjoined in one centre, a square is formed; but the union of six such triangles having eight angles, forms a cube, which is the element of earth, but the semi-triangle constitutes the pyramid, the octahedron, and the icosahedron, which are distributed to fire, air, and water; and the pyramid indeed consists of four equilateral triangles, each of which composes six semi-triangles; but the octahedron

had this advantage over the chemists, in our days, that they reduced matter by a mental operation into first elements or atoms, not being impeded, in their speculations, by the discovery of simple bodies, whose distinct nature has formed an obstacle to modern philosophical generalizations. But the philosophy of the Hindoos was certainly more beautiful and even more clear than that of the Greeks, if we can judge by what has been translated from their ancient works. It appears from Mr. Colebrooke's researches that they not only embraced the doctrine of atoms, but that this doctrine was the object of lively discussion amongst them.

There are certainly passages in the Vedas which consists of eight equilateral triangles and forty-eight semi-triangles, and the icosahedron is formed from twenty equilateral triangles, but one hundred and twenty semi-triangles: hence, these three being composed from one element, viz., the semi-triangle, are naturally adapted, according to the Pythagoreans and Plato, to be changed into each other. But earth, as being composed from another triangle specially different, can neither be resolved into the other three bodies, nor be composed from them." (Taylor's *Dissertation on the Philosophy of Aristotle*.)

have a very striking resemblance to the speculations of modern science. I trust a few quotations from these passages will not be found out of place in this note.

“ This universe is compacted from the minute portions of those divine and active principles, The Great Soul, or First Emanation, Consciousness and Five Perceptions; a mutable universe from immutable ideas.

* * * *

“ The Being whose powers are incomprehensible having created me (Menū) and this universe, again became absorbed in the Supreme Spirit, changing the time of energy for the hour of repose.

“ When that power awakes, then has this world its full expansion; but when he slumbers with a tranquil spirit, then the whole system fades away...

“ Thus that immutable power, by waking and reposing alternately, revivifies and destroys, in eternal succession, this whole assemblage of locomotive and immoveable creatures.....

“ At the close of his night, having long reposed, he

awakes, and awaking, exerts intellect, or reproduces the great principle of *animation*, whose property it is to exist unperceived by sense.

“Intellect, called into action by his Will to create worlds, performs again the work of creation; and thence first emerges the subtile æther, to which philosophers ascribe the quality of transmitting sound.

“From æther, effecting a transmutation in form, springs the pure and potent air, a vehicle of all scents; and air is held endued with the quality of touch.

“Then from air operating a change, rises light or fire, making objects visible, dispelling gloom, spreading bright rays, and it is declared to have the quality of figure.

“But from light, a change being effected, comes water, with the quality of taste; and from water is deposited earth, with the quality of smell: such were they created in the beginning.”*

* It is worthy of remark that we find traces of this philosophy even in the old books of the Chinese; thus we read in the *Y King*, a book quoted by the Chinese Lo-pi, who lived

Independently of the sublime poetry of this passage, and of the depth of thought with which the omnipotence of the *First Cause* is expressed, it is evident that the writer has produced a complete system of destructions and renovations of the world; that he has indicated periods of perturbations, during which the Supreme power has annihilated all that enjoyed life; and periods of repose, which begin by new creations and succeed the periods of disorder and destruction.

The Supreme Intellect is represented as creating by his simple *fiat* the subtile æther, which is transformed into air, then into water, and at last solid earth; so that it is manifest that *the primeval æthereal condition of matter* formed one of the creeds of the ancient Hindoos; creeds which correspond with the modern

about 950 years before the Christian era, the following passage:—

“Everything that has a body and form has been made by that which has neither a form nor a body. . . . The being who has neither form nor sound is the source whence originate all sensible sounds: his son is light, his grandson is water.”—*L'Y King et le Chou King*, 4to., Paris, 1770.

opinions of the formation of planets and stars by the aggregation of matter spread into space.

Assuredly we find in these passages some point evidently in arrear with the philosophical results of modern science ; but still it is true that the fundamental idea of the transition of matter from the æthereal to the gaseous, from the gaseous to the liquid, and from the liquid to the solid state, is there entire and distinct. It is even remarkable that light appears only at the transition from the gaseous to the liquid state ! And it is not improbable that the Institutes of Menū are themselves but an imperfect translation of much more ancient books ; for it is well known that the Brahmins pretend, and maintain with perseverance, that prior to the language used in the Vedas there was a more ancient language, of which books still exist, which the Brahmins themselves cannot read, but which they assert contain astronomical tables of very remote antiquity.

Others may cast a disdainful glance on these traditions, which have traversed ages to appear before us, still imposing in their grandeur ; as for me, far

from trampling upon these eloquent ruins, I can only consider them as the sublime remains of majestic monuments raised by the men of the primeval times. If these speculations are not the result of a profound science, acquired by patient study and contemplation, they offer us the visible traces of a primitive Divine revelation, coeval with the creation of the race.

Perhaps the progress of civilization is but the result of the efforts of the genius of man to retrieve its primitive position; and the aspirations of philosophy have no other aim than to reconquer a brilliant condition of omniscience which mankind had lost, through its degeneration, in an early conflict between mind and matter.

THE END.

LA PHILOSOPHIE DE LA GÉOLOGIE.

LA PHILOSOPHIE
DE
LA GÉOLOGIE.

PAR
A. C. G. JOBERT,

*Ancien Rédacteur du Journal de Géologie, l'un des Auteurs des Recherches
sur les Ossemens Fossiles du Puy-de-Dôme, &c., &c.*

“We know all things begin from and end in His everlasting Essence, the
Cause of causes, the Power of powers.”

SIR HUMPHREY DAVY.

PREMIERE PARTIE.

LONDRES :

SIMPKIN, MARSHALL, AND CO., STATIONERS' HALL COURT.

PARIS :

A. ET W. GALIGNANI, ET C^{IE}.

1846.

PRÉFACE.

MES anciens amis seront peut-être surpris de ma réapparance après un silence de dix-huit années.

J'espère, cependant, qu'ils reconnaîtront, par ce petit écrit, que pour avoir transporté mes pénates sur une terre étrangère, je n'ai pas cessé de me livrer à l'étude des sciences, et n'ai point oublié l'idiôme de mon pays.

Londres, le 13 Juillet, 1846.

PREFACE

Les auteurs ont voulu que ce livre soit utile à tous les esprits éclairés, et qu'il leur fournisse un moyen sûr de connaître l'état actuel de la science, et de se rendre compte de ses progrès. Ils ont donc écrit ce livre avec une impartialité absolue, et sans aucune vue de parti. Ils ont voulu que ce livre soit utile à tous les esprits éclairés, et qu'il leur fournisse un moyen sûr de connaître l'état actuel de la science, et de se rendre compte de ses progrès. Ils ont donc écrit ce livre avec une impartialité absolue, et sans aucune vue de parti.

Paris le 15 Février 1843.

TABLE DES MATIÈRES.

CHAPITRE I.

	Page
Examen de la doctrine de l'éternité du cours actuel de la nature—Insuffisance de cette doctrine—Idée de <i>Cause</i> —Que cette idée ne repose point sur la simple observation de l'invariabilité du fait antécédent et du fait conséquent, dans l'ordre actuel des choses—Ocellus Lucanus—Diodore de Sicile—Le Docteur Brown—Réfutation des doctrines du Docteur Hutton et de M. Charles Lyell—Idée de l'Espace—Idée du Tems—Encyclopédie Britannique—Lord Bacon—Cosmogonies—Marche de la science humaine	9

CHAPITRE II.

Division générale des Roches, en Roches Vulcaniennes et Roches Néptuniennes — Granite — Sa fusion ignée—Erreur de Hutton et de M. Lyell sur son Origine Métamorphique—Causes de cette erreur—Idée de l'Infini attachée au Tems	43
--	----

CHAPITRE III.

Théorie de la Stratification des Schistes Cristallins primitifs	51
---	----

CHAPITRE IV.

Refusion de Granite—Phénomènes du Metamorphisme—Ouvrages de Sir Roderick I. Murchison—La Scandinavie—Les Monts Ourals—Théorie de la Fusion ignée	77
--	----

LA PHILOSOPHIE DE LA GÉOLOGIE.

CHAPITRE I.

Examen de la doctrine de l'éternité du cours actuel de la nature—Insuffisance de cette doctrine—Idée de *Cause*—Que cette idée ne repose point sur la simple observation de l'invariabilité du fait antécédent et du fait conséquent, dans l'ordre actuel des choses—Ocellus Lucanus—Diodore de Sicile—Le Docteur Brown—Réfutation des doctrines du Docteur Hutton et de M. Charles Lyell—Idée de l'Espace—Idée du Temps—Encyclopédie Britannique—Lord Bacon—Cosmogonies—Marche de la science humaine.

§ I.

HABITUÉS, dès notre enfance, à voir les faits matériels, ou les mouvements des êtres qui nous environnent, se suivre dans un ordre régulier et constant, les jours succéder aux jours, les saisons aux saisons, les années aux années, en un mot, tous les phénomènes du monde organique et du monde inorganique, se reproduire,

continuellement enfermés dans deux termes corrélatifs, l'un comme antécédent, l'autre comme conséquent ; la Philosophie qui se présente naturellement à notre esprit, c'est que le cours actuel des choses a toujours été ; que le jour a invariablement succédé à la nuit, la nuit au jour ; que chaque espèce de plante ou d'animal descend d'une souche semblable à elle-même et dont le type a existé de toute éternité.

On ne doit donc pas s'étonner que cette philosophie, quoiqu'en opposition avec les cosmogonies et les croyances religieuses de toutes les nations, ait trouvé des sectateurs dans les tems reculés, et qu'elle ait formé un des points de la controverse scolastique des anciens sages.

Ocellus Lucanus, qui vivait dans le cinquième siècle avant J. C., paraît être le premier qui ait entrepris de prouver l'éternité du cours actuel de la nature, dans un traité spécial ; son livre est intitulé, *De la Nature de l'Univers* ; et quoique ses propositions semblent avoir été en défaveur parmi les philosophes de la Grèce pendant les âges suivans ; Diodore de Sicile, qui écrivait dans le premier siècle

avant l'ère chrétienne, nous apprend qu'elles étaient discutées par les naturalistes et les historiens.

“ Les uns,” dit-il, “ croient que le monde n'a point eu de commencement et n'aura pas de fin, et que l'homme, même, a existé de toute éternité ; les autres, au contraire, pensent que le monde a été engendré et est destiné à périr, d'où ils concluent que la race humaine elle-même a été créée à une certaine époque.”

Néanmoins, il est vrai de dire que les anciens ont laissé passer la doctrine d'Ocellus Lucanus, sans la détruire par des arguments directs, probablement parceque la science du tems, et la nature abstraite de leur argumentation, ne leur fournissaient pas de faits précis pour la combattre avec succès, et peut-être aussi parceque les idées cosmogoniques étaient admises *à priori*, comme principes au-dessus de toute discussion. D'un autre côté, les systèmes de philosophie pure, qui se sont succédés jusqu'à nos jours, ont, vraisemblablement pour les mêmes causes, également laissé indécise la question de l'éternité de l'ordre établi des choses. Bien plus, en cherchant à fonder leurs systèmes sur l'observation des faits, les philo-

sophes modernes n'ont pas pu dépouiller leurs déductions générales de la conclusion simple, et en apparence obligée, qui résulte d'une première vue des phénomènes naturels.

Ainsi, le Dr. Brown, dont les ouvrages peuvent être considérés comme le résumé de ce qu'il y a de plus logique et de plus consistant dans la philosophie moderne, n'appuyant ses argumens que sur des abstractions de faits pris dans l'ordre régulier de la nature, n'a pu, comme l'avait fait Lord Bacon, deux siècles avant lui, placer l'idée de Cause que sur la base de l'observation commune de deux faits qui se succèdent, dans les rapports constans d'*Antécédent* et de *Conséquent*.

Voici un passage de son ouvrage intitulé ' Recherches sur les Rapports qui subsistent entre les Causes et les Effets,' où ce philosophe, si justement célèbre, se résume avec une remarquable lucidité.

“ C'est cette simple relation de l'antécédent uniforme, si importante et si universellement admise, qui paraît constituer toute la signification philosophique des mots Pouvoir ou Cause, quels que soient

les objets matériels ou spirituels auxquels on les applique. Si les événemens s'étaient succédés avec une irrégularité complète, ces expressions n'eussent jamais été inventées ; mais dès qu'on s'est aperçu que leur succession avait lieu dans un ordre régulier, l'importance de cette irrégularité pour nos désirs, nos plans et nos actions, a naturellement déterminé l'emploi de termes représentant les distinctions les plus remarquables qu'il nous soit permis de faire.

“ Nous donnons le nom de *Cause* à l'objet que nous considérons comme l'antécédent invariable d'un changement particulier, et réciproquement nous donnons le nom d'*Effet* à ce conséquent invariable ; et lorsque nous considérons ces rapports en eux-mêmes, d'une manière abstraite, nous les nommons *Pouvoir* dans l'objet qui forme l'antécédent invariable, *susceptivité* dans l'objet qui montre, par le changement d'état qu'il a éprouvé, le conséquent invariable ; nous disons du feu qu'il a le *pouvoir* de fondre les métaux, et des métaux, qu'ils sont *susceptibles* d'être fondus par le feu ; que le feu est la *Cause* de la fusion, et la fusion l'*Effet* du contact du feu ; mais, dans cette

variété de mots, nous n'avons fait qu'exprimer notre croyance que lorsqu'un métal est soumis pendant un certain tems à l'action d'une chaleur violente, il existera bientôt à cet état différent que l'on nomme liquidité; que dans les tems passés, ce métal, placé dans les mêmes circonstances, aurait manifesté le même changement, et qu'il se fondra de la même manière à l'avenir. Nous parlons de deux apparences que le métal présente, l'une avant l'application du feu, l'autre après; et tout ce que nous exprimons c'est la relation simple, mais universelle, entre le feu et les substances métalliques. Une *Cause*, par conséquent, dans la définition *la plus complète* qu'elle puisse admettre en philosophie, est ce qui précède immédiatement un changement quelconque, et qui, existant dans tous les tems dans des circonstances semblables, a toujours été et sera toujours suivi par un changement semblable. Priorité sur le fait observé qui suit, invariabilité supposée dans l'antécédent pour les faits passés et futurs, tels sont les élémens combinés qui produisent la notion de *Cause*."

Il résulte de cet exposé que le Dr. Brown fait naître l'idée de *Cause* de la simple relation de deux faits qui se succèdent, lesquels faits sont dans une dépendance mutuelle et tellement enchaînés que le premier doit être, de toute nécessité, suivi du second, ou, en prenant l'inverse, que l'existence du second prouve de toute évidence l'existence antérieure du premier.

Or, cette philosophie, qui découle de l'observation des phénomènes de l'ordre actuel de la nature, et présente l'idée de *Cause* comme enfermée dans les limites de l'uniformité ou de l'invariabilité du fait antérieur, rejette entièrement toute spéculation sur l'origine des choses, ou, en d'autres termes, sur ce qui peut avoir précédé ou commencé l'ordre établi. Les inductions philosophiques appuyées sur cette doctrine conduisent même, de toute nécessité, au système de l'éternité de l'ordre établi ; car si nous les appliquons à l'observation du fait de la reproduction des êtres organisés, nous ne trouverons jamais comme cause, autre chose que l'invariable antécédent de la génération paternelle et maternelle. Il en sera de

même pour les faits de la nature inanimée ; ainsi, la considération de l'ordre actuel des saisons ne nous conduira qu'à l'antécédent et au conséquent uniformes du mouvement de la terre dans ses conditions présentes.

Cependant, et j'espère le démontrer dans cet ouvrage, la tendance et le but de l'étude approfondie des phénomènes naturels, pris dans leur ensemble, et l'examen attentif de leurs détails, au lieu de renfermer l'idée de *Cause* dans l'appréciation des rapports de deux faits isolés, la poursuivent, sans s'arrêter, dans l'ordre général suivant lequel les phénomènes se succèdent et se sont succédés, soit en remontant indéfiniment d'un fait donné aux faits antérieurs, soit en descendant du fait antérieur aux faits qui suivent ; et le premier caractère de la philosophie qui découle de cette méthode, que la science moderne a créée, c'est qu'elle ne décide point, d'avance, les questions de *l'invariable antécédent* et de *l'invariable conséquent*, mais qu'elle laisse le champ ouvert à la théorie, et permet aux spéculations scientifiques de rester dans la condition de

pouvoir remonter à des faits en dehors du cours établi des choses, et à un commencement de l'ordre actuel de la nature.

Mais le rapport de *Cause* et d'*Effet*, tel qu'il est établi par la doctrine du Dr. Brown, se trouve si fortement enraciné sur la base de nos idées, que même d'éminens naturalistes n'ont pu se défendre d'adopter, de prime abord, la philosophie de l'invariabilité de l'antécédent et du conséquent; et de rejeter, avec une sorte de dédain, les nouvelles spéculations et les investigations théoriques vers lesquelles la nature des faits étudiés dirigent forcément nos recherches et nos méditations. L'étude de la géologie a donc non-seulement à s'affranchir des obstacles que les déductions vulgaires et les systèmes préconçus des philosophes opposent à son avancement, mais elle a encore à se dégager des préjugés des savans, de ceux-là même dont les travaux sont remplis d'observations originales, de faits précieux laborieusement recueillis, et dont la seule erreur, à nos yeux, est de chercher à rattacher des résultats nouveaux à un système vieilli, et d'envelopper ainsi

une science pleine de vie dans un linceul de mort.

§ II.

AYANT adopté, *a priori*, la signification restreinte de l'idée de *cause* telle que nous l'avons examinée dans le paragraphe qui précède, le Dr. Hutton, vers la fin du dernier siècle,* et M. Lyell, de nos jours, n'ont pu qu'enfermer la philosophie qui résulte de leurs systèmes dans le cercle de l'invariabilité du fait antécédent et du fait conséquent ; c'est pourquoi ces deux géologues ont été conduits à écarter de leurs investigations toute spéculation sur une cause première, et à étudier les faits naturels avec l'idée préconçue que la géologie " n'a point à s'occuper des questions qui traitent de l'origine des choses."

D'après le système de Hutton, les couches minérales qui composent la base des continents actuels

* Il convient néanmoins d'observer que Fuchsel, géologue Allemand, dont les ouvrages ont été examinés dans le Journal de Géologie, est en réalité le fondateur de la théorie des causes actuelles, comme Sir H. de la Bêche le fait remarquer avec justice.

étaient autrefois sous les eaux de la mer, et ont été formées des débris de continents antérieurs; les couches qui constituaient ces anciens continents eux-mêmes, n'étaient que les restes de couches provenant de continents encore plus anciens, dont les matériaux avaient été aussi soulevés du sein des eaux, et ainsi à l'infini.

Le système de Hutton forme donc un cercle de soulèvements éternels, de couches manufacturées dans ce qu'il appelle *les régions minérales*, avec les matériaux désagrégés d'un ordre de couches plus anciennes, soulevées antérieurement; quant à la matière consolidée primitive, il n'y a pas de point d'arrêt pour fixer un commencement à son existence dans le passé. C'est ce que Hutton déclare explicitement dans les conclusions qui suivent.

“ Ayant reconnu dans l'histoire naturelle de cette terre une succession de mondes, nous pouvons en conclure qu'il y a dans la nature un système (régulier); de même que la considération des révolutions des planètes nous conduit à penser qu'elles sont sous la dépendance d'un système qui les porte à continuer

ces révolutions. Mais si la succession des mondes est établie dans le système de la nature, ce serait en vain que nous chercherions à attribuer à quelque chose de plus élevé l'origine de cette terre. Par conséquent, le résultat de nos recherches est que nous ne trouvons ni trace d'un commencement ni apparence d'une fin."*

De son côté M. Lyell, adoptant la philosophie de Hutton, " que la géologie n'a point à s'occuper des questions qui concernent l'origine des choses," avance

* *Dissertation sur la Théorie de la Terre*, 1795. Playfair a fait ses efforts pour démontrer que la doctrine de Hutton ne s'opposait point à la croyance en une création, et il remarque en prenant la défense de ce philosophe, " que c'est une chose de déclarer que nous *n'avons pas encore* découvert les traces d'un commencement, et une autre chose de nier que la terre a eu un commencement." Mais cette défense est trop indirecte, car Hutton ne dit pas que " nous *n'avons pas encore* découvert les traces d'un commencement," construction qui peut faire supposer que nous pourrions quelque jour découvrir ces traces ; au contraire, il soutient positivement qu'il serait inutile de chercher *quelque chose de plus élevé* que la succession des mondes." Ceci est bien significatif ; et si Hutton n'a pas jugé à propos de dissimuler sa manière de voir, ses disciples commettent une injustice en s'efforçant d'obscurcir la transparence de ses idées.

dans les premières pages de ses *Principes*, “ que la cause la plus ordinaire de la confusion qui règne dans la science, provient de la supposition que la géologie doit nous faire découvrir le mode d’origine de la terre, ou, comme quelques-uns l’ont imaginé, nous faire étudier les effets des causes cosmologiques, employées par l’auteur de la nature, pour faire passer notre planète d’un état chaotique naissant à un état plus parfait, et à une condition plus habitable ;” et il ajoute, “ j’essaierai dans le cours de cet ouvrage de démontrer qu’il y a une aussi grande différence entre la géologie et la cosmogonie qu’entre les spéculations sur le mode de création de l’homme et l’histoire.”

Répondons à cela, que la confusion, si elle existe, a été introduite, non point par les géologues qui embrassent dans leurs investigations la question d’une *Cause première*, puisque la nature même des faits l’a soulevée, et qu’il est impossible de se refuser à examiner, par exemple, si les êtres organisés ont été créés à une certaine époque, lorsqu’une masse de faits se présentent qui semblent prouver qu’ils n’ont pas

existé de toute éternité sur la terre ; mais, qu'au contraire, la confusion est la conséquence de la signification restrictive, conservée dans la méthode de M. Lyell lui-même à l'idée de *Cause*, à une époque où la science a introduit dans cette idée de nouveaux élémens qui en ont étendu la valeur et la portée.

La proposition que la géologie est entièrement différente de la cosmogonie, revient à une affirmation dogmatique que l'idée de *Cause*, en tant qu'elle se rapporte aux investigations géologiques, est renfermée dans les limites du fait antécédent et du fait conséquent, dans l'ordre établi ; car la seule différence qui existe réellement entre les opinions de M. Lyell et celles des géologues cosmogonistes, c'est précisément que ceux-ci mettent en question l'invariabilité du fait antécédent, ou rejettent cette invariabilité, en remontant, ou croyant remonter, par une succession de faits matériels à des tems où le fait antécédent s'arrête et où l'ordre établi n'avait pas d'existence.

“Que les spéculations concernant le mode de création de l'homme différent de l'histoire,” est une

proposition qui pourra paraître paradoxale à bien des personnes, mais elle n'appartient point à la géologie. Puisque M. Lyell reproche aux géologues, dont il se porte l'antagoniste, d'avoir jeté la confusion dans la science, il aurait dû leur opposer des argumens clairs et précis et poser des principes plus fixes que ceux qui se déduisent d'une énonciation comme celle-ci :

La Géologie diffère de la Cosmogonie

comme

Les spéculations sur la création de l'homme diffèrent de l'histoire.

De semblables propositions sont certainement bien plus propres à augmenter la confusion qu'à la dissiper. La géologie étudie des faits : ces faits elle les classe, aussi bien qu'elle le peut, suivant leur ordre naturel, et de cette classification il résulte que les questions de l'origine du globe terrestre et de la création de l'homme viennent se ranger dans son domaine ; du moins la majorité, pour ne pas dire la presque totalité des géologues le pensent ainsi. Comment donc

se fait-il que M. Lyell, *pour dissiper la confusion*, brise la ligne droite de la science, et au lieu de poser la question dans ses termes directs, savoir, *si la géologie diffère de la cosmogonie et des spéculations sur la création de l'homme*, détache de l'argumentation ces dernières spéculations pour établir simplement qu'elles diffèrent de l'histoire? La raison n'en est-elle pas que l'idée de *Cause* telle que la conçoit M. Lyell, déduite de la doctrine de l'invariabilité de l'antécédent et du conséquent, ne peut pas plus s'associer aux investigations sur la création de l'homme qu'à la question cosmogonique, et qu'en poursuivant ces investigations dans les rapports qu'on peut leur supposer avec l'histoire, il évite la difficulté de prouver par une argumentation directe que les spéculations qui concernent la création de l'homme ne tombent pas dans le domaine de la géologie.

En rejetant de la science les questions de l'origine de la terre et de la création de l'homme, et en établissant comme un principe arrêté "l'identité de l'ancien système des changemens terrestres, avec le système actuel," M. Lyell n'a fait que renfermer

l'idée de Cause dans la philosophie de l'invariabilité du fait antécédent et du fait conséquent ; et par cette raison toutes les fois que les faits de la géologie se présentent à l'encontre de cette invariabilité, et toutes les fois qu'ils nous conduisent à la conclusion d'un commencement, soit dans le règne organique, soit dans le règne inorganique, les résultats philosophiques de ce savant portent l'empreinte de son erreur primitive, et les déductions légitimes tirées de l'observation des faits sont en opposition avec ses principes.

§ III.

Cependant, malgré son axiôme fondamental de l'éternité de l'ordre établi, qui reparaît sous différentes formes, presque à chaque page de son livre, et que nous trouvons ainsi formulé au commencement du chapitre IX., " les anciens changemens qui ont eu lieu sur la terre appartiennent à une série ininterrompue d'événemens physiques gouvernés par des causes ordinaires," et tout en combattant ce qu'il appelle " des arguments populaires (!) sur les grandes

vicissitudes de la création organique dans les tems passés," M. Lyell juge à propos de reconnaître un commencement de l'espèce humaine. Mais, comme cette admission le met en contradiction avec lui-même, et qu'elle détruit l'harmonie générale de son plan, il fait ses efforts pour en affaiblir l'importance.

"L'apparition de l'espèce humaine, dit-il, ne forme-t-elle pas un événement qui s'écarte à tel point du cours antérieur des événemens physiques, que la connaissance d'un pareil fait tend à détruire toute notre confiance dans l'uniformité de l'ordre de la nature pour le passé comme pour l'avenir ?

"Maintenant, il ne serait pas possible de répondre à ces objections si elles étaient opposées à quelqu'un qui soutiendrait l'uniformité absolue pendant tout le tems de la succession des événemens sublunaires. Si, par exemple, l'auteur était disposé à se livrer à des rêveries philosophiques comme celles de quelques sectes Grecques et Égyptiennes, qui représentaient tous les changemens du monde moral et matériel comme se reproduisant à des intervalles éloignés, et se

succédant dans leurs rapports antérieurs de tems et de lieu, &c.”

Puis, M. Lyell conclut : “ Néanmoins, les géologues peuvent condamner ces croyances comme absurdes sans tomber dans l’extrême contraire, et *sans nier* que l’ordre de la nature a, depuis les tems les plus anciens, été uniforme dans le sens que nous le croyons uniforme à présent et que nous pensons qu’il restera à l’avenir.”

Il faut remarquer ici, que l’exemple sur lequel M. Lyell s’appuie a une portée toute différente de celle qu’il lui attribue. La philosophie des Égyptiens et des Grecs n’admettait pas une uniformité absolue dans tous les tems ; au contraire, elle supposait, de même que la philosophie des Hindous, des périodes de destruction et de rénovation du monde, suivies de périodes de tranquillité ; en d’autres termes, des événemens en dehors de l’uniformité et de l’ordre régulier de la nature ; et quoique les anciens se soient efforcés de systématiser ces événemens extraordinaires, ils ne les considéraient pas moins comme formant une série à part, injectée, pour

ainsi dire, à travers les périodes d'uniformité absolue.

En donnant à l'argumentation de Mr. Lyell une construction simple, elle se réduit à ceci :

Premièrement. Il ne soutient pas l'uniformité absolue de la succession des événemens.

Secondement. Par exemple, il condamne comme absurdes les croyances des anciens, qui admettaient l'uniformité absolue des périodes de destruction et de rénovation du monde.

Troisièmement. Il croit que l'ordre de la nature a été, dès les tems les plus anciens, tel qu'il est à présent et qu'il sera à l'avenir.

Or, l'argument est évidemment vicieux ; l'exemple qui forme la seconde partie des prémisses ne s'ajuste pas à la première partie, car, si M. Lyell condamne l'uniformité des périodes de destruction, ce devrait être parcequ'il ne soutient pas l'uniformité absolue, et qu'il admet, par conséquent, les périodes de destruction et de rénovation en dehors de cette uniformité ; tandis qu'il déclare, au contraire, qu'il croit à l'uniformité constante de l'ordre actuel de

la nature. La fausseté de cette argumentation deviendra encore plus évidente si l'on supprime les secondes prémisses ; alors il ne restera plus que deux propositions directement opposées l'une à l'autre.

Dans les développemens qui suivent, M. Lyell s'efforce de diminuer aux yeux du lecteur l'importance de l'introduction de l'espèce humaine comme déviation à l'ordre établi des choses. Mais son argumentation me paraît si vague, si faible, et si contradictoire, que je dois avouer qu'il m'est impossible de l'analyser avec quelque méthode, et que les tentatives que j'ai faites pour réduire ses propositions en syllogismes ont été complètement infructueuses.

En se résumant, dans ce chapitre, M. Lyell avoue, en quelque sorte, que la création de l'homme ne peut s'expliquer dans son système, car il déclare " que s'il avait eu la présomption de dogmatiser sur l'uniformité absolue de l'ordre de la nature, il se serait trouvé arrêté à la vue de cet événement nouveau et extraordinaire, et qu'il se serait, dès lors, formé une opinion plus exacte à l'égard des limites

du plan général de l'univers." Mais, comment peut-il prétendre qu'il ne s'énonce point d'une manière dogmatique, à l'occasion de l'uniformité absolue de la nature, lorsqu'il admet, si positivement, avec Hutton, "que la géologie n'a aucun rapport avec l'origine des choses";* lorsque la doctrine, enseignée à chaque page de son livre, repose sur l'idée préconçue de l'éternité de l'ordre établi; lorsqu'enfin, dans un chapitre spécial,† il s'attache particulièrement à combattre ce qu'il appelle les préjugés qui retardent les progrès de la géologie, c'est-à-dire: "la croyance de non-conformité entre les causes des changemens, ou la croyance que le cours de la nature, dans les tems anciens, différerait du cours actuellement établi."

Ce qu'il y a de plus singulier, et ce qui peut, à juste titre, exciter un sentiment de surprise dans l'argumentation de M. Lyell, ce sont ses efforts pour faire considérer "La circonstance nouvelle et extraordinaire de l'introduction de l'homme sur la

* Principes, 1er vol. p. 6. † Principes, ch. v. 1er vol. p. 111.

terre comme étant d'une nature morale et non point physique."

"Lorsque nous considérons, dit-il, les vicissitudes de la création animée et inanimée dans les tems anciens, nous ne devons pas nous attendre à trouver des résultats anormaux, excepté quand l'homme a manifesté sa présence, ou bien lorsque nous verrons des indices assurés de *quelqu'autre cause morale de dérangement temporaire.*"

Ainsi, en dernière analyse, l'homme qui, par la force de son organisation et les pouvoirs de son intelligence, s'est mis en rapport avec toute la nature ; qui s'est établi le maître et le régulateur des êtres vivans sur la terre ; qui, dirigeant ses regards vers les cieux, étudie les mouvemens des astres et les contemple dans l'infini ; qui a mesuré et pesé la masse du globe qu'il habite et celle des sphères qui roulent à l'entour. L'homme qui calcule la vitesse de la lumière, et trace, à travers les siècles, les mouvemens de ce fluide insaisissable ; qui, multipliant la puissance de ses organes, est entré en contact avec des miriades d'êtres inaperçus par ses sens, et a

découvert, dans la profondeur de l'espace, des soleils sans nombre dont l'insuffisance de sa vue lui laissait ignorer l'existence. L'homme qui, se repliant dans sa pensée et méditant sur lui-même, parvient à connaître et à régler les mouvemens intimes de son imagination, et ose considérer son intelligence comme un brillant rayon de cette lumière suprême et *omnilatente* réfléchié dans les êtres qui vivent et qui sentent. L'homme dont l'espèce croît et se développe comme un être unique, s'avancant sans cesse vers une perfection dont il ne peut pas même entrevoir le terme ; dont les spéculations vont jusqu'à embrasser l'origine des choses et le principe de sa propre existence. L'homme est, dans le système de M. Lyell, détaché de la création, où il occupe le premier rang, et considéré isolément comme une anomalie, une créature parasite, ou, suivant ses propres expressions, *une cause morale de dérangement temporaire* ; comme s'il n'avait pas une existence réelle, et n'était sur la terre qu'une abstraction incompréhensible, un inexplicable accident !

Que pouvons-nous donc faire de mieux pour

repousser un pareil système, que de lui opposer simplement l'exposition des faits eux-mêmes, dont l'enchaînement nous conduit invinciblement à l'idée d'un *dessein* ; en nous faisant voir, dans la création de l'homme, la clé qui couronne la voûte de l'édifice organique ; la cause finale de tous les changemens qui ont amené l'ordre actuel, et complété, par l'introduction d'un être doué de raison, le tableau sublime des harmonies de la nature.

§ IV.

Répondant aux objections que ses *Principes* ont soulevées, M. Lyell, dans ses conclusions, essaie de repousser le reproche d'avoir avancé que l'ordre actuel des choses n'a pas eu de commencement, et dit avec emphase, “ De quel côté que nous poursuivions nos recherches, soit dans le tems, soit dans l'espace, nous découvrons partout des preuves manifestes d'une intelligence créatrice, de sa prévoyance, de sa sagesse, et de son pouvoir.”

Remarquons, d'abord, que l'on est en droit de demander à l'auteur où se trouvent, dans son ouvrage,

ces preuves manifestes d'un pouvoir créateur, et quelles sont les raisons sur lesquelles nous pouvons établir que l'ordre actuel a réellement commencé? Comme il ne dit pas sur quelle base ces preuves manifestes reposent, nous ne pouvons recevoir ses déclarations que comme une concession *morale*, en contradiction avec toute la teneur de son système et les opinions formelles exprimées dans tous les chapitres de son livre.

Ce n'est pas sans quelque répugnance que j'aborde les questions de Temps et d'Espace, questions qui ont donné lieu à tant de controverses futiles et ridicules parmi les théologiens, les philosophes, et les métaphysiciens; cependant il me semble impossible de laisser sans réponse cette dernière ressource que l'auteur appelle au secours de son système.

La défense de M. Lyell est que l'impuissance où nous sommes d'arriver, par l'observation, jusqu'à la limite de l'univers matériel n'est pas un argument contre l'existence de cette limite, et que, par analogie, l'impossibilité de trouver une preuve décidée d'un commencement n'est pas un argument contre

la probabilité d'un commencement, mais ceci est exprimée au conditionnel, avec un *Si* de précaution.* L'auteur ne dit pas comment et par quel moyen la conviction d'une limite ou d'un commencement peut entrer dans notre esprit; au contraire, il soutient, avec énergie, quelques lignes plus loin, que "De

* "Ce serait avec autant de justice que l'on accuserait un astronome d'affirmer que les œuvres de la création remplissent la totalité de l'espace infini, parcequ'il refuse de reconnaître que les étoiles les plus éloignées que nous apercevons aujourd'hui dans les cieux soient situées sur la limite extrême de l'univers. Chaque perfectionnement du télescope nous a révélé l'existence de milliers de mondes nouveaux, et il serait par conséquent téméraire, et contraire à une saine philosophie, d'imaginer que nous avons maintenant pénétré toute l'étendue du vaste système de l'univers, ou que ce système sera un jour atteint dans toutes ses parties par les observations humaines.

"Mais on ne peut, de ces prémisses, tirer aucun argument en faveur de l'infinité de la portion de l'espace qui a été peuplé de mondes; et si l'univers matériel a des limites, il s'en suit qu'il doit occuper un point *infinitésime* dans l'espace infini.

"De même en suivant la trace de l'histoire de la terre, nous arrivons à des monumens d'événemens qui peuvent avoir eu lieu des millions de siècles avant les tems actuels, et si nous ne trouvons encore aucune évidence marquée d'un commencement, néanmoins les déductions, par analogie, en faveur de la probabilité d'un commencement demeurent *inébranlées*," &c. (*Principes*, vol. iii., p. 404 and 405.)

même que nous aspirons en vain à assigner des limites aux ouvrages de la création *dans l'espace*, nous devons être prêts à reconnaître que *dans le tems*, aussi, les bornes de l'univers sont placées au-delà de la sphère d'action du génie humain."

Cependant, de ce que nous ne pouvons pas trouver la limite des œuvres de la création qui sont *au-delà de notre portée dans l'espace*, il ne s'ensuit pas que nous ne pourrions pas découvrir *dans le tems* l'époque de la création des mondes qui sont à *notre portée dans l'espace*.

L'idée d'*Espace* est intimement unie à l'idée de matière, c'est l'idée d'étendue considérée abstractivement,* or l'étendue est une qualité de la matière.

L'idée de l'Infinité de l'espace, si on cherchait à la dégager de l'idée d'Etendue, et par conséquent de l'idée de Matière, serait une idée absolument négative, c'est à dire que ce ne serait plus une idée.

* C'est l'abstraction d'une qualité, et si nous nommons une qualité une abstraction, ce sera le second degré d'une abstraction, ou l'abstraction d'une abstraction.

La vue simple nous découvre dans la profondeur du ciel d'innombrables étoiles ; le télescope, multipliant la puissance de nos organes, nous fait voir, au-delà de ces globes les plus rapprochés, d'autres globes dont la lumière affaiblie semble se dissiper dans la distance ; l'imagination, guidée par l'analogie, nous conduit à supposer, au-delà de ces derniers mondes, d'autres mondes encore, dont la lumière, perdue dans l'immensité, ne viendra jamais nous révéler l'existence réelle ; et, au-delà de ceux-ci, nous nous figurons un autre lointain et des mondes sans discontinuer, de la même manière que nous concevons des séries de nombres auxquels on peut ajouter sans limite.* Telle est l'idée philosophique de l'infini attachée à l'espace ; si l'imagination plaçait une limite au-delà de laquelle les mondes s'arrêtent, il faudrait toujours qu'elle supposât l'existence de la lumière, ou d'un fluide quelconque sur lequel elle pût se fixer ; car si vous enlevez entièrement à l'idée d'Espace, ou

* Les nombres comme les lignes sont des qualités de la matière.

d'Etendue, l'idée de Matière, il ne reste rien qui puisse servir de base à la pensée.*

L'idée de *Tems* est produite par l'observation de la succession des événemens, c'est l'idée de la matière considérée sous une autre de ses qualités, celle du mouvement, dans ses divers modes.† L'idée de *Tems* est donc attachée à celle d'Espace par l'élément commun aux deux idées, la Matière; et, en réalité, ce n'est que lorsque l'Espace ou, pour mieux dire, lorsque la Matière elle-même est au-delà de

* Le Docteur Clark a dit—"Mettre des bornes à l'espace, c'est le supposer borné par quelque chose qui de soi-même occupe de l'espace, et ceci est une contradiction, ou bien c'est supposer que l'espace est *borné* par *rien*, ce qui forme une autre contradiction."

L'argument aura toute sa valeur si nous disons:—

Mettre des bornes à *la matière*, c'est la supposer bornée par quelque chose qui de soi-même occupe de l'espace, &c.

† Cette définition simple et naturelle du tems sera, je l'espère, préférée aux descriptions incompréhensibles et métaphysiques, telles que la suivante extraite de l'Encyclopédie Britannique:—

"Le tems ne peut être autre chose que la relation de co-existence saisie entre les choses qui sont permanentes et ces séries (trains) d'idées passagères, qui se succèdent incessamment sur le théâtre de l'imagination." (!)—(Vol. xiii., p. 640.)

notre portée, que l'on peut supposer que le Temps aussi est au-delà de notre portée. Donc, affirmer à l'égard de la terre, ou de tout autre corps céleste, que le Temps est au-delà de notre portée, est aussi inconséquent qu'il le serait de prétendre que telle étoile, que nous voyons, et la terre, que nous touchons, sont au-delà de notre portée dans l'espace.

L'erreur de M. Lyell, dans sa défense, provient de ce qu'il a établi une comparaison entre deux idées disparates, l'idée de l'espace inaccessible et l'idée des mouvemens de la matière accessible. Nous lui opposerons donc l'aphorisme de Lord Bacon :—

“ Si les notions des choses sont elles-mêmes confuses et déduites avec témérité, les conséquences qu'on en tire n'ont rien de solide.”*

§ v.

L'auteur érudit du savant article PHILOSOPHIE, de l'Encyclopédie Britannique, dans son examen des ouvrages de Lord Bacon, et à l'occasion de la croyance

* Novum Organum, Lib. primus ; Aphorism XIV.

générale de l'uniformité des relations des causes avec les effets, s'exprime en ces termes :

“Après toutes les tentatives de beaucoup d'hommes de génie pour découvrir la source de cette croyance (expectation) irrésistible, nous sommes obligés de nous contenter de dire que telle est la constitution de l'esprit humain. C'est un fait universel dans la pensée humaine ; et jusqu'à présent un fait final, qui n'est point renfermé dans un fait plus général.”*

Cependant, quoique l'observation des rapports invariables de la Cause avec l'effet, doive inévitablement demeurer, pour toujours, le guide de nos actions matérielles, puisque ces rapports sont la règle de la nature dans l'ordre régulier des choses actuelles ; on ne peut point forcer sur notre esprit la croyance de cette invariabilité comme la limite extrême de nos idées ; elle ne peut point empêcher les spéculations philosophiques sur la possibilité, la probabilité, et même l'évidence d'un ordre de choses antérieur au cours actuel de la nature et à l'existence de la race humaine elle-même.

* Encyclopedia Britannica, 6ème édition, vol. xvi., 4to., 1823.

Il faut remarquer aussi que la tendance générale à élever des cosmogonies, et l'influence que les fondateurs ou promulgateurs de ces systèmes du monde ont exercé dans tous les tems sur les sociétés humaines, offrent la preuve la plus irrécusable que le génie de l'homme a constamment été à la recherche d'un fait générateur plus universel, qui doit avoir la prééminence sur les relations qui subsistent entre les événemens composant le cours régulier du tems, dans l'ordre établi ; et que toutes les religions ont été fondées sur la croyance à un commencement des choses, et sur l'idée d'une création des êtres organisés qui peuplent la terre.

Comme la marche de la science humaine est progressive, elle a nécessairement commencé par l'étude des phénomènes actuels de la nature. Les recherches sur le passé du monde, ne sont descendues jusqu'à l'étude détaillée des événemens géologiques que dans les tems modernes. Au commencement de ce siècle même il n'y avait pas de faits recueillis en assez grand nombre pour l'établissement d'une doctrine, fondée sur l'observation directe, qui pût faire reviser et

mettre en doute la philosophie de l'invariabilité de la Cause et de l'Effet.

Or, ces faits, la géologie les fournit aujourd'hui. Après avoir commencé sa marche en partant des idées géogéniques, et passé par l'étude nécessaire des phénomènes de la nature actuelle, la philosophie se trouve maintenant avoir décrit un cercle, pour revenir au point tracé par le génie primitif de l'homme, et écrit sous la forme de genèse en tête des traditions historiques. Et, ceci est arrivé par la force du fait nouveau et significatif qu'en étudiant les phénomènes de l'ordre établi, la science a découvert des monumens jusqu'alors inaperçus ou méconnus du passé, et qu'elle s'est mise à reconstruire la série des événemens qui se sont succédés sur la terre, en remontant, de monumens en monumens, jusqu'à la limite d'un commencement et d'une création, comme l'indiquaient *à priori* les annales cosmogoniques de toutes les nations.

CHAPITRE II.

Division générale des Roches, en Roches Vulcaniennes et Roches Néptuniennes—Granite—Sa fusion ignée—Erreur de Hutton et de M. Lyell sur son Origine Métamorphique—Causes de cette erreur—Idée de l'Infini attachée au Temps.

§ I.

LA masse des roches, dont la succession compose la partie observable de l'enveloppe terrestre, se divise naturellement en deux grandes groupes. Le premier contient ce que nous nommerons les *Roches Vulcaniennes*, parcequ'elles sont le résultat du refroidissement d'une matière minérale en fusion ignée. Le second comprend les *Roches Néptuniennes*. Celles-ci ont été formées dans le sein des eaux, et proviennent, en grande partie, de la désintégration des Roches Vulcaniennes, dont les fragmens ont été entraînés par les eaux courantes dans les bassins des mers.

Les *Roches Vulcaniennes* ne contiennent pas de débris organiques.

Les *Roches Néptuniennes* sont souvent remplies de débris fossiles qui ont appartenus à des êtres vivans, animaux ou plantes.

Ces deux espèces de roches ont été produites à différentes époques et se produisent encore de nos jours, concurremment ; ainsi les laves, rejetées par les volcans, sont des Roches Vulcaniennes, et les couches de gré, d'argile et de calcaire déposées dans certains lacs, accumulées à l'embouchure des rivières, ou étendues sur le fond des mers, forment des Roches Néptuniennes.

La grande masse des Roches Vulcaniennes est composée de granite ; cette roche sert de base à toutes les autres, non qu'elle soit partout accessible à nos observations ; mais, lorsqu'on l'a une fois rencontrée, on ne trouve plus d'autre espèce de roche, à quelque profondeur que l'on puisse pénétrer ; à moins qu'elle ne se soit épanchée à la surface après avoir traversé des couches sédimentaires, et dans ce cas même elle s'enfonce au-dessous de ces mêmes couches. Le granite peut donc être considéré comme la base qui supporte toutes les autres roches et forme la

charpente solide, ou, qu'on nous passe l'expression, la carapace du globe terrestre.

§ II.

L'origine ignée du granite est aujourd'hui considérée comme un fait hors de doute par *la totalité* des géologues, mais les uns, adoptant les idées théoriques de Hutton, pensent que cette roche a passé par l'état d'argile et de sable, qui, de même que les couches stratifiées secondaires et tertiaires, contenaient des débris fossiles dont les traces ont été oblitérées par la fusion. Les autres regardent l'absence des débris d'êtres organisés dans le granite comme un fait primitif, et voient dans la consolidation de cette roche le simple résultat du refroidissement de la surface du globe originairement en fusion ignée.

Cependant, l'hypothèse de Hutton est indubitablement fondée sur une pure erreur de logique. Toute l'argumentation repose sur l'admission implicite de l'existence d'une enveloppe solide primitive, comme fait générateur. Ainsi, d'après cette hypothèse :

Le granite existe à l'état solide.

Il se brise et se désagrège par suite des bouleversemens et des érosions ; il se décompose, soit par l'action de l'air et des liquides ou fluides ambiants ; soit par une réaction moléculaire entre ses élémens constitutans.

Ces élémens désagrégés sont entraînés par les eaux dans le bassin des mers.

Ils se distribuent en couches régulières sur le fond de ces vastes bassins.

Là, ils sont saisis par les agens centraux et réduits à l'état de fusion ignée.

Enfin, ils sont encore soulevés du sein des mers et retournent à l'état solide pour former de nouveaux continens.

Pour donner toute latitude à l'argument, admettons, un instant, que le granite, qui forme actuellement la base de l'enveloppe solide de la terre, est réellement un granite recomposé, entièrement semblable à un granite antérieur ou plus ancien ; qu'il ait été porté à la surface par les forces centrales ; enfin, qu'il se décompose et passe par les différentes opérations naturelles que nous avons énoncées dans les lignes qui précèdent—répétez les décompositions,

recompositions et soulèvemens autant que vous voudrez, en poussant l'hypothèse jusqu'à ses extrêmes. Ces répétitions ne peuvent pas détruire le fait fondamental qui forme la base de l'argument lui-même ; c'est-à-dire : l'existence primitive à l'état solide d'un granite, ou d'une croûte quelconque, qui a commencé la série.

Si vous enlevez ce fait générateur, que restera-t-il ? Des argiles et des grés résultat de la désintégration de *nihil!*

Je n'hésite donc pas à le dire, quelque présomptueuse que cette assertion puisse paraître, la fameuse théorie de Hutton, qui est devenue, dans ces derniers tems, le cheval de bataille de la moitié des géologues, et la pierre d'achoppement de l'autre moitié, et qui compte un grand nombre d'adhérens parmi les savans les plus distingués, n'est, après tout, qu'une erreur de dialectique, ce que les logiciens anglais appellent *a fallacy of confusion* (une erreur par confusion), qui consiste à perdre de vue les prémisses, ou suivant la définition de John Stuart Mill, une vulgaire *pétition de principes!*

La comparaison, par analogie, entre les mouvemens de la croûte terrestre et les révolutions des planètes ne prête d'ailleurs aucun appui à l'hypothèse ; parceque, d'abord, l'éternité des révolutions des planètes est un fait contesté ; ensuite parceque même en accordant cette éternité, la concession n'implique pas la nécessité de croire que l'ordre actuellement établi à la surface n'a pas eu un commencement.

§ III.

Que la croûte granitique actuelle du globe puisse être le résultat d'une refusion des élémens désagrégés d'un granite antérieur, tels que des argiles et des grés, est une supposition qui n'eût jamais été avancée si elle n'eût formé la base fondamentale de l'hypothèse de Hutton : car si l'on s'était aperçu que cette supposition même n'offre aucun appui au système de l'éternité de l'ordre établi, en ce qu'elle laisse toujours derrière elle la nécessité d'admettre un granite primitif à une époque quelconque, elle aurait perdu toute sa valeur philosophique. La supposition est née de l'hypothèse, parceque l'hypothèse ne pouvait

exister sans la supposition. Si nous démontrons l'inadmissibilité de l'hypothèse, la supposition tombe d'elle-même.

Ceux qui seront convaincus de la fausseté de l'argument fondamental de Hutton ne s'arrêteront pas un moment à la supposition intermédiaire, mais considéreront simplement la croûte granitique et gneisseuse actuelle, comme la première enveloppe solide du globe terrestre. Les développemens de M. Lyell doivent nécessairement subir le sort de la théorie de Hutton qu'il a adoptée purement et simplement.*

C'est parceque le Dr. Hutton et M. Lyell ont renfermé leur philosophie dans les limites de l'idée de *Cause*, déduite de la doctrine de l'invariabilité du fait antécédent et du fait conséquent, qu'ils ont été conduits à supposer une répétition infinie de deux termes, savoir : la destruction et la rénovation du granite. Il fallait, cependant, de toute nécessité, en remontant par les faits intermédiaires, admettre,

* Éléments de Géologie, 1er volume, page 17.

pour point de départ, l'existence d'une croûte solide primitive, avant la décomposition de cette même croûte. Négligeant, ou perdant de vue ce point de départ, ces savans ont implicitement admis que le fait conséquent (la destruction du granite) avait précédé le fait antécédent ou générateur (l'existence du granite à l'état solide). Dès lors et sous peine d'absurdité, ils ont été conduits à sur-ajouter au fait conséquent un nouveau fait antécédent semblable au fait primitif, et répétant indéfiniment ce procédé, ils se sont persuadés qu'ils avaient renfermé l'idée de l'infinité du Temps dans un cercle d'événemens semblables, se reproduisant perpétuellement. Tandis que l'idée de *l'infini* attaché au *tems* équivaut à l'idée des mouvemens de la matière *dans une série continue, mais sans liaison nécessaire avec la similarité du fait antécédent*, ou avec les rapports qui subsistent entre le fait antécédent et le fait conséquent, dans l'ordre actuel des choses.

CHAPITRE III.

Théorie de la Stratification des Schistes Cristallins primitifs.

§ I.

LA distinction établie dans le chapitre précédent entre les Roches Vulcaniennes et les Roches Néptuniennes, ne repose, en aucune manière, sur le phénomène de la stratification ; et, considérée sous un certain point de vue, cette distinction est purement nominale. Les Roches Vulcaniennes offrent fréquemment des indices d'une disposition en couches, dus, suivant toute apparence, à des circonstances semblables à celles qui ont accompagné la déposition des couches Néptuniennes. L'eau, répandue dans les anfractuosités du globe, est une masse minérale, en fusion *ignée* sous la température habituelle des climats chauds, à l'état de roche dans les climats froids ; elle forme des montagnes des plaines et des

vallées, et quelquefois, comme dans certaines parties de la Sibérie, des couches régulières, qui, sur une grande étendue, servent de base au sol végétal. La stratification parfaite des couches déposées par les eaux est due à l'extrême mobilité de ce liquide, qui permet aux particules minérales en suspension de se précipiter avec régularité sur le fond d'un bassin, en se séparant de la masse qui les contient, pour former une bande isolée à la partie inférieure. Mais il est évident que, même dans un liquide dont la mobilité est moins grande que celle de l'eau, tel que dans la substance d'un granite en fusion, s'il se trouve des parties qui en vertu d'une affinité mutuelle plus considérable, commencent à cristalliser avant les autres parties, et si la pesanteur spécifique des cristaux naissans n'est pas exactement la même que celle du reste de la matière en fusion, il y aura une tendance de la masse à s'arranger sur des plans horisontaux et à prendre des apparences plus ou moins analogues à celles des couches stratifiées dans les eaux. Ainsi peut s'expliquer la stratification du micaschiste et du gneiss.

Le quartz est moins fusible que le mica ; le mica moins fusible que le feldspath.

La pesanteur spécifique du quartz est de 2·6 à 2·7

Celle du feldspath de 2·54

Celle du mica de 2 à 2·5*

Le micaschiste est composé de quartz et de mica.

Dans un mélange, en fusion, d'éléments quartzeux et d'éléments micacés, où deux sortes d'affinités spécifiques se sont développées ; l'une tendant à produire des cristaux de quartz, l'autre des cristaux de mica ; le mica étant fusible à un degré de tempéra-

* J'ai adopté pour ces pesanteurs spécifiques les chiffres de Mr. Joshua Trimmer (Practical Geology). Pour le feldspath et le quartz les différences entre les diverses évaluations sont très faibles, mais il paraît que le mica subit des variations considérables, en relation peut-être avec les variations de composition ; M. A. Boué évalue la pesanteur spécifique de ce minéral à 2·94 ou 3, Moss à 2·943, l'Encyclopédie Britannique 2·79 à 2·93, tandis que Mr. J. Trimmer donne le chiffre dont je fais usage de 2 à 2·5. Si ces différences existent réellement dans le mica, loin d'être défavorables à mon hypothèse, elles forment un argument à l'appui, en ce qu'elles expliquent les variations, changemens, et inversions dans l'arrangement des bandes de stratification. Elles n'affectent pas d'ailleurs mes résultats qui sont fondés sur la différence de pesanteur spécifique entre les diverses espèces de cristaux.

ture moins élevé que le quartz, les cristaux de quartz ont dû commencer à se former les premiers au sein de la masse en réfrigération, et, en vertu de leur plus grande pesanteur, ils ont dû tendre à se déposer à travers le résidu destiné à former le mica. Cette tendance des cristaux à descendre a été combattue, soit par la grande quantité des cristaux eux-mêmes, qui ont fait obstruction dans la masse en fusion, et l'ont emprisonnée dans leurs interstices, soit par la viscosité, semi-liquidité, ou *pâtosité* du résidu prêt à passer à l'état de mica ; et ces circonstances ont probablement occasionné, en partie, ces petites contortions compliquées des feuillets de ce dernier minéral, qui jusqu'à présent ont été considérées comme une énigme. Cette explication me semble donc fournir une clé, au moyen de laquelle on peut facilement se rendre compte des divisions en zones ou bandes parallèles et de toutes les apparences et accidents de la stratification, non seulement du mica-schiste, mais du gneiss et même du granite.

Dans le gneiss, le quartz a commencé la cristallisation ; le mica, à raison de sa plus grande légèreté,

tendait à s'élever, le quartz à descendre, et lorsque ces minéraux ont pu traverser la pâte feldspathique, et altérer sur certaines lignes ou plans, la proportion normale des trois ingrédients, la roche présente tous les caractères de la stratification.

Le diagramme No. I., ci-dessous, montre quelle structure le gneiss a dû prendre sur les points où la masse en liquéfaction a pu recevoir la double empreinte de l'action de la gravité spécifique relative, et de l'affinité ou attraction moléculaire spécifique de chacune des trois parties constituantes.

Les Nos. 1, 2, 3, Diagramme No. I., indiquent l'ordre du passage à l'état solide suivant le degré de fusibilité. Chaque bande de mica (2), en s'élevant dans le fluide, a dû se réunir au quartz (1), dont les cristaux, formés les premiers, descendaient à la partie inférieure de la masse feldspathique (3), qui s'est ainsi isolée. Le clivage de stratification devra se trouver dans chaque couche infraposée de mica A A A A A. Or, cette structure, indiquée par la théorie, est celle du gneiss, lorsqu'il se trouve divisé en petites strates bien distinctes.



Si l'on suppose que la pesanteur spécifique du mica se rapproche de 3, les cristaux de quartz, formés les premiers, descendront dans le liquide; le

mica viendra ensuite se déposer sur le quartz, et le feldspath occupera la série supérieure comme dans le diagramme No. II. Mais comme, dans ce cas, la pesanteur spécifique du mica tendra à placer ce minéral à la partie inférieure, tandis que les cristaux de quartz auront été formés les premiers, il pourra arriver que la vitesse relative des cristaux de quartz à descendre dans la masse, aura été, jusqu'à un certain point, contrebalancée par la plus grande pesanteur des cristaux de mica ; quoique ces derniers n'aient commencé à se former que lorsque les cristaux de quartz avaient déjà acquis un certain développement. Ces deux espèces minérales pourront alors se trouver enchevêtrées entre les bandes feldspathiques, comme on le remarque dans l'échantillon figuré par M. Lyell (*Elements*, t. ii., p. 381), où cependant le mica est plus abondant sur les lignes du clivage de stratification.

Quand le gneiss est partagé en bancs épais, c'est que les influences de l'attraction moléculaire ont prévalu à travers toute la masse du banc, à l'exclusion des influences de la gravité spécifique ; et quand

ces dernières influences ont été complètement neutralisées, la masse entière s'est constituée à l'état non-stratifié; et il est facile de concevoir même qu'une influence partielle de la pesanteur spécifique, sur une petite échelle, a pu diviser, sur des plans particuliers, des masses compactes d'une grande épaisseur.

§ II.

Ces explications embrassent la structure de toutes les Roches Vulcaniennes. Ces roches contiennent, dans leur composition élémentaire, les conditions nécessaires de la stratification; et si ces conditions, contrariées par d'autres influences, n'ont agi que dans certains cas, d'une manière confuse, et sur des lignes particulières, elles n'en paraissent pas moins suffisantes pour expliquer ces apparences que les disciples de Hutton considèrent comme les marques d'une stratification aqueuse antérieure, mais qui ne peuvent nullement être invoquées comme une preuve de l'origine proto-Néptunienne des roches primitives.

Quant à la forme granulaire, plus ou moins irré-

gulière, des cristaux de quartz et de feldspath, que l'on remarque dans les gneiss et les micaschistes, je ne vois pas la moindre raison pour considérer cette forme comme la trace non-effacée d'un état fragmentaire antérieur. Ces apparences me paraissent le résultat, 1°, de l'enchevêtrement irrégulier et du froissement des cristaux en formation, à raison des différences de pesanteur spécifiques signalées plus haut ; et, 2°, des circonstances d'un refroidissement plus ou moins rapide qui ont occasionné une cristallisation confuse et oblitéré ou effacé les angles et les arrêtes des cristaux. L'opinion de l'origine fragmentaire de ces roches me paraît contredite par la condition de la masse des gneiss et des micaschistes. Il est impossible d'expliquer le mélange des cristaux et les passages à la structure granitique, porphyroïde et compacte, autrement que par des causes semblables à celles qui ont présidé à la cristallisation des vrais granites ; la seule différence de structure, entre ceux-ci et les gneiss, est la disposition en bandes de ces derniers. On ne peut pas faire de distinction entre l'apparence granuliforme du quartz et du feld-

spath dans les gneiss et dans les granites. Dans certains granites, tel que dans le granite porphyroïde des escarpements de la vallée de St. Jean, dans le Cumberland, les cristaux de quartz sont plus nets, et offrent même des prismes réguliers et des pyramides symétriques, tandis que la cristallisation du feldspath est massive et confuse ; dans d'autres, les cristaux de feldspath sont presque généralement parfaits, tandis que le quartz a une apparence granuliforme due à l'effacement des angles et des arrêtes des cristaux ; circonstance qui s'explique, non par l'érosion, mais par la cristallisation confuse de chaque cristal. Dans le granite de Shap Fells (Cumberland), par exemple, où les cristaux de feldspath sont si bien développés et où le mica même montre quelquefois ses feuillets hexagones distincts, le quartz offre une apparence généralement granulaire ; on observe à peine quelques traces des pans des prismes, et même alors la surface de ces pans est inégale et comme *érosée*, les angles sont arrondis, et les pyramides des prismes ont disparu ; en un mot, toute la masse de ce granite porphyroïde, à l'exception des gros cristaux de feld-

spath, examinée avec attention, offre cette apparence granulaire qui a fait dire au Professeur Phillips, dans son *Traité de Géologie*, que le mica, le quartz, et le feldspath du gneiss sont des fragmens non re-cristallisés. Cependant personne ne peut mettre en doute que le granite de Shap Fells ne soit une Roche Vulcanienne, et il n'y a pas de raison pour refuser la même origine aux gneiss où les grains de quartz présentent les mêmes apparences.

Quant aux lames de mica dans les gneiss, si leurs formes cristallines sont moins régulières que dans les granites, c'est que les cristaux se sont formés plus rapidement et ont été sujets à des inflexions déterminées par l'action de la pesanteur spécifique et la pression des cristaux de quartz et de feldspath. Mais ces lames sont loin d'offrir l'apparence fragmentaire qu'on remarque dans les *flagstones*; elles paraissent, au contraire, s'appliquer en feuillets, quelquefois de grandes dimensions, sur les protubérances irrégulières formées par les cristaux de quartz et de feldspath; et suivent en se pliant et se doublant sur elles-mêmes les ondulations des bandes; ondu-

tions que M. Phillips explique par l'agitation du fond de la mer, mais qui pourraient bien n'être que les traces de l'action des marées primitives sur la matière en fusion ignée; marées qui, suivant M. Cordier, devaient soulever des vagues de 15 ou 20 pieds d'élévation.

Il n'y a, d'ailleurs, aucune raison pour croire que l'obscurité des cristaux, dans les schistes cristallins, en général, puisse être due à une semi-fusion de fragmens désagrégés. Un cristal est le résultat de l'agrégation régulière des molécules autour d'un point ou d'un axe central; lorsque la cristallisation est troublée par des causes étrangères, le cristal s'arrondit sur les angles et les arrêtes, jusqu'à perdre entièrement ses caractères de régularité géométrique. Ces causes perturbatrices ont exercé une action si générale que l'état de cristal parfait est un état comparativement rare. L'auteur de ce petit ouvrage a eu l'avantage d'être, pendant plusieurs années, l'élève de prédilection de l'abbé Haüy; et d'examiner avec lui, presque journellement, durant ces années, les minéraux que ce savant recevait conti-

nuellement des diverses parties du globe ; il a été accoutumé à considérer les cristaux réguliers comme des exceptions ; la grande masse des minéraux, surtout dans les roches, se présentant à l'état de cristallisation *confuse* : expression à laquelle on doit attacher le sens de cristallisation irrégulière ou précipitée, que lui donnait Haüy, et non le sens adopté par M. Lyell dans ses *Elémens* (p. 328) d'un enchevêtrement de diverses espèces de cristaux.* Quoi-

* Le Dr. Justus Liebig, dans ses lettres sur la chimie, s'exprime ainsi à l'égard de la formation des cristaux :—

“ Le tems et la liberté des mouvemens entre les particules des corps sont nécessaires pour la formation des cristaux. Si nous forçons un fluide ou un gaz à passer, tout d'un coup, à l'état solide, sans laisser à ses *particules* le tems de *cohérer* dans la direction suivant laquelle l'attraction cohésive est la plus forte, *il ne se formera pas de cristaux*, mais le solide qui en résultera aura une couleur différente, un degré différent de dureté et de cohésion et réfléchira la lumière d'une manière différente ; en un mot, il se trouvera à l'état amorphe.”— (Lettre v.)

Malgré tout le respect que j'éprouve pour l'autorité d'un savant si justement célèbre, je ne puis m'empêcher de faire remarquer ici que l'état amorphe n'est qu'une variation de l'état cristallin et non l'*opposé* de cet état, comme il semblerait résulter des expressions du Dr. Liebig. On pourrait con-

que les cristaux, dans les gneiss et les micaschistes, se présentent sous les apparences d'une cristallisation confuse, ils n'en sont pas moins des cristaux ; et le savant fondateur de la cristallographie n'aurait pu que recevoir avec un sourire d'incrédulité, l'idée d'une théorie fondée sur la supposition d'un état fragmentaire antérieur des cristaux de la masse entière des roches cristallines.

§ III.

L'hypothèse que les attractions spécifiques seraient la cause de la division en bandes, toute opposée qu'elle est à l'argument principal des ultra-métamorphistes, n'explique en aucune manière le fait lui-

struire une échelle de textures d'un même minéral, tel que le carbonate de chaux, par exemple, montrant le passage des cristaux, de l'état complet à l'état laminaire, et subséquemment lamellaire ou grenu à gros grains et à grains fins, &c., jusqu'à l'état amorphe. Au fait, le mot *amorphe* a été inventé pour exprimer le dernier degré de la cristallisation, une cristallisation *sans forme*. L'état *amorphe* paraît résulter de l'union par la cohésion, ou l'attraction à petites distances, de cristaux très petits d'une espèce minérale homogène, ou quelquefois, comme dans les laves et les basaltes, d'un enchevêtrement de petits cristaux de diverses espèces.

même de la stratification, car, lorsque les attractions spécifiques n'ont point été influencées par une autre cause, elles ont simplement produit des granites et des porphyres.

Sur les points où la masse en fusion contenait des élémens amphiboliques, calcaires ou hypersténiques, la pesanteur spécifique relative a dû donner lieu à des complications de bandes distinctes, et ainsi peuvent aisément s'expliquer toutes les séries et répétitions de séries des diverses lames de stratification qui coupent une masse gneisseuse.

§ IV.

D'après cette théorie, les schistes argileux primitifs pourront être considérés comme des gneiss à grains fins. Les attractions réciproques entre les cristaux de diverses espèces, ayant interféré avec les affinités similaires qui produisaient les espèces, à des tems différens, tantôt lorsque les cristaux étaient infiniment petits, tantôt lorsqu'ils avaient acquis un développement considérable ; les Roches Vulcaniennes ont pris une texture variée, depuis le granite à gros

grains jusqu'au basalte compacte, où les grains sont imperceptibles. Quand les influences de la pesanteur spécifique ont agi sur une masse qui tendait à se rapprocher de la forme compacte, elles ont produit cette division en petites lames qui forme le caractère des schistes argileux primitifs. Il viendrait seulement à déterminer une ligne de démarcation entre les schistes argileux Vulcaniens et les schistes argileux Néptuniens les plus anciens. Mais, dans l'état actuel de la science cette question paraît devoir rester ouverte à de nouvelles investigations. Peut-être le quatrième groupe des schistes noirs du Cumberland, décrits par le Professeur Sedgwick, forme-t-il une des extrémités de cette série ?

Quant à la cause qui a occasionné l'interférence plus ou moins prompte des attractions réciproques, entre les cristaux produits par les affinités spécifiques, ou, en d'autres termes, qui a déterminé la grosseur des cristaux unis par cohésion ; cette cause a probablement été la déperdition plus ou moins rapide du calorique : dans ce cas, les roches composées des plus petits cristaux occuperont, en général, les étages

supérieurs des roches granitiques. Ainsi, la théorie indique que la masse des schistes argileux formera l'étage le plus élevé, le gneiss viendra ensuite, tandis que le granite devra occuper l'étage inférieur. Or, cette disposition est exactement celle que nous offre la nature, sauf les anomalies locales, les glissements, intrusions et bouleversemens qui ont pu altérer et même quelquefois renverser la série.

La forme compacte peut, dans certains cas, avoir été produite, en supposant qu'à un refroidissement comparativement rapide, s'est jointe une certaine égalité dans la pesanteur spécifique des cristaux divers qui se formaient.

La structure des porphyres s'explique très-bien par la réfrigération lente d'une masse feldspathique ; car la pesanteur spécifique des cristaux isolés étant la même que celle de la masse, ils n'ont pas dû se précipiter pour former des bandes distinctes.

§ v.

Nous concluons donc que, lorsqu'aux conditions qui ont déterminé, au milieu d'une masse granitique

en refroidissement, la distribution de cristaux de différentes espèces minérales, se sont jointes les influences de la pesanteur spécifique des cristaux, qui commençaient à se former, suivant l'ordre inverse de la fusibilité de chaque espèce ; la masse entière, au lieu de présenter, soit la structure granitique, soit la structure compacte ou amorphe, s'est arrangée en bandes plus ou moins distinctes de stratification ; et ces bandes ne diffèrent des couches Néptuniennes qu'à raison du caractère plus tranché imprimé à ces dernières par la plus grande mobilité du liquide où elles se trouvaient suspendues ou dissoutes, avant leur précipitation.

La disposition des cristaux dans la masse des granites à gros grains, tels que ceux du Massachusetts, prouve d'ailleurs que la consolidation a commencé simultanément dans une certaine épaisseur, qui ne pouvait pas être moindre que l'espace compris entre trois séries verticales de cristaux de chaque espèce ; autrement les cristaux n'auraient pu se développer, s'accroître, et s'enchevêtrer comme on le remarque dans les granites.

La rapidité du refroidissement peut aussi rendre compte des différences d'épaisseur dans les bandes de stratification d'une même espèce de roches. Ainsi, supposons que dans ce diagramme les bandes 1, 2, 3,

1.	Feldspath.
2.	Mica.
3.	Quartz.
~~~~~	
1'	Feldspath.
2'	Mica.
3'	Quartz.

représentent l'épaisseur d'une série. Lorsque la matière en fusion, qui a formé les bandes 3, 2, 1, 3', 2', 1', a commencé à se refroidir, les cristaux de quartz de la première bande (3) tendaient à descendre pour s'unir à la seconde bande quartzeuse 3'; mais il faut remarquer que pendant que les cristaux de quartz du groupe supérieur se formaient et descendaient dans le mélange qui a produit l'épaisseur 1, 2, 3, la série 1', 2', 3', elle-même, était en état de réfrigération, et les affinités spécifiques ayant agi dans cette dernière série, en même tems qu'elles agissaient dans la première, les cristaux de quartz (3) ont dû s'enchevêtrer avec la surface 1', au

moment où celle-ci a présenté une résistance suffisante. C'est l'époque de cette résistance qui a déterminé l'épaisseur 1, 2, 3; si le refroidissement avait eu lieu avec plus de lenteur, il aurait pu ne se trouver qu'une seule série, d'une épaisseur double, au lieu de deux séries, car la matière des bandes 1 et 1', 2 et 2', 3 et 3' se serait réunie. Ainsi peuvent donc s'expliquer, par la durée du refroidissement, les différences d'épaisseur si fréquentes dans les bandes du gneiss.

#### § VI.

Dans les spéculations qui précèdent, j'ai supposé que le quartz, le feldspath, et le mica se sont cristallisés dans une masse gneisseuse, en fusion ignée, suivant l'ordre inverse de leur fusibilité naturelle respective; qu'ainsi de la même manière que dans un mélange artificiel, fondu, de plomb et de résine, le plomb étant moins fusible passera le premier à l'état solide, et, en vertu de sa plus grande pesanteur spécifique, se précipitera, en formant une bande distincte au-dessous de la bande résineuse, qui se refroidira la



dernière ; de même, dans le micaschiste, le quartz s'est cristallisé d'abord, et le mica a formé ensuite une seconde bande au-dessus de la bande coagulée du quartz. Il est, en effet, difficile de concevoir que dans la masse en fusion primitive les choses se soient passées différemment ; car, comment admettre que dans le micaschiste, où se sont développées deux affinités spécifiques distinctes, la matière en fusion soit descendue au point de réfrigération nécessaire pour la solidification du mica, sans que le quartz, qui se solidifie à une température supérieure, ait déjà en grande partie passé à l'état solide ?

Cependant, il ne faut pas perdre de vue que les affinités spécifiques *homogènes* qui tendaient à former des cristaux de pur quartz, ont pu, jusqu'à un certain point, être combattues par la présence de l'alumine, de la potasse, et autres élémens destinés à se transformer en mica ; et il est possible que les attractions spécifiques *électives* entre ces élémens micacés, aient agi avec assez d'énergie pour déterminer la formation antérieure des cristaux de mica, dans la masse quartzreuse en réfrigération ; quoiqu'il ne soit pas

facile d'imaginer que ces cristaux aient existé à l'état solide, alors que le quartz se trouvait encore à l'état liquide. On peut concevoir que les attractions homogènes quartzzeuses se manifestaient, et donnaient lieu à la solidification du quartz, à mesure que les cristaux de mica se formaient, en vertu des attractions électives, et ce point de vue n'est nullement en opposition avec l'existence des petits mouvemens dus à la pesanteur relative des différentes espèces de cristaux en formation, qui ont déterminé la division en bandes et toutes les conditions de la stratification que nous avons signalées.

La cristallisation régulière d'une ou de plusieurs espèces minérales, en vertu des affinités électives, a pu déterminer la cristallisation confuse d'une autre espèce, par une sorte de précipitation plus ou moins rapide. Ainsi, supposé que, dans une masse en fusion, les affinités complexes feldspathiques et micacées aient agi avec plus d'intensité que les affinités simplement quartzzeuses ;—à mesure que les cristaux de feldspath et de mica se formaient, la portion de silice dont la fusion n'était plus favorisée par la por-

tion d'alumine et de potasse, qui était entrée dans la composition des espèces complexes, se précipitait pour former des cristaux de quartz. Mais, comme le quartz, à raison de son degré de fusibilité inférieur, se sera cristallisé avec une vitesse comparativement rapide, ses cristaux offriront les apparences d'une cristallisation confuse ou amorphe, au milieu de laquelle les cristaux de feldspath et de mica se trouveront empâtés, et la roche présentera exactement les apparences d'un granite porphiroïde semblable au granite de Shap Fells auquel j'ai fait allusion plus haut.

Ainsi donc, alors même qu'il sera démontré qu'en général, ou seulement dans certains cas particuliers, les cristaux d'une, ou de plusieurs des parties constituantes du gneiss, se seront formés, en vertu d'attractions électives, avant les cristaux dus aux attractions homogènes, la théorie proposée se prête aisément à cette inversion; et, au fait, cette théorie rend si bien compte des anomalies, explique si facilement les exceptions, en un mot, s'adapte si bien à tous les cas, qu'elle semble contenir en elle-même des réponses à toutes les objections.

## § VII.

On ne peut opposer à cette théorie les faits, supposés ou réels, d'alternations de schistes micacés ou de gneiss avec des couches fossilifères ; il suffit qu'elle explique, par des causes ignées, la stratification des gneiss et des micaschistes pour qu'on ne puisse plus invoquer cette stratification comme un argument en faveur de l'origine proto-Neptunienne des roches cristallines, et la considérer comme la trace non-effacée d'une ancienne stratification aqueuse. Le fait de ces alternations peut en partie s'expliquer par des épanchemens ou par des injections ; et il est peu surprenant que ces matières en fusion aient agi, dans certains cas, de manière à produire des endurecissemens, des passages et des liquéfactions partielles ; soit par une influence directe, soit par l'intermédiaire de gaz et de vapeurs développées.

Les froissemens, brisemens, et remaniemens qui ont été la conséquence des mouvemens superficiels, produits, soit par des marées ignées, soit par des causes dynamiques souterraines, sont plus que suffi-

sans pour expliquer la présence de fragmens anguleux ou roulés dans les roches cristallines ; la formation de brèches nombreuses a dû être un résultat nécessaire de ces phénomènes primitifs.

Il n'y a pas de raisons, d'ailleurs, pour qu'il ne se soit formé des gneiss et des micaschistes à des époques comparativement récentes aussi bien que du granite ; et l'action de la chaleur centrale peut avoir reproduit, sur certains points, la forme originale des couches cristallines primitives par la fusion des couches Neptuniennes, puisque ces dernières sont, en grande partie, composés des mêmes élémens minéraux que les roches Vulcaniennes. Mais ces faits ne sauraient, en aucune manière, ébranler la base même de mon argumentation. C'est sur de pareilles exceptions que l'hypothèse métamorphique Huttonienne est fondée : tandis que, dans la théorie que je propose, on ne peut les regarder que comme de simples accidens d'une explication facile, et qui sont, en quelque sorte, la conséquence nécessaire de déplacements répétés entre les diverses parties de l'enveloppe solide. Dans ces roches *pseudo-primitives* on pourra

donc rencontrer des parties fragmentaires, des galets, et même des traces de corps organisés fossiles, sans que de pareils faits puissent nous empêcher de considérer la grande masse des schistes cristallins—des micaschistes et des gneiss—comme formant les étages supérieurs de l'enveloppe granitique première.

La production de schistes argileux Neptuniens, semblables aux schistes Vulcaniens, n'a, d'ailleurs, rien de plus surprenant que l'existence de cristaux de carbonate de chaux et de quartz produits par la voie aqueuse et semblables à ceux d'une origine ignée.

---

## CHAPITRE IV.

Refusion du Granite — Phénomènes du Métamorphisme —  
Ouvrages de Sir Roderick I. Murchison—La Scandinavie—  
Les Monts Ourals—Théorie de la Fusion ignée.

## § I.

Si la grande masse des gneiss et des micaschistes primitifs n'offre réellement pas, dans sa composition générale, les caractères qui ont fait attribuer à ces roches une origine fragmentaire ; et si les bandes de stratification plus ou moins distinctes qu'on y remarque, sont le résultat naturel du refroidissement de la matière en fusion ignée, la théorie Huttonienne se trouve privée de l'argument principal que M. Lyell s'est efforcé de faire valoir en sa faveur, savoir : que les schistes cristallins, et particulièrement les gneiss et les micaschistes, formeraient, à raison de leur stratification et de leur cristallisation obscure, une sorte de passage entre le granite et les Roches Neptuniennes.

Les faits d'intrusion et d'épanchement, à travers les couches gneisseuses, reçoivent une explication facile, par la considération des contractions et fendillemens qui ont dû se former dans la première enveloppe solide. Nul doute que les pénétrations granitiques, dans les gneiss de la chaîne Scandinave, ne soient le résultat de l'intrusion de la matière ignée primitive. Suivant toutes les apparences, même, une grande partie des veines et ramifications qui ont traversé des roches cristallines superposées au granite, telles que les gneiss du Cap Wrath, en Ecosse, et ceux de la Valorsine, au Mont Blanc, présentent des exemples de l'extravasation de la matière en fusion primitive, sous la première enveloppe consolidée.

Dans le cas même où il sera clairement démontré que des couches d'une origine Neptunienne, déposées dans le principe sur une surface solide, se trouvent maintenant supportées par un granite d'une date postérieure, comme le calcaire de Djelebeth, au nord de Drammen,* si le fait ne s'explique pas par des

* See Sir Roderick I. Murchison's *Russia*, page 24.



injections latérales, semblables à celles des bancs porphyriques qui coupent des calcaires argileux et les schistes bitumineux des environs de Christiania, il n'y aura pas la moindre raison pour attribuer à ce granite une origine métamorphique.

Par la position que le granite occupe, au-dessous de toutes les roches, il se trouve, plus qu'aucune autre, exposé aux accidens d'une refusion partielle ; et, par suite des mouvemens qui ont eu lieu et qui s'opèrent encore actuellement dans l'enveloppe solide, nul doute que des masses considérables, cédant à la pression des couches Neptuniennes, ne retombent à un niveau où la chaleur maintient la masse centrale en fusion ignée, et ne soient reprises par les feux souterrains. Ainsi, on pourra expliquer tous les faits d'une refusion du granite sur place, et même ceux d'une fusion accidentelle de couches Neptuniennes, sans qu'on ait le droit de déduire de ces faits l'ombre d'un argument, en faveur de l'idée métamorphique Huttonienne.

On peut aussi imaginer qu'un granite primitif, qui supportait des couches Neptuniennes, en subissant

une refusion, s'est transformé en une roche de nature différente ; soit à raison d'un nouvel arrangement de ses parties constituantes, soit par suite de l'adjonction de nouveaux élémens ; et qu'ainsi, ce qui était dans le principe un pur granite est devenu un porphyre ou une dolérite, une roche siénitique ou un composé hypersténique. Mais encore ici, il n'y a aucun point de contact avec l'hypothèse d'une origine fragmentaire. Et, il faut remarquer que la refusion d'une masse granitique, augmentant le volume de cette masse, forme la condition d'un soulèvement des couches superposées.

## § II.

Une des circonstances les plus propres à laisser dans le doute la question de la limite des phénomènes du métamorphisme, c'est le scepticisme philosophique dans lequel Sir Roderick I. Murchison semble s'être renfermé, à l'égard des gneiss granitiques de la Scandinavie, et du développement extraordinaire des roches métamorphiques dans les Monts Oural.

Avant de réduire en un corps de doctrine les idées

que je m'étais depuis long-tems formées, sur les relations qui subsistent entre les granites et les gneiss, et sur les causes de la stratification de ces dernières roches, j'ai étudié avec l'attention la plus assidue les ouvrages de ce savant. Ses descriptions si scrupuleuses, sa sincérité philosophique, la logique parfaite avec laquelle il tire ses déductions et enchaîne les faits de détails, sous des points de vue généraux, m'auraient certainement fait partager son scepticisme, si l'hypothèse que j'ai proposée, dans le chapitre précédent, ne m'avait constamment fourni une ligne distincte, où les phénomènes du métamorphisme s'arrêtent, et au moyen de laquelle les faits les plus compliqués m'ont toujours paru recevoir une explication facile.

“ Nous avons récemment,” dit Sir Roderick, “acquis la conviction, par des coupes claires et indisputables, que dans la Scandinavie, les couches les plus basses qui contiennent des traces d'êtres organiques, correspondent exactement aux couches siluriennes inférieures des îles Britanniques, et qu'elles ont été formées des débris des roches schisteuses sur

lesquelles elles reposent ; roches qui existaient à l'état cristallin, avant que leurs fragmens fussent broyés et cimentés pour former les couches les plus anciennes où nous découvrons des indices de la vie organique. Nous donnons aux masses cristallines antérieures à la succession palæozoïque, qui forme le but de nos recherches, le nom d'AZOÏQUE, *sans vouloir par là affirmer d'une manière dogmatique, que rien d'organique n'existait à l'époque la plus ancienne des dépôts sédimentaires*, mais en nous contentant d'exprimer le fait, qu'aussi loin que les investigations humaines ont pu pénétrer, nul vestige d'être vivant n'a été trouvé dans ces masses : et, en même tems, que, par leur nature, *elles paraissent avoir été formées sous de telles conditions de chaleur intense et de fusion, qu'on ne peut pas espérer d'y rencontrer des traces d'organisation.*"

Il semble, par ce passage, que Sir Roderick admet l'origine sédimentaire du gneiss, et même implicitement l'origine sédimentaire du granite, car il comprend sous la même formule de *roches azoïques* " toutes les masses cristallines appartenant à l'ancien

groupe du gneiss, en même tems que les anciens granites et les Roches Plutoniennes qui ont envahi ces masses." Cette opinion est exprimée d'une manière encore plus formelle, *page 17**, où ces roches sont considérées comme devant leur aspect cristallin à la fusion et au métamorphisme.

Cependant, il m'est impossible de me rendre compte des raisons pour lesquelles Sir Roderick adopte, sans la discuter, l'opinion que les gneiss de la Scandinavie sont des roches métamorphiques anciennes,* tandis qu'il considère comme complètement démontré " que le gneiss granitique et les roches qui lui sont associées, composaient, en Suède, la base solide, avant que les plus anciens vestiges des dépôts palæozoïques aient reçu l'existence," et alors même qu'il trace avec tant de netteté la ligne de démarcation qui sépare les phénomènes du métamorphisme réel des couches siluriennes, de ceux du métamorphisme hypothétique des roches azoïques.†

Je me contenterai donc de remarquer qu'il n'y a

* Voyez *Russia*, page 14.

pas, dans les ouvrages de Sir Roderick I. Murchison, un seul fait qui s'oppose à ce que nous regardions les gneiss de la chaîne Scandinave comme la première pellicule consolidée de l'enveloppe terrestre. Les veines de granite dont cette pellicule est entrecoupée, loin de prêter aucun appui à l'hypothèse du métamorphisme absolu, exposent les phénomènes de la contraction des masses gneisseuses, après le refroidissement, et ceux des injections de la matière fondue que ces masses recouvraient, précisément comme on doit le supposer d'après l'hypothèse pure et simple de la consolidation graduelle de l'enveloppe terrestre.

### § III.

Dans les Monts Ourals, les phénomènes du métamorphisme paraissent s'être développés sur une vaste échelle, si vaste que pour donner toute latitude aux argumens des partisans du métamorphisme absolu, je me crois obligé de reproduire les passages les plus marquans où Sir Roderick expose son opinion sur ces apparences.

“ Celui qui ne croit point au métamorphisme peut,

sur ce point (à Nijny Serjinsk), se convaincre de la vérité de cette théorie, dans l'espace d'un mille ; car il peut marcher sur les arrêtes de couches en partie altérées de grés et de schistes, jusqu'à ce qu'il les trouve convertis en un quartz amorphe en contact avec un dolérite (greenstone) très-cristalline, roche qui, à raison de sa composition et du rôle qu'elle joue dans la charpente de la croûte terrestre, est maintenant considérée comme intrusive et d'une origine ignée.*

“ Si quelques personnes étaient disposées à penser que certaines roches cristallines de l'Oural, particulièrement celles qui se montrent sous diverses parallèles, sur le côté Asiatique de l'axe, pourraient bien, de même que les roches azoïques de la Suède, avoir été formées pendant une période antérieure à celle à laquelle on doit appliquer le terme de Palæozoïque, nous sommes tout-à-fait en opposition avec elles. †

“ Nous croyons devoir le déclarer hardiment :

* Voyez *Russia*, p. 357.

† Voyez *Russia*, p. 464.

nous considérons l'axe cristallin de l'Oural comme correspondant par sa composition (*pour la plus grande partie*) aux formations siluriennes.”*

Sans vouloir contester la classification des granites du flanc oriental des Ourals parmi les roches d'éruption,† il est permis de croire que les auteurs du magnifique ouvrage sur la Russie n'ont point, dans leurs rapides exposés, épuisé la question de la base fondamentale de ces montagnes, et qu'il ne sera pas impossible de retrouver, sur des points qui n'ont pas été visités, les murailles de cette longue fissure méridienne que les extravasations ignées paraissent avoir, en grande partie, oblitérée. Sir Roderick lui-même semble reconnaître l'existence d'une base primitive, lorsqu'il ajoute : “ Nous arrivons à des conclusions semblables à celles que nous avons déduites de l'examen des régions siluriennes dans les îles Britanniques ; que, quelle que puisse avoir été la direction *d'une ancienne fissure* dans la *croûte* terrestre, des éruptions et

* Voyez *Russia*, p. 466.

† Je ne puis cependant m'empêcher d'exprimer quelques doutes à cet égard.



des soulèvemens parallèles ont nécessairement eu lieu sur la même ligne à des époques subséquentes.”

Il me paraît infiniment probable que cette ancienne fissure, dans la croûte solide primitive des Monts Ourals, a eu lieu au milieu de granites du même âge que ceux des Steppes granitiques méridionales, qui, suivant Sir Roderick, “ ont fourni des matériaux pour la construction de quelques-unes des couches siluriennes adjacentes.”* Des recherches plus complètes peuvent seules nous apprendre jusqu'à quel point ces vues sont fondées. Que la question soit ouverte à de nouvelles investigations, c'est ce dont il n'est pas permis de douter, d'après les conclusions même du chapitre XVIII. de l'admirable ouvrage que nous venons de citer.

“ Interstratifiés, comme le sont ces sédimens dans d'autres parallèles, avec des bandes épaisses de matière ignée, qui, nous le croyons, sont du même âge que leur accumulation, et coupés ensuite, sur des points nombreux, par des roches intrusives qui ont

* Voyez *Russia*, p. 469.

altéré leur caractère original et les ont souvent *minéralisés*, il n'est pas possible de tracer une ligne de base bien définie dans cette série brisée, tourmentée, et souvent renversée.....Déterminer avec soin et exactitude les limites et les passages de produits si fortement minéralisés, exigera de longs et minutieux travaux géologiques."*

Il se peut que l'axe cristallin de l'Oural soit composé de formations siluriennes ; mais il y avait nécessairement au-dessous de ces formations, à l'époque où elles se déposaient, une croûte solide primitive qui leur servait de support, et même une croûte solide primitive à l'entour, qui fournissait les débris pierreux dont elles sont composées. Si, aujourd'hui, cette base primitive ne se rencontre nulle part, et a réellement cessé d'exister, je n'hésite pas à le dire, c'est qu'elle a été refondue sur place, et a fourni la substance des roches éruptives de la chaîne toute entière. Que ceux qui voudront combattre ces conclusions nous montrent un seul

* Voyez *Russia*, pages 462 et 463.

échantillon de fossiles d'une période géologique plus ancienne que les couches siluriennes, et prouvent que les monts Ourals reposaient sur une base contenant des fossiles semblables, et différant, en cela, de celle qui supporte les couches fossilifères de la chaîne Scandinave, de l'Auvergne, et du Canada; jusque-là ils ne pourront pas invoquer même le grand développement des phénomènes métamorphiques dans l'Oural, comme un argument en faveur de l'hypothèse Huttonienne ou du système de M. Lyell.

Si nos vues sont exactes les phénomènes du métamorphisme, quelle que soit leur magnitude dans les Monts Ourals, dans les Alpes, et sur d'autres centres particuliers d'éruptions, ne peuvent plus être considérés que comme le résultat de réactions locales de la masse ignée intérieure sur l'enveloppe solide qui recouvre la surface de notre planète.

#### § IV.

Par les considérations qui précèdent, nous sommes conduits à regarder la croûte gneisseuse et granitique

accessible à nos observations, comme le résultat du refroidissement avançant de la surface au centre, et à adopter purement et simplement la théorie de la fusion ignée primitive du globe ; et ce n'est pas sans un vif sentiment de satisfaction, qu'en lisant l'excellent article inséré dans le *Quarterly Review* de mars 1846, je trouve que l'auteur de cet article, franchissant hardiment la question épineuse de la stratification des gneiss et des micaschistes, arrive aux mêmes conclusions, qu'il exprime en ces termes : “ Chaque application nouvelle aux problèmes principaux de la dynamique géologique nous a de plus en plus convaincu, que la solution la plus probable se trouve fournie par l'hypothèse de la fluidité ignée générale du noyau de notre planète, et que les roches ignées de tous les âges doivent être regardées simplement comme des éruptions successives provenant d'un seul et même réservoir central . . . . Nous considérons les granites inférieurs de la Scandinavie et du Canada comme les masses refroidies de la base ignée universelle. La croûte de gneiss nous paraît avoir été, très probablement, le premier pro-

duit résultant du refroidissement graduel de ces masses.”

### § v.

La théorie de la fusion ignée primitive, qui semble poursuivre le géologue dans sa marche, et l'arrêter à chaque pas, pour lui offrir l'explication la plus claire et la plus rationnelle des phénomènes qui se sont succédés, et se succèdent encore aujourd'hui sur la terre, proposée à *a priori* par Descartes et Leibnitz, adoptée par Buffon, Laplace, Sir W. Herschel, Fourier, Baron Humboldt, M. Cordier, et tous les géologues modernes qui n'ont pas été entraînés par l'erreur Huttonienne, que M. Lyell a soutenue et développée avec tant d'esprit et de persévérance; cette théorie, disons-nous, paraît donc destinée à devenir le centre unique vers lequel convergent toutes les recherches des savans, et, *jusqu'à présent*, le fait antérieur primitif auquel nous remontons, en suivant la trace des faits, depuis les tems modernes, jusqu'aux tems éloignés où la terre présentait une

surface vierge, que ni la végétation ni la vie n'avaient encore embellie et fécondée.

La forme du globe terrestre, aplati vers les poles, renflé vers l'équateur ; la *fluidité actuelle de l'eau* qui couvre les trois quarts de la surface ; la déperdition constante de calorique, démontrée par le *refroidissement des laves et de la masse entière des Roches Vulcaniennes de tous les tems* ; les brisemens, soulèvemens, et abaissemens de l'écorce solide, à des époques diverses ; la production des fentes ; le remplissage des filons, tels sont les faits principaux sur lesquels cette théorie est fondée. L'accroissement rapide de la température à mesure que l'on descend dans l'intérieur ; le redressement des roches stratifiées ; les tremblemens de terre, inexplicables si l'on suppose le globe solide jusqu'au centre ; les éruptions volcaniques modernes ; l'existence des sources thermales, et une foule de faits concomitans, prouvent qu'encore à présent cette enveloppe solide que nous foulons d'un pas assuré, et sur laquelle nous élevons des monumens qui nous semblent défier

les ravages du tems, ne forme que la mince écorce d'un sphéroïde embrasé dont la matière bouillante mugit sous cette frêle enveloppe.

---

P. S.—Ayant eu l'occasion de communiquer une épreuve de cette première partie à Sir Roderick I. Murchison, et, subséquemment, de discuter avec lui quelques points où il lui a paru que je n'avais pas parfaitement saisi ses vues, j'ai la satisfaction de pouvoir ajouter que je suis complètement d'accord avec ce savant, sur la limite (qu'il a le premier tracée) où s'arrêtent les phénomènes de l'organisation, c'est-à-dire, les *shales* et les grès de la Scandinavie et de la Russie qui ne contiennent plus que des fucoïdes. L'opinion de Sir Roderick paraît être que ces fucoïdes offrent réellement les traces de la plus ancienne création organique qui ait existé à la surface du globe, opinion que j'ai adoptée sans réserve. Le seul point sur lequel mes opinions peuvent différer de celles de Sir Roderick, c'est la

condition originaire des couches placées entre la première croûte solide primitive et les couches fucoïdales. Sur ce point je ne puis que m'en rapporter à ma Théorie de la Stratification des Roches Cristallines, qui forme un argument entièrement nouveau, et bien plus concluant que tout ce qui a été écrit jusqu'à ce jour par Boase, Poulett Scrope, et autres géologues, sur les rapports intimes qui unissent les roches cristallines primitives à la grande masse granitique. Si cette théorie est vraie, il n'est pas douteux que les phénomènes du métamorphisme ne s'arrêtent à la base gneisseuse des formations siluriennes Scandinaves, et aux équivalents de cette base, quelle que soit leur forme, dans d'autres régions. J'ignore jusqu'à quel point mes résultats s'accorderont avec ceux du Professeur Keilhau, de Christiania, dont, à mon grand regret, il ne m'a pas été possible d'étudier les ouvrages sur les roches cristallines et de transition.

Dans les conclusions générales qui termineront la SECONDE PARTIE, j'examinerai jusqu'à quel point il peut nous être permis de remonter dans l'histoire des



faits qui ont accompagné et précédé le refroidissement de la surface du globe ; ce qui me conduira à exposer mes vues sur la théorie nébuleuse et sur la théorie atomique, et à passer en revue les recherches des philosophes anciens, et les investigations récentes dont ces théories ont été l'objet.

FIN DE LA PREMIÈRE PARTIE.



LA PHILOSOPHIE DE LA GÉOLOGIE.

LA PHILOSOPHIE

LA SÉPULTURE

LA PHILOSOPHIE DE LA GÉOLOGIE

PHILOSOPHIE

PHILOSOPHIE

PHILOSOPHIE DE LA GÉOLOGIE

LA PHILOSOPHIE  
DE  
LA GÉOLOGIE.

PAR  
A. C. G. JOBERT,

*Ancien Rédacteur du Journal de Géologie, l'un des Auteurs des Recherches  
sur les Ossements Fossiles du Puy-de-Dôme, &c., &c.*

---

“ We know all things begin from and end in His everlasting Essence, the  
Cause of causes, the Power of powers.”

SIR HUMPHRY DAVY.

---

SECONDE PARTIE.

LONDRES :

SIMPKIN, MARSHALL, AND CO., STATIONERS' HALL COURT.

PARIS :

A. ET W. GALIGNANI ET C^{IE}.

---

1847.

LA PHILOSOPHIE

J. A. GEORGE

A. C. JOHNSON

We have all things fresh and new in our great stores for  
the pleasure of the "Lovers of Power."  
See the new list.

SECOND PART

BONDIERS

London: Printed by W. CLOWES and Sons, Stamford Street.

À

SIR RODERICK IMPEY MURCHISON, F.R.S.,

Chevalier Grande-Croix-de diamant de l'Ordre de St. Stanislaus, et de la Seconde Classe de l'Ordre de Ste Anne, de S. M. l'Empereur de toutes les Russies; Membre effectif de l'Académie Impériale des Sciences de St. Pétersbourg; Vice-Président des Sociétés Géologique et Géographique de Londres; Président de l'Association Britannique pour l'Avancement des Sciences; Membre Correspondant de l'Institut Royal de France; Membre Honoraire de la Société Royale d'Edinbourg, de l'Académie Royale d'Irlande, et de diverses Sociétés Savantes Européennes et Américaines, &c. &c.

MON CHER SIR RODERICK,

LE plan de ce petit livre a été tracé il y a long-tems, mais les conclusions n'ont pu être déduites qu'après l'examen approfondi des travaux des géologues, pendant les douze années qui se sont écoulées depuis mon séjour en Angleterre. Votre ouvrage sur la Russie a complété les renseignemens qui manquaient à la science pour décider la grande question d'une base primitive générale. Avant la publication de cet ouvrage, il m'avait été impossible d'asseoir mes conclusions sur des faits positifs, quoi-

que mon opinion ait été depuis longtems fixée, à l'égard de la stratification ignée des gneiss et des micaschistes, qui forment l'étage supérieur de la base inorganique de l'enveloppe terrestre.

Ayant étudié dans la retraite, les idées que je présente aujourd'hui à l'examen du public sont le fruit consciencieux de longues méditations; en les formulant, je n'ai fait que céder à l'impulsion de mon propre jugement, dépouillé de toute considération étrangère. Ce n'est qu'après avoir relu le manuscrit, et remarqué que votre nom se trouvait souvent répété dans la plupart des chapitres, que l'idée m'est venue de vous offrir la dédicace, comme un acte de simple justice, et un tribut sincère de mon admiration et de la haute estime

Avec laquelle je suis,

Mon cher Sir Roderick,

Votre très-humble et très-obéissant Serviteur,

JOBERT.

LONDRES, le 25 janvier, 1847.



## TABLE DES MATIÈRES.

### CHAPITRE V.

Page

Ligne de base des Roches Neptuniennes—Union Intime du Gneiss et du Micaschiste avec le Granite—Réponse aux objections—Développemens de la Théorie de la Stratification Ignée des Schistes Cristallins—Importance de cette question—Faits—Résultats des travaux de Sir Roderick Murchison—Question Philosophique d'un Commencement de la Vie, résolue—Travaux de Keilhau—de Saussure—Nouveaux arguments contre les partisans du Métamorphisme—Position qu'ils sont forcés d'accepter—Généralisations hasardées—Ligne Théorique qui divise les Schistes Cristallins en deux Groupes distincts . . . . .	107
-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----

### CHAPITRE VI.

Tableau des Roches Neptuniennes—Composition Minérale des Systèmes Neptuniens—Origine des Matériaux qui entrent dans leur composition—Produits Mécaniques—Produits Chimiques—Sources Thermales considérées comme Laves—Ordre de Superposition Minéralogique—Division en petites couches, formant une Histoire complète de Météorologie Souterraine—Importance méconnue de ces divisions . . . . .	122
--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----

## CHAPITRE VII.

Page

Corps Organisés Fossiles ensevelis dans les Couches Nép- tuniennes—Animalcules Microscopiques — Créations successives—Rapports de Contemporanéité entre les Fossiles et les Couches Minérales—Nouvelle Phase de la question de l'Éternité de l'ordre établi—Spé- culations de Lamarck et de Geoffroi St.-Hilaire—Les Vestiges de la Création—Réfutation de la Doctrine des Transformations d'Espèces—Idées de Brocchi— Hypothèse de M. Lyell, sur la Destruction des An- ciennes Races et l'Apparition des Espèces Nouvelles, examinée dans ses détails et rejetée—La Création des Espèces résultat spontané d'une Volonté Suprême . . .	131
---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----

## CHAPITRE VIII.

Changemens dans le Règne Inorganique—Connexion entre les Phénomènes de la destruction des Espèces, de l'apparition des Nouvelles Races, et des bouleverse- mens que la Surface du Globe a éprouvés—Hypothèse de l'Auteur publiée en 1828—Objections de Sir Rode- rick Murchison à cette Hypothèse—Examen de ces objections—Nouveaux Développemens—Application à la condition de la Russie d'Europe—Objection prove- nant du caractère de l'Organisation dans le Système Permien—Développement et Application Pratique de l'Hypothèse par M. Elie de Beaumont—Examen de ces Développemens—Deux grands Hiatus divisant les Organisations Fossiles en trois populations distinctes— Examen des opinions de M. Pictet sur la Spécialité des Fossiles dans chaque formation—Ces opinions ont peu de consistance . . . . .	146
-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----

## CHAPITRE IX.

Page

Alluvions Anciennes—Blocs Erratiques—leur dispersion par des causes Locales, prouvée par Sir Roderick Murchison—L'Or et le Platine dans les Alluvions Anciennes—Remarques Philosophiques à ce sujet . . . . .	161
---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----

## CHAPITRE X.

CONCLUSIONS—Résumé des Chapitres précédents—Théorie Nébuleuse—Nouvelles Vues pour la Classification des Faits qui ont précédé la fusion ignée du Globe—Oxigénéation des Bases—Attractions Moléculaires Oxi-géniques—Electives—Constitution des Comètes—que les Attractions Moléculaires n'existaient pas alors que les Atômes étaient déjà rassemblés en vertu de la Loi de l'Attraction Générale—Constitution de l'Éther—La Loi des Attractions Moléculaires due à l'Intervention Spéciale du Pouvoir Créateur—Idée de Zénon, reprise par Boscovich—Idée Abstraite du Point—Idée d'Atôme—Divisibilité de la Matière—Limite Naturelle de cette Divisibilité—Atôme des Chimistes—Atôme des Philosophes—M. Faraday—Examen de la Théorie des <i>Centres de Forces</i> —M. Airy—Arrangement des Substances Minérales Terrestres expliqué dans l'Hypothèse du Développement de l'Attraction Moléculaire à une Époque Spéciale—Formation de l'Eau et de l'Atmosphère par Transsudation . . . . .	167
--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----

## CHAPITRE XI.

Résumé Général . . . . .	187
Note sur la Philosophie Atomique des Anciens . . . . .	188



# LA PHILOSOPHIE DE LA GÉOLOGIE.

---

---

## CHAPITRE V.

Ligne de base des Roches Neptuniennes—Union Intime du Gneiss et du Micaschiste avec le Granite—Réponse aux objections—Développemens de la Théorie de la Stratification Ignée des Schistes Cristallins—Importance de cette question—Faits—Résultats des travaux de Sir Roderick Murchison—Question Philosophique d'un Commencement de la Vie, résolue—Travaux de Keilhau—de Saussure—Nouveaux arguments contre les partisans du Métamorphisme—Position qu'ils sont forcés d'accepter—Généralisations hasardées—Ligne Théorique qui divise les Schistes Cristallins en deux Groupes distincts.

### § I.

LES investigations qui précèdent nous ont conduit à reconnaître une base primitive générale sur laquelle sont venues se déposer les couches fossilifères qui composent l'étage supérieur de la croûte terrestre. Que cette première base solide subsiste encore au-

jourd'hui, à son état primordial, ou que, dans certaines localités, elle ait été reprise par le feu central, et transformée en roches éruptives, granitiques, trapéennes, ou basaltiques, elle n'en forme pas moins un système pyrogénique d'une existence antérieure aux créations organiques dont les formations Neptuniennes nous présentent les nombreuses dépouilles. L'étude des détails de ces refusions et transformations de la base primitive serait, ici, hors de place ; je me contente de soumettre ces vues à l'examen des géologues et des philosophes. Elles expliquent d'une manière satisfaisante le fait singulier de la disparition accidentelle de la base solide, sur laquelle les couches fossilifères se sont incontestablement déposées, et le remplacement de cette base par des roches consolidées postérieurement, mais d'une nature chimique semblable, ou légèrement modifiée par l'introduction de quelques nouveaux élémens. C'est à l'action de ces roches *Deutopyrogéniques* sur le toit Neptunien qu'elles supportent, et sur les parois des fentes où elles se sont injectées, aussi bien qu'aux éruptions provenant directement du réservoir igné

central,* que les phénomènes du métamorphisme doivent être attribués. Ces phénomènes donc, et je ne saurais trop insister sur ce point, ne peuvent

* En opposition avec les idées admises par la majorité des géologues, M. Hopkins est arrivé, par des calculs fondés sur l'observation des phénomènes de précession, à l'opinion que le *minimum* d'épaisseur de l'enveloppe solide embrasse un quart ou un cinquième du rayon de la sphère terrestre; d'où il résulterait que cette enveloppe forme environ les quatre septièmes de la masse totale. Il suivrait de là que l'influence d'un réservoir central pourrait à peine se faire sentir à la surface. Mais M. Maclaren, tout en adoptant les résultats de M. Hopkins, dans un article du *Journal Philosophique d'Edinbourg*, avoue consciencieusement que les conclusions de M. Hopkins reposent sur une base fort étroite. "C'est," dit-il, "quelque chose d'analogue à l'estimation de la distance des étoiles, déduite de la différence d'une ou deux secondes dans leur position apparente, différence qui peut à peine se distinguer des erreurs d'observation."

N'est-il pas évident que des calculs reposant sur une donnée si incertaine ne peuvent point être opposés à des opinions fondées sur l'examen de la croûte solide elle-même? Si cette croûte a trois cents lieues d'épaisseur, comment se rendre compte du phénomène des tremblemens de terre? comment expliquer les brisemens, les fentes innombrables, produits à des époques peu anciennes, les mouvemens d'affaissement et de soulèvement de cette écorce solide, le redressement des couches et quelquefois leur renversement complet, l'accroissement constant de la température, à mesure que l'on descend

fournir un argument en faveur du système de M. Lyell, et prouvent simplement que l'état de consolidation des roches Vulcaniennes est, dans certains cas, d'une date postérieure à la déposition des couches Neptuniennes avec lesquels elles sont en contact.

## § II.

Quelque difficile qu'il puisse être, sur certaines lignes d'élévation, comme dans une partie des régions alpines, de déterminer l'âge d'une roche cristalline, et de décider si les caractères que cette roche présente sont dus à une action métamorphique, ou si elle n'appartient pas à l'ancien groupe des gneiss

dans l'intérieur, l'identité des productions volcaniques dans tous les pays, l'existence des sources thermales, &c. &c.?

Malgré, donc, la haute estime que l'on doit attacher aux travaux de M. Hopkins, ils ne sauraient nous faire oublier ceux du savant Fourier, non plus que les déductions de M. Cordier; et ne semblent pas, quant à présent, pouvoir être opposés aux déductions tirées des observations géologiques directes, ni exercer plus d'influence que les spéculations ingénieuses de M. Poisson sur la possibilité d'expliquer les phénomènes de la chaleur intérieure par les inégalités de la température des espaces célestes, au milieu desquels le globe a successivement passé.



primordiaux ; cette difficulté se réduit à une question de classification pour chaque cas particulier. La grande masse des gneiss et des micaschistes est étroitement liée aux anciens granites ; les transformations métamorphiques, bien constatées, de roches Neptuniennes en gneiss, quartz-rock, ou micaschistes, ne forment que de rares exceptions, et n'enlèvent aux roches primordiales qu'une fraction de leur somme totale. Si donc le phénomène de la stratification de la masse des gneiss et des micaschistes n'indique point le passage de ces roches aux systèmes fossilifères qui les recouvrent, elles doivent être considérées avec une portion des schistes argileux primitifs,*

* Quoique je me sois imposé la tâche de ne point surcharger cet ouvrage de détails locaux et de réduire mes citations à ce qui est absolument indispensable pour l'argumentation générale, je ne puis m'empêcher de reproduire à l'appui de mes opinions un passage du Mémoire de M. Weaver sur les relations géologiques des schistes argileux avec les granites dans l'Irlande orientale :—

“ Dans toute l'étendue de la formation des schistes argileux, je n'ai jamais aperçu sur les pentes de la chaîne granitique, à l'Est ou à l'Ouest, aucun vestige de débris organique ; je ne puis donc adopter le terme *terrain de transition*, qui a été assigné à quelques-unes de ces roches, aussi bien qu'à d'autres

comme faisant partie de la base sur laquelle les formations Neptuniennes se sont successivement accumulées.

### § III.

Je n'ignore point les objections qui pourront être faites à ces propositions. Toute idée nouvelle qui renverse des arrangemens théoriques autour desquels des savans, d'un mérite incontesté, ont groupé des faits nombreux qu'ils ont, en grande partie, observés eux-mêmes, ne peut être reçue qu'après un examen sévère. Il s'agit de savoir si cette idée s'adapte mieux que les anciennes formules à la masse des faits recueillis, et si elle ne dissipe pas des doutes dont les théories précédentes avaient enveloppé ces faits.

schistes argileux analogues dans d'autres parties de l'Irlande. . . . . Mon opinion est que ni la présence de fragments dans la composition des roches, ni les courbures et les inflexions de leurs couches, ne suffisent pour les faire classer parmi les formations de transition, et que, dans le cas présent, ces roches se lient par des gradations insensibles avec les schistes micacés et même avec la base granitique." (*Transactions de la Société Géologique de Londres*, Vol. V., p. 196.)

Appliquons ces remarques à la question soulevée dans les chapitres III. et IV. qui précèdent.

La stratification de la grande masse des schistes cristallins est-elle une *stratification ignée*, ou une *stratification aqueuse*? Ou, pour employer des expressions plus exactes (car, je le répète, l'eau étant une masse minérale en fusion ignée, il n'y a point d'opposition réelle entre les deux qualifications ignée et aqueuse), la stratification de ces roches s'est-elle opérée dans leur propre essence, alors qu'elles étaient à un état de fusion primitive? Ou, cette stratification est-elle la marque ineffacée d'une stratification dans les eaux, semblable à celle des argiles et des grès?

Telle est la question que j'ai cherché à éclaircir, et qui, d'après les propres expressions d'un savant dont le nom occupe une des premières places parmi les célébrités géologiques modernes, mérite l'examen le plus approfondi.*

* “ Avancer que le gneiss, le micaschiste, et d'autres anciennes formations cristallines sont métamorphiques, c'est purement et simplement décider par une pétition de principe

C'est, en effet, la solution de cette question qui seule peut décider, par le témoignage positif des faits, s'il nous est permis de découvrir les traces des premières organisations végétatives et animales, et de remonter par des preuves irrécusables à un commencement de la vie sur le globe.

Il n'a pas suffi que Sir Roderick Murchison ait porté l'œil du génie à travers la masse profonde des formations Siluriennes, et soit parvenu, après des années d'investigations laborieuses, à pénétrer jusqu'à la tombe où sont ensevelies les dépouilles de la plus ancienne organisation connue. Les partisans du métamorphisme général repoussent une conclusion définitive, et soutiennent que les traces d'organisation, dans les roches qui supportent les couches Siluriennes, ont été effacées par les actions métamorphiques.* Mais, si l'on considère la stratification

les questions les plus importantes de la géologie." (Professeur Sedgwick, *Trans. Géol. Soc.*, Vol. III., 2nd Series, p. 462.)

* Quelques géologues ont exprimé l'opinion que les roches cristallines auraient été formées dans les eaux et endurcies par la chaleur avant l'époque de l'apparition des êtres organisés. Mais cette hypothèse ne peut être considérée que

ignée des schistes cristallins comme un fait prouvé, les belles découvertes de Sir Roderick nous font connaître les restes de la plus ancienne création organique qui ait habité la terre ; l'hypothèse Huttonienne est dépouillée de son dernier argument, et la question philosophique d'un commencement de la vie définitivement résolue ; car à la population contemporaine des couches fucoïdales (à l'exception, peut-être, de ce que le microscope pourrait un jour révéler dans les équivalens des couches Neptuniennes à la base du système Silurien), s'arrête **NÉCESSAIREMENT** toute trace d'organisation ; les roches qui servent de base aux formations Siluriennes ne devant point leurs formes cristallines au métamorphisme, mais composant en réalité la première enveloppe solide du globe.

comme un expédient qui repose sur des suppositions gratuites, telles que la formation de couches de sables et de débris par des causes différentes de celles qui ont produit de pareilles couches dans les époques subséquentes, ou l'existence d'un système de surfaces continentales et de mers absolument dépourvues d'habitans. Cette hypothèse laisse subsister, dans toute sa force, l'objection des géologues métamorphistes. Elle n'a d'ailleurs aucun poids s'il est reconnu que la stratification du gneiss est une stratification ignée.

Les résultats des travaux du Professeur Keilhau, dont j'ai pris connaissance depuis la publication de la première partie de cet ouvrage ; les passages du granite que ce géologue signale, aux formes stratifiées, rapprochés de l'obscurité dans laquelle il avoue que l'origine de la grande masse des roches cristallines est encore enveloppée, ne peuvent que me confirmer, de plus en plus, dans mon opinion, que la théorie d'une stratification ignée des schistes cristallins offre le seul guide capable de diriger le géologue dans ce labyrinthe de difficultés, où une interprétation trop restreinte du principe général de la stratification avait enfermé la science, en l'abandonnant entièrement aux spéculations des géologues métamorphistes.

“La plus grande partie des roches cristallines,” dit le Professeur Keilhau, “ont une origine et un développement entièrement cachés. Les observations directes sur le mode de formation de ces roches sont si difficiles, qu'on n'a pas encore déterminé (que l'on me permette cette assertion) à quelle classe appartient l'agent principal qui a été en action. . . . .

La chimie seule ne peut point décider cette question, car les mêmes minéraux peuvent être produits par des procédés naturels différents. A côté du fait remarquable de la formation du felspath par la voie ignée, la chimie, elle-même, place maintenant des expériences qui prouvent la possibilité de composer le felspath par la voie humide.”

Ajoutons à cela que Saussure, dans ses ‘*Voyages*,’ publiés de 1779 à 1796, a parfaitement établi la stratification du granite dans les Alpes.*

De ses observations si multipliées cet excellent naturaliste conclut, avec raison, que le granite et les roches feuilletées (aujourd’hui les schistes cristallins) ont une origine semblable.

Si, donc, il est maintenant reconnu que le granite est une production ignée, les recherches de Saussure, aussi bien que celles du Professeur Keilhau, fournissent un argument péremptoire en faveur de la stratification ignée des schistes cristallins. Aucun

* Voyez les paragraphes 567, 569, 604, 613, 642, 643, 661, 662, 664, 676, 1682 à 1691, 1707, 1726, 1729, 1730, 1743, 1747, 1752 à 1759, 1800 à 1803, 1847 à 1863.

minéralogiste ne supposera que les bandes de schorl (tourmaline) qui marquent fréquemment les lignes de stratification dans les Alpes, puissent avoir une origine fragmentaire ; et si la stratification des granites est due à des alignemens de cristaux, pourquoi donc celle des gneiss et des micaschistes, qui alternent avec les granites, serait elle attribuée à des fragments ?

S'appuyant sur des observations partielles d'oblitération de fossiles, et d'enchevêtrement de couches Neptuniennes, dans des bandes classées parmi les roches cristallines, les philosophes de l'école Huttonienne se sont efforcés de généraliser les accidents de métamorphisme et de se saisir de ces phénomènes, comme d'un argument en faveur de la philosophie des causes actuelles, ou de l'invariabilité d'antécédence et de séquence entre la cause et l'effet. Ces généralisations ne pouvaient avoir d'autre résultat que de rejeter la philosophie dans l'ancienne doctrine d'un cercle de mouvemens matériels identiques, sans commencement et sans fin, du monde sans création, de l'univers sans créateur ; car ce serait en vain



qu'on voudrait le nier, la théorie du métamorphisme absolu conduit là.*

Il me paraît d'autant plus nécessaire de marquer aussi distinctement que possible la position que les disciples de Hutton sont forcés d'accepter, qu'une certaine classe d'écrivains Anglais, tout en rejetant

* Rien ne montre mieux combien cette théorie repose sur des notions vagues et indéterminées que la définition qu'en a faite M. Lyell lui-même dans ses *Elémens de Géologie*.

“ La théorie métamorphique affirme (sic, page 411) qu'une action existant dans l'intérieur de la terre, à une profondeur inconnue, soit thermale, soit électrique, *ou autre*, analogue à celle qui a agi près des masses intruses du granite, a, dans le cours de périodes *vastes* et indéfinies, alors peut-être que ces masses étaient soulevées du sein d'une *immense* (large) et *ardente fournaise* (1), réduit des couches (Neptuniennes) de milliers de mètres d'épaisseur à un état de semi-fusion, de sorte qu'en se refroidissant elles sont devenues cristallines, comme le gneiss. Le granite lui-même *peut bien n'avoir été* qu'un autre résultat de la même action, à un plus haut degré d'intensité, au moyen de laquelle une fusion complète a été produite; et de cette manière peut s'expliquer le passage du granite au gneiss (p. 411). . . . Le gneiss et le micaschiste *peuvent bien n'être* que de l'argile et du sable micacé altéré.”

Je ne puis m'empêcher de remarquer ici la singularité de cette *large et ardente fournaise* dans un système si opposé à la fusion ignée du globe!

ces conclusions extrêmes, n'en adoptent pas moins pour maxime, que " la géologie n'a point à s'occuper des questions qui concernent l'origine des choses," affirmation qui, de leur part, est d'autant plus présumptueuse et dogmatique, qu'elle n'a pas même le mérite de se présenter comme la déduction logique d'un système quelconque.

Qu'on ne croie pas, cependant, qu'en dévoilant le *substratum* de leur doctrine, mon but soit de prononcer l'anathème contre les travaux des géologues métamorphistes ; tout en les combattant, je me plais à rendre hommage au génie inventif qui a inspiré leurs spéculations, et personne plus que moi n'admire les ouvrages de Hutton, et en particulier ceux de M. Lyell, comme recueils de faits et de vues détachées. *Les généralisations hasardées* de ces géologues ne sont pas les seules qui soient tombées devant les conquêtes de la science et le progrès irrésistible des idées. . . . Hélas ! hélas ! Ombre de William Herschel ! qu'est devenue cette fameuse *généralisation*, que tant de têtes mathématiques, bien organisées, ont chéri durant nombre d'années ? LA

THÉORIE NÉBULEUSE ! Erreur, magnifique erreur ! *généralisation prématurée !* . . . . mais qui n'en a pas moins contribué au progrès de la science ; car elle seule ! elle seule ! a créé le télescope de Lord Rosse. Hélas ! hélas ! la science même est quelquefois aveugle ; elle marche à tâtons, et ce n'est qu'en passant par l'erreur qu'elle arrive enfin à la découverte de la vérité !

#### § IV.

D'après les remarques qui précèdent, nous considérerons la base primitive antérieure aux formations Neptuniennes, comme placée sur une ligne théorique qui divise les schistes cristallins en deux groupes distincts : le premier composé de la grande masse de ces schistes, unis au granite fondamental par le lien d'une origine commune ; le second groupe contiendra (comme exceptions) les schistes cristallins qui se lient aux formations Neptuniennes, soit par l'époque de leur apparition au milieu de ces couches, soit par leur origine fragmentaire et leur transformation métamorphique subséquente.

## CHAPITRE VI.

Tableau des Roches Neptuniennes—Composition Minérale des Systèmes Neptuniens—Origine des Matériaux qui entrent dans leur composition—Produits Mécaniques—Produits Chimiques—Sources Thermales considérées comme Laves—Ordre de Superposition Minéralogique—Division en petites couches, formant une Histoire complète de Météorologie Souterraine—Importance méconnue de ces divisions.

## § I.

SUR l'enveloppe consolidée du globe terrestre, et dans les anfractuosités des roches primordiales, nous apercevons, aujourd'hui, les groupes épars de roches déposées au sein des eaux, à des temps divers. Ces couches Neptuniennes, considérées sous le rapport de leurs caractères minéralogiques, sont classées dans le tableau suivant.


(La ligne brisée  indique, dans la seconde colonne, les dislocations générales entre les systèmes, et dans la première colonne cette ligne correspond aux destructions des populations anciennes et à leur

TABLEAU DES ROCHES NEPTUNIENNES.

Périodes. 1.	Systèmes Fossilifères. 2.	Caractères Minéralogiques Principaux.	Formations.
Période Super-crétacée. — Troisième Popula- tion.	Système des allu- vions modernes. 11.	Sables—Grès— Argiles— Calcaires.	1. Alluvions mo- dernes.
	Système des allu- vions anciennes. 10.	Blocs Erratiques— Sable—Fer Oxydé —Argiles.	1. Groupe des Blocs Erratiques. 2. Alluvions anci- ennes.
	Système Ter- tiaire. 9.	Calcaires—Grès— Argiles—Marnes —Gypses—Silex.	1. Tertiaire supé- rieure. 2. Tertiaire infé- rieure.
Période Secondaire — Seconde Popula- tion.	Système Cré- tacé. 8.	Craie—Argiles— Marnes—Silex.	1. Supérieure. 2. Inférieure.
	Système des sables verts. 7.	Grès—Argiles— Marnes—Silex.	1. Supérieurs. 2. Inférieurs.
	Système Ooli- thique. 6.	Grès—Argiles— Marnes—Calcaires —Fer Oxydé.	1. Oolithe supérieure 2. Moyenne. 3. Inférieure. 4. Lias.
	Système Trias- sique. 5.	Argiles—Marnes salifères—Silex— Grès.	1. Marnes salifères. 2. Grès rouge supé- rieure.
Période Palæo- zoïque. — Première Popula- tion.	Système Per- mien. 4.	Calcaire Magnésien —Marnes irrisés— Grès—Argile— Fer Oxydé.	1. Magnésifère. 2. Du grès rouge moyen.
	Système Houil- ler. 3.	Grès—Houille— Argiles—Fer Oxydé —Pyrites—Silex— Calcaires.	1. Houillère. 2. Calcaire carboni- fère.
	Système Dévo- nien. 2.	Calcaire—Fer Oxydé —Argiles—Silex.	1. Vieux grès rouge.
	Système Silu- rien. 1.	Grès—Argiles— Calcaires.	1. Supérieure. 2. Inférieure.
Roches Primordiales	Inorganique.	Quartz—Mica— Felspath—Amphi- bole—Hyperstène, &c.	1. Schistes primi- tifs. 2. Micaschistes. 3. Gneiss. 4. Granite.

remplacement par de nouvelles générations d'êtres organisés.)

La composition minérale des systèmes Neptuniens prouve que les matériaux qui forment leur masse ont, en grande partie, une origine fragmentaire. Ils consistent principalement en débris tassés et agglutinés, tels que les argiles et les grès. Cependant, une partie de leurs couches, les bancs calcaires, le fer et les silex, sont le produit de précipitations chimiques.

Si, d'un côté, il est indubitable que les argiles et les grès ont été, à quelques exceptions près, fournis par la désagrégation et la décomposition des roches pré-existantes ; de l'autre, les couches calcaires ont une puissance tellement hors de proportion avec la petite quantité de chaux renfermée dans les granites et roches associées, que l'on est obligé de leur attribuer une origine distincte.

En examinant, dans un bassin tertiaire environné de roches granitiques,* la proportion relative des

* Voyez mon *Mémoire sur le Fait de la Division des Terrains en un grand Nombre de Couches de différente Nature.*— 'Annales des Sciences Naturelles,' Nov., 1829, p. 225.

débris mécaniques et des précipités chimiques, on reconnaîtra, infailliblement, qu'il est impossible que les calcaires soient le résidu de la décomposition des masses environnantes, qui ont fourni les argiles et les grès, car ces masses ne contiennent qu'une proportion accidentelle de  $\frac{1}{2}$  à 1 pour cent de carbonate de chaux, tandis que le calcaire, qui, en vertu de son état de dissolution et d'extrême division, a dû s'étendre à des distances horizontales plus considérables que les argiles et les grès, compose près de la moitié de l'épaisseur totale.

L'opinion que la matière calcaire serait une production animale, formée de toutes pièces par les pouvoirs vitaux des êtres organiques, a été parfaitement bien réfutée par M. Lyell, et ne repose d'ailleurs que sur une supposition de forces, absolument inconnues dans l'ordre actuel de la nature.*

Les travertins calcaires, souvent chargés de fer oxidé, et les incrustations siliceuses, qui se forment encore de nos jours, nous indiquent, par analogie,

* Voyez C. Lyell's *Principles of Geology*, 5ème ed., Vol. III., p. 300.

l'origine probable des précipitations chimiques qui entrent dans la composition des couches Neptuniennes.

Les sources thermales, en si grand nombre dans les pays agités par des mouvemens souterrains, et qui, dès les périodes géologiques les plus anciennes, ont laissé les traces de leur passage dans les fentes de la croûte terrestre, en formant les gangues des filons* ont, suivant toutes les apparences, fourni la plus grande partie de la substance des couches chimiques aux diverses époques clysmiennes. Or, comme ces sources paraissent avoir le même point de départ que les matières pierreuses en fusion ignée, rejetées par les volcans, on peut les considérer comme de véritables laves qui, se mêlant aux eaux atmosphériques, dans les bassins où celles-ci ont balayé les débris des surfaces terrestres, vont imprimer la marque indélébile du volcanisme général, jusqu'au sein des couches Neptuniennes elles-mêmes.

## § II.

Sous le point de vue de l'ordre de superposition

* *Recherches sur les Fossiles du Puy-de-Dôme*, p. 113.



minéralogique, la division des couches Neptuniennes en périodes, systèmes, et formations, repose, en partie, sur des bases incertaines, car il est souvent difficile et même impossible de fixer la ligne où une division s'arrête et où la division qui suit commence. "Une formation se continue encore quelque tems avec celle qui lui succède, les couches se fondent imperceptiblement l'une dans l'autre, de manière qu'on ne peut pas déterminer le point de contact. . . . . Il s'établit une espèce de lutte entre les produits, leurs couches alternent, et celles qui dominant n'acquièrent la prépondérance qu'au bout d'un certain tems." Mais ces difficultés qui s'opposent à des divisions minéralogiques parfaites, entre les périodes et les systèmes, prouvent qu'il ne faut point perdre de vue la tâche que la science s'était imposée, dès son origine, de rétablir la succession des faits en réunissant les périodes, systèmes, et formations par leurs points de contact primitifs. Toutes les époques paraissent pouvoir se lier entr'elles, et c'est un résultat fort important des travaux du Professeur Sedgwick, et plus particulièrement de ceux de Sir

Roderick Murchison, que, malgré les morcellemens et bouleversemens des formations, des systèmes, et des périodes, il ne sera point impossible de renouer un jour les anneaux de cette chaîne, si souvent brisée, et de reconstruire, par l'observation directe, une série chronologique complète des couches Neptuniennes, au moyen de coupes prises sur des points où ces couches ont conservé leur parallélisme et leurs relations normales originaires.

### § III.

Le seul caractère de division minéralogique, parfaitement clair et distinct, qui appartienne à toutes les formations Neptuniennes, est donc celui de la stratification, en elle-même, c'est à dire, de la séparation en petites couches, ou bandes parallèles, dont l'épaisseur s'élève rarement à quelques pieds, et descend souvent à une fraction de millimètre. Ces couches ont été, jusqu'à présent, peu examinées dans leurs détails, quoique leur étude puisse conduire à des déductions qui ne laissent pas d'avoir de l'importance.

En effet, ces bandes distinctes, ou couches diverses, envisagées dans leurs divisions les plus minimes, forment une histoire météorologique fossile, dont les feuillets reproduisent, avec une sorte d'exactitude photographique, les actions exercées sur les surfaces terrestres par les pluies, les saisons, les orages, les marées, les courants, et autres agens destructeurs, depuis l'époque où le globe a commencé à être arrosé par des eaux tombant de l'atmosphère et rassemblées dans les lacs ou les mers. Des accidens concomitans, tels que les soulèvements du sol et les remaniemens que les eaux ont produits dans les dépôts Neptuniens pendant leur déposition respective, ont, en grande partie, jeté la confusion parmi les couches ; mais il ne faut pas oublier que les remarques qui terminent le paragraphe précédent prouvent que, sur des points choisis, le phénomène de la division en petites couches forme un registre complet de météorologie souterraine, une espèce d'instrument qui, appliqué avec discernement à la mesure des tems géologiques, doit avoir une valeur d'application qui, jusqu'à présent, a été presque entièrement

méconnue.* L'étude de ces petites divisions est un des *avenirs* de la science.

* Pour plus de détails voir mon *Mémoire précité sur la Division des Terrains*,—'Annales des Sciences Naturelles,' 1829, et 'Les Annales des Sciences d'Observation,' 2d vol., p. 302. Consulter aussi *Le Guide du Géologue Voyageur*, par Ami Boué, tome 1er, p. 369 à 371; et *Le Bulletin de la Société Géologique de France*, tome 1er, p. 119.

---

## CHAPITRE VII.

Corps Organisés Fossiles ensevelis dans les Couches Neptuniennes—Animalcules Microscopiques—Créations Successives—Rapports de Contemporanéité entre les Fossiles et les Couches Minérales—Nouvelle Phase de la question de l'Éternité de l'ordre établi—Spéculations de Lamarck et de Geoffroi St.-Hilaire—Les Vestiges de la Création—Réfutation de la Doctrine des Transformations d'Espèces—Idées de Brocchi—Hypothèse de M. Lyell, sur la Destruction des Anciennes Races et l'Apparition des Espèces Nouvelles, examinée dans ses détails et rejetée—La Création des Espèces résultat spontané d'une Volonté Suprême.

## § I.

CES couches Neptuniennes, qui reposent sur la première enveloppe solide du globe, forment comme un immense et majestueux sépulcre, où sont renfermés les débris de générations d'êtres organiques que les travaux du mineur et le marteau du géologue arrachent à leur gisement ténébreux ; et dont le patient génie de la science moderne rétablit les genres et les espèces, en les classant dans ses systèmes, souvent à

l'aide d'un seul fragment, ou d'une simple empreinte qui a échappé, par hasard, au pouvoir rongeur du tems.

Nous ne saurions considérer sans admiration, dans leur variété d'espèces et la singularité de leur formes, ces êtres organisés de toutes les classes dont la géologie nous révèle l'existence passée. Mais de quel étonnement notre imagination n'est-elle pas saisie lorsque nous contemplons la fécondité du principe organique, se manifestant par la production des existences individuelles dans l'infiniment petit ! Les travaux d'Ehrenberg ont récemment constaté la présence d'animalcules microscopiques fossiles au nombre de vingt-trois millions et de mille millions d'individus dans l'espace d'une ligne cube de pierre ou de fer siliceux ! Des couches épaisses presque entièrement composées des carapaces de ces animaux infusoires couvrent des espaces considérables dans le nouveau comme dans l'ancien continent, et d'après les dernières investigations du savant zoologiste que nous venons de citer, on les trouve en nombre prodigieux dans les laves en décomposition

et jusque dans le tissu des scories et des pierres ponce !

### § II.

Les êtres organisés, dont les bandes pierreuses nous ont conservé les précieuses dépouilles, n'ont point manifesté leur présence à la même époque géologique ; et, suivant toutes les apparences, des intervalles de tems considérables se sont écoulés entre la création des premiers habitans du globe, et l'apparition des espèces qui composent la population actuelle.

Or, des observations innombrables, recueillies sur tous les points où l'œil du géologue a pu pénétrer, ont fait établir, comme une vérité acquise, qu'il existe entre l'apparition des espèces organiques et l'ordre de superposition des couches, un tel rapport de contemporanéité, que les débris des espèces fossiles sont le meilleur *criterium* de l'âge des couches.

### § III.

Ici se reproduit dans une autre phase la question de l'éternité de l'ordre établi.

Ceux qui refusent de reconnaître l'existence du

globe terrestre, comme matière inorganique, antérieurement aux créations organiques, ou qui, en d'autres termes, défendent la doctrine de l'éternité des causes actuelles, avaient besoin, pour expliquer l'extinction des anciennes espèces et la création des nouvelles races, d'une hypothèse, en harmonie avec le principe Huttonien, d'une succession d'événements sans commencement ni fin.

Quelques-uns de ces philosophes, s'appuyant sur les spéculations de Lamarck, supportées par les vues de Geoffroi St.-Hilaire, et récemment reproduites par l'auteur anonyme des '*Vestiges de la Création,*' ont donc supposé, dans la matière, l'existence d'une force inhérente, tendant à produire un type général, soit : un simple globule, au sein duquel se développe un autre globule, revêtu, comme le premier, de la propriété d'engendrer un nouveau globule, sans qu'on puisse assigner un terme à cette progression. Ainsi, se seraient formés, d'abord, des animaux d'une structure simple, dont les organes se modifiant, pour s'adapter aux conditions d'existence où ils se trouvaient placés, auraient, par une suite de transforma-



tions lentes, revêtu des formes de plus en plus compliquées, et atteint, par la suite des tems, les organisations les plus élevées.

Mais, la supposition de la formation d'un globule élémentaire, quelque simple que ce globule puisse être, ne saurait dispenser de l'intervention d'un principe prévoyant (*designing*) qui aurait revêtu ce même globule de tous les attributs nécessaires à son développement, dans les organisations supérieures, y compris les phénomènes de l'intelligence, avec ses individualités les plus sublimes; et il y a loin de l'admission d'un pareil principe à la supposition d'une force électrique aveugle, capable de produire une vésicule à noyau au milieu d'une substance *antérieurement organisée*, telle que l'albumine! ainsi que le propose l'auteur des '*Vestiges*.' Il n'y a pas la moindre raison pour penser que le principe qui aurait eu le pouvoir de placer dans une vésicule élémentaire toutes les conditions nécessaires à sa transformation future, n'ait pu créer, d'un seul mouvement, l'être complet lui-même, dans son organisation parfaite.

A l'égard de la transmutation des espèces par génération, il suffit de remarquer qu'il n'y a pas, dans la nature vivante, un seul exemple constaté d'une transition permanente d'une espèce à une autre espèce ; et que dans l'immense collection des débris qui composent l'histoire naturelle des animaux fossiles, il n'existe pas un seul fragment que l'on puisse invoquer en faveur de la réalité d'un passage d'une espèce à l'autre.

M. Lyell combat les idées de Lamarck avec un talent remarquable, et les nombreuses pages de son livre consacrées à cette intéressante discussion forment une des parties les plus brillantes de ses '*Principes de Géologie,*' auxquels je ne puis que renvoyer le lecteur.

En se résumant ce naturaliste établit :

“ Que chaque espèce possède la faculté de pouvoir s'accommoder jusqu'à un certain point à des changemens dans les circonstances extérieures, et que cette faculté varie suivant les espèces.”

Mais que “ les espèces ont, dans la nature, une existence réelle ; et que chacune d'elles a reçu, à

l'époque de sa création, les attributs et l'organisation qui la distinguent actuellement."

Cependant, pour expliquer la disparition des espèces, M. Lyell, après avoir rejeté l'idée de Brocchi, "que la mort d'une espèce dépendrait de certaines particularités de constitution, de même que la mort des individus," invoque, comme cause de destruction, l'accroissement de la population humaine, ou de quelques espèces d'animaux inférieurs ; et particulièrement, l'annihilation des conditions d'existence des espèces dans leurs diverses stations.

"J'entends par stations," dit-il, "l'ensemble des circonstances organiques ou inorganiques qui permettent à une plante ou à un animal d'exister dans un lieu donné ; de manière que si l'on peut démontrer que les stations peuvent être essentiellement modifiées par l'influence de causes connues, il s'en suivra que les espèces, aussi bien que les individus, sont sujettes à périr."

Après avoir recherché les diverses causes organiques de changemens, M. Lyell arrive à la conclusion "que les causes organiques par l'influence desquelles

les espèces *peuvent être exterminés*, doivent, à travers des miriades de siècles futurs, opérer un changement complet dans l'état de la création organique." D'où il déduit "que l'esprit doit être préparé, par la contemplation de pareilles révolutions, à chercher les marques de révolutions analogues dans les monumens du passé;" et enfin, que ces changemens fournissent une preuve (*evidence*) en faveur de l'uniformité du système, à moins qu'on ne puisse employer la qualification d'uniformité pour caractériser un principe de variations sans fin." (chap. ix. p. 119.)

Dans le Chapitre X. M. Lyell passe en revue l'influence des causes inorganiques. "Chaque changement dans la géographie physique tend," dit-il, "à la destruction des espèces;" et il arrive ainsi, au commencement du chapitre xi., à la conclusion générale "que les espèces existant dans telle période doivent, durant le cours des siècles, s'éteindre l'une après l'autre, en vertu de causes analogues aux causes actuelles;" et "que leur extinction successive fait partie du cours constant et régulier de la nature."

Après avoir ainsi disposé de l'argument relatif à

l'extinction des espèces, de manière à laisser subsister, dans son intégralité, la doctrine de l'invariabilité de l'ordre établi, M. Lyell s'occupe des moyens de reconstruction, ou de l'introduction de nouvelles espèces.

“ Serait-il possible, ” demande-t-il, “ que de nouvelles espèces fissent leur apparition de tems en tems, et que, cependant, ce phénomène si étonnant échappât aux observations des naturalistes ? . . . . On répondra, peut-être, que dans le cours des deux ou trois derniers siècles, on aurait pu observer un arbre forestier ou un nouveau quadrupède faire subitement son apparition dans les parties de la France ou de l'Angleterre qui ont été soumises aux investigations les plus complètes. ”

Mais il réfute cette objection par la considération que “ sa valeur dépend entièrement de la proportion numérique des changemens dans le règne organique. ” Il remarque que “ sans compter les êtres microscopiques, il y a entre deux ou trois millions d'espèces qui habitent en ce moment le globe terrestre ; de sorte que si une seule de ces espèces disparaissait chaque

année, et qu'une nouvelle espèce reçut l'existence, il faudrait plus d'un million d'années pour amener une révolution complète dans la vie organique." Et comme les mammifères ne forment pas la millième partie du règne animal, "si une des espèces du règne animal périssait tous les quarante ans, il ne disparaîtrait probablement qu'un mammifère tous les quarante mille ans, dans une contrée aussi étendue que l'Europe." . . . "D'où il est facile de voir que dans des régions limitées, comme la France et l'Angleterre, il faudrait beaucoup plus de tems pour qu'on pût remarquer la première apparence d'un des plus gros animaux ou d'une des plantes les plus élevées." (p. 151, chap. xi. 5ème édition.)

Dans les conclusions du Chapitre XVI. on voit encore revenir l'idée de l'éternité de l'ordre établi, même à l'égard de l'espèce humaine; car, tout en admettant l'origine récente de l'homme, fondée sur l'argument de Berkeley (l'absence de fossiles humains et d'objet d'art dans les couches fossilifères), il termine en ces termes: "aucun des ouvrages d'un être mortel ne peut être éternel. . . . alors

même qu'ils ont été renfermés dans des couches pierreuses, ils doivent à la fin périr, car chaque année quelque partie de la croûte terrestre est brisée par les tremblemens de terre, ou fondue par les feux volcaniques, ou réduite en limon par les eaux qui coulent à la surface : le fleuve du Léthé, comme le remarque Bacon, coule sous l'épaisseur du sol aussi bien qu'à la surface." Ici, M. Lyell fait évidemment allusion aux actions métamorphiques, qui, dans sa théorie des causes actuelles, doivent effacer même les empreintes de fossiles humains. Cette conclusion *ésotérique* paraît en contradiction avec ce qui précède, mais elle est parfaitement d'accord avec le système Huttonien.

Les conséquences philosophiques que l'on peut déduire des opinions de M. Lyell sur la disparition des anciennes races et l'introduction de nouvelles espèces, sont que ces changemens dépendent de causes analogues aux opérations actuelles de la nature. Il donne, il est vrai, des raisons plausibles pour l'extinction de quelques espèces ; mais, quel est le principe qui préside à l'apparition des nou-

velles? Il semble considérer ce principe comme une loi appartenant à l'ordre établi, mais dont l'action se manifeste à des distances si éloignées qu'il ne nous est point donné de l'observer dans le court instant de notre existence. Tout ce qu'il nous apprend sur la cause de leur création successive, c'est que, "de même que leur extinction graduelle, elle fait partie de l'économie régulière de la nature."

De nouvelles espèces d'arbres, ou de mammifères, d'insectes ou de poissons, apparaissent de tems en tems sur la terre, à la manière des champignons, distribués çà et là, sans qu'on puisse tracer l'origine du germe, ni qu'il soit nécessaire de considérer ce fait extraordinaire, comme un acte distinct des phénomènes qui constituent l'ordre régulier de la nature!

Le système eût été plus rationnel, si M. Lyell, modifiant les idées de Brocchi, avait supposé une limite naturelle à l'existence de l'espèce, et, en même tems, un principe organique inhérent, qui lui aurait fait donner naissance, au moment de sa destruction, à une espèce supérieure, par un procédé semblable



à celui de la métamorphose des insectes, de l'état de larve à celui de mouche ou de papillon. Il aurait pu considérer, par exemple, les trilobites comme les larves destinées à produire, au moment de leur extinction *comme espèces*, les nouvelles familles, les nouveaux genres qui leur succèdent. Les espèces de poissons du vieux grès rouge auraient été les *tétards* des espèces qui les ont suivies ; il aurait même pu avancer que la nature a employé, pour la production de nouvelles classes, des moyens différens de ceux qui nous sont connus ; ainsi des aggregations de trilobites auraient engendré les reptiles sauriens qui, dans les systèmes Permien et Triassique, succèdent à ces crustacés qu'on voit disparaître dans ce dernier système. Mais, quoique les vues de M. Lyell, ainsi modifiées, eussent pu paraître plus intelligibles, ces suppositions n'eussent rien ajouté à la probabilité de l'hypothèse en elle-même.

Il est aisé de voir que cette hypothèse présuppose que l'organisation et la vie ont existé de toute éternité sur la terre. Si, comme le propose M. Lyell, on admet une sorte de loi naturelle en vertu de laquelle

une espèce nouvelle vient remplacer une espèce qui s'éteint, on se trouve placé dans l'alternative d'admettre, ou bien qu'un nombre d'espèces, égal au nombre des espèces actuelles, a existé de toute éternité ; ou, qu'il y a eu une création primitive générale. Autrement *la terre n'eût jamais été habitée que par une seule espèce* ; or, puisque M. Lyell a laissé entièrement de côté la question d'une création primitive générale, il faut qu'il ait adopté pour point de départ, l'éternité d'un état semblable à l'ordre actuel.

En résumé, la doctrine de la destruction des espèces une à une, et d'une création correspondante, tombe devant le fait général, si bien établi, de l'apparition simultanée de nombreuses espèces, dans les mêmes couches, et de la disparition soudaine d'autres espèces à des époques géologiques contemporaines ou comparativement très rapprochées. Si M. Lyell prétendait que son système ne s'oppose point à la croyance en une création primitive originaire, cette prétention serait fatale à la doctrine des causes actuelles, et équivaldrait à l'abandon de la philosophie Huttonienne *in toto*.

## § III.

La seule conclusion à laquelle puisse nous conduire le fait de la succession des classes et des espèces fossiles, enfermées dans les couches solides du globe, est donc que la création des êtres organiques a été le résultat spontané de l'intervention d'une volonté suprême. Toutes ces créatures ont, dans leurs formes et leurs habitudes, des points communs, parce que toutes sont le résultat d'une même pensée divine ; mais elles ont aussi des caractères distincts, non seulement parce que l'intelligence, qui a présidé à leur création, a ajusté leur figure et leurs attributs aux circonstances des tems et des lieux où elles devaient trouver leur conditions d'existence, mais encore parce que leur Auteur a voulu manifester sa puissance par la multiplicité des types, dont nous ne saurions qu'admirer la variété, dans les assemblages harmoniques qu'il lui a plu de distribuer au milieu de chaque période.

## CHAPITRE VIII.

Changemens dans le Règne Inorganique—Connexion entre les Phénomènes de la destruction des Espèces, de l'apparition des Nouvelles Races, et des bouleversemens que la Surface du Globe a éprouvés—Hypothèse de l'Auteur publiée en 1828—Objections de Sir Roderick Murchison à cette Hypothèse—Examen de ces objections—Nouveaux développemens—Application à la condition de la Russie d'Europe—Objection provenant du caractère de l'Organisation dans le Système Permien—Développement et Application Pratique de l'Hypothèse par M. Elie de Beaumont—Examen de ces développemens—Deux grands Hiatus divisant les Organisations Fossiles en trois populations distinctes—Examen des opinions de M. Pictet sur la Spécialité des Fossiles dans chaque formation—Ces opinions ont peu de consistance.

## § I.

QUELLES sont les circonstances particulières de tems et de lieu qui ont accompagné l'apparition et l'extinction des espèces organiques ?

Telle est aujourd'hui la question que doivent soulever les spéculations des géologues qui repoussent la philosophie de l'éternité de l'ordre établi.

A cette question vient se rattacher celle des changemens survenus depuis l'époque de l'apparition de l'organisme jusqu'aux tems actuels, car l'existence des espèces ne peut qu'être en rapport avec la condition des surfaces et la composition des liquides et des fluides ambiants.

L'influence directe de la chaleur, les modifications introduites dans la composition de l'atmosphère, qui en ont été la conséquence ; l'invasion des dissolutions de la matière minérale employée à former la charpente solide des êtres organisés, et qui doivent avoir, en même tems, fourni à l'atmosphère un excès d'acide carbonique destiné à la nourriture des plantes, montrent que les phases successives du refroidissement du globe ont une liaison nécessaire avec les conditions d'existence des populations qui, à des tems divers, ont habité la surface.

## § II.

Mais il est un ordre de phénomènes dont on ne peut négliger de tenir compte dans l'appréciation des rapports des actions centrales avec l'extinction des

espèces, au milieu des couches terrestres, et leur remplacement par des créations nouvelles.

Si, d'un côté, nous voyons des générations entières disparaître tout à coup, pour céder la place à des populations différentes; de l'autre, nous apercevons les périodes géologiques séparées, dans certaines contrées, par des événemens qui ont déchiré les surfaces, soit en les sillonnant par de profondes ravines, soit en bouleversant les couches, au moyen de commotions souterraines d'une violence qui paraît inconnue dans les annales de l'époque actuelle.

Or, l'observation de ces phénomènes et de leur connexion possible m'avait, dès l'année 1828, inspiré l'idée d'une hypothèse dans laquelle je m'efforçais d'établir des points de concomitance entre le refroidissement graduel du globe, la formation des fentes et filons, l'apparition des montagnes et des bassins, le redressement des couches—enfin, la destruction des anciennes races et la création de nouvelles espèces à des époques correspondantes.*

* Voyez *Recherches sur les Ossemens Fossiles du Puy-de-Dôme*, par l'Abbé Croizet et Jobert aîné. 1 vol. 4to. Paris,

## § III.

C'est à cette hypothèse que Sir Roderick Murchison fait allusion dans les conclusions de son ouvrage sur la Russie, dont je reproduis le passage suivant :—

“ La doctrine théorique, établie sur l'examen d'une petite partie du globe, qui ferait supposer que l'extinction des groupes des êtres organiques anciens a été subordonnée à des éruptions correspondantes, qui ont déchiré la croûte terrestre à des périodes données et démembré les anciens bassins des mers, en détruisant tous ses habitans, doit donc fléchir (*must bend*) en présence de preuves si nombreuses. Nous voyons, de toute évidence, que sur des espaces aussi étendus que des royaumes Européens, les sédiments d'une période palæozoïque se sont accumulés autour des débris d'une population particulière, à laquelle a succédé tranquillement une autre grande formation, où des groupes de créatures différentes

1828—pages 115, 117, 122, &c. Je crois devoir, maintenant, prendre sur moi seul la responsabilité de cette hypothèse que je m'étais réservé de développer, ainsi qu'on peut le voir page 108 des *Recherches*.

ont reçu l'existence, sans aucune révolution soudaine, ou même une fracture de ces parties de la croûte de notre planète."*

Qu'il me soit permis de remarquer ici, que je n'attache à mon hypothèse d'autre importance que celle qu'elle peut mériter comme une tentative de rapprocher des faits qui semblent avoir des rapports de concomitance, et d'avouer, sincèrement, que c'est une satisfaction pour moi de voir que ces idées, publiées pour la première fois en 1828, forment le cadre dans lequel un grand nombre de géologues arrangent, encore aujourd'hui, leurs arguments. Cependant, je suis prêt à les abandonner, s'il est reconnu qu'elles sont devenues insuffisantes : la supposition qu'elles peuvent avoir contribué à l'avancement de la science, sera toujours pour moi une source de consolation, quand l'hypothèse aura été absorbée par une conception plus en rapport avec les faits.

Néanmoins, c'est tout au plus si le moment est arrivé de répudier entièrement cette hypothèse, car,

* Russia, p. 584.



toute imparfaite qu'elle soit, on ne voit pas bien distinctement ce qu'on pourrait mettre à la place.

Lorsque, faisant abstraction du fait de la réfrigération du globe, qui a si probablement agi comme cause, on considère simplement ces trois grandes généralités acquises à la science, savoir—

1^{ment.} La destruction des anciennes espèces ;

2^{ment.} La création de nouveaux types organiques ;

3^{ment.} Les grands bouleversemens que la croûte terrestre a subis, à sa surface et dans son épaisseur—

on se demande, naturellement, s'il n'y a point, entre ces généralités, quelque rapport intime de contact ou de dépendance. Lorsqu'on se représente ces grands mouvemens qui paraissent avoir soulevé les Pyrénées et les Apennins, à la fin de l'époque représentée par le système crétacé, et qu'on voit la totalité des espèces disparaître, englouties dans ce système, pour céder la place à une population toute neuve, il n'est pas possible de se défendre de l'idée que le bouleversement qui se place entre les deux faits, d'une destruction organique générale et d'une

création subséquente, a une connexion avec ces mêmes faits, et a produit les modifications de conditions d'existence qui ont anéanti les anciennes races, et appelé l'intervention nouvelle de la puissance organisatrice.

Il faut remarquer, qu'alors même que la croûte solide du globe eût été brisée, dans son entier, à la fin de l'époque crayeuse, ce ne serait point seulement au fait matériel du brisement que l'hypothèse tendrait à faire attribuer la destruction des races contemporaines, mais *au changement dans les conditions d'existence produites par le brisement*. Et, l'idée que ce brisement a évoqué les pouvoirs créateurs qui ont produit la population suivante, semble s'imposer par force à l'imagination.

Une révolution générale, ou seulement partielle, tout en modifiant les conditions de la vie organique, doit avoir laissé subsister, dans leur horizontalité, la plus grande partie des couches du globe; et Sir Roderick Murchison reconnaît "de vastes mouvements d'élévation et de dépression auxquels toute la Russie a été soumise," sans que l'horizontalité primitive ait été altérée.

On pourrait comparer le brisement général de l'écorce terrestre à la débacle d'un lac couvert de glace et sans écoulement. Les glaçons reposant à la surface d'un pareil lac éprouveront peu de dérangement ; et si le froid vient bientôt réunir les fragments, la plupart conserveront l'horizontalité qui leur appartenait primitivement. Toute la Russie d'Europe, placée dans le triangle qu'on peut tracer du Danemarck à la mer Caspienne, de celle-ci à l'extrémité nord de l'Oural, et, de ce point, au Danemarck, forme un glaçon qui, tout immense qu'il est, ne représente qu'une fraction de la surface du globe. Les roches d'éruption qui ont relevé et souvent métamorphosé les chaînes de la Scandinavie, du Caucase, des Carpathes, et de l'Oural, paraissent marquer les lignes de soudure de cet énorme fragment.

#### § IV.

Mais, a dit le savant auteur de l'article sur *les 'Vestiges'* dans la Revue d'Edinbourg, en parlant du système Triassique,—

“Ce n'est point exagérer que de dire que la nature avait détruit tous ses anciens modèles et commencé une nouvelle œuvre, sur un plan différent ; et, cependant, il n'y a point de ligne brisée, point d'interruption dans la succession régulière des dépôts : nous acceptons ces faits naturels, tels que nous les trouvons. Les conditions physiques du globe étant changées, la sagesse créatrice a appelé à l'existence des structures organiques en unisson avec ces changemens.”

Il faut, cependant, remarquer qu'une convulsion puissante a trouvé place entre le système Houiller et le système Permien, et quoique cette convulsion ne paraisse point avoir détruit les types du système carbonifère, circonstance qui peut faire considérer le système Permien comme formant l'étage supérieur de la série palæozoïque ; il se peut que les conditions de l'organisme n'aient été modifiées que lentement et par degré, après le bouleversement des couches antérieures à ce système, jusqu'au moment où ces conditions ont été tellement transformées que toutes les anciennes races se sont éteintes, et qu'alors a

commencé l'ère Triassique, si graphiquement décrite par l'habile écrivain de la revue précitée.

Au surplus, et quoique plusieurs géologues de renom, parmi lesquels M. Agassiz, en opposition avec Sir Roderick Murchison, persistent à séparer le système Permien de la période palæozoïque, pour le placer dans la période secondaire, je ne saurais me dissimuler que la difficulté est réelle, bien qu'elle ne me paraisse pas assez décisive pour faire rejeter l'hypothèse d'un rapport de concomitance entre les grands brisemens de la croûte solide, la destruction des anciennes races, et la création des nouvelles populations terrestres ; alors, surtout qu'il ne se présente aucune autre idée que l'on puisse mettre à la place de cette généralisation, pour unir ces trois grands faits géologiques sous un seul point de vue.

Poursuivant cette hypothèse, dont j'avais tracé la première esquisse en 1828, d'une coïncidence entre la réfrigération du globe, les soulèvemens des montagnes et les changemens dans les types organiques, M. Elie de Beaumont s'est occupé, en 1829, à la développer par des applications pratiques, et lui a

imprimé un caractère spécial, en divisant les formations en douze systèmes de soulèvements, correspondant, chacun, à une division fossilifère ; il a, même, ajouté à mon hypothèse primitive, la vue ingénieuse que toutes les chaînes de montagnes de la même époque se trouvent situées sur des lignes parallèles, quelque soit la localité qu'elles occupent sur la terre ; et, si cette vue additionnelle est combattue par beaucoup de géologues, elle n'en a pas moins fait reconnaître, ainsi que le remarque Sir Roderick Murchison et ses savans associés, que, quoique diverses époques de soulèvements aient eu lieu successivement sur la même ligne, les directions imprimées par les premiers soulèvements sont souvent placées sur des lignes distinctes—exemple, les montagnes de la Scandinavie, l'Oural, et le Caucase.

Les applications de M. de Beaumont, et celles entreprises par les géologues qui ont adopté ses vues, ont puissamment contribué à l'établissement des systèmes et de leurs subdivisions en formations et sub-formations.

La supposition d'une coïncidence entre les douze

systemes de soulèvement de M. de Beaumont et douze époques de dépôts sédimentaires et de modifications organiques qui leur correspondent, semble pouvoir être admise dans certains limites. Cependant, il ne faut pas perdre de vue qu'il n'y a, à proprement parler, que deux grands *hiatus* qui séparent en trois populations* les fossiles contenus dans la masse entière des formations Neptuniennes. Savoir :— l'hiatus qui isole les populations palæozoïques, comprises entre la base du système Silurien et le système Permien inclusivement, et l'hiatus entre la période tertiaire et la craie.

Quoique chaque système se distingue par des espèces propres, d'autres espèces paraissent se continuer avec les nouvelles, de sorte que pour admettre une destruction et un renouvellement complet entre chaque système, il faudrait supposer que des espèces dont les débris sont absolument semblables à ceux

* Je ne tiens pas compte ici des animaux infusoires, parce qu'il est trop difficile de déterminer les espèces. Je néglige aussi les deux espèces de coquilles qu'on suppose appartenir en même tems aux terrains tertiaires et à la craie.

des espèces qui ont précédé, ont été créées à nouveau, en même tems que les types qui se montrent pour la première fois, et adopter, ainsi, la croyance singulière qui nous est transmise dans les vers du poète Latin, lorsqu'il décrit les temps qui ont suivi le déluge de Deucalion :—

“ Tellus . . . . .

Edidit innumeras species : partimque figuras

Retulit antiquas : partim nova monstra creavit.”

*Ov. Met., Lib. I.*

#### § VI.

L'absence de certaines espèces dans des couches inférieures, et leur disparition dans des couches supérieures, ne prouve pas que ces espèces n'ont existé que pendant l'époque moyenne d'un système ; car, la cause de cette absence peut dépendre de l'émigration des espèces, de leur peu de développement en nombre, et des fluctuations dans les conditions d'existence sur un même point. Il y a des exemples nombreux de la disparition, dans certaines couches moyennes, d'espèces que l'on rencontre dans les couches inférieures et supérieures du même système.



Nous pouvons juger par les découvertes qui ont eu lieu dans ces derniers tems, au milieu de l'époque géologique représentée par la période supercrétacée, qu'il serait téméraire de déduire des conclusions définitives du fait de l'absence de certaines genres ou de certaines espèces, d'une formation ou d'un système à l'autre. Sans doute un grand nombre d'espèces ont fait leur apparition, et d'autres ont disparu, à certains étages des périodes, et même des systèmes; mais, il ne s'ensuit nullement que l'époque de leur naissance et celle de leur extinction coïncide avec le lieu de nos observations. Jusque dans ces derniers tems les géologues avaient marqué l'époque de l'apparition des quadrumanes, au-dessus de la ligne théorique qui sépare les alluvions modernes des alluvions anciennes. Mais des découvertes postérieures ont prouvé qu'on trouve des débris de quadrumanes, qu'on n'a point encore bien distingués des espèces connues, jusque dans l'étage inférieur du système tertiaire.

Cependant, adoptant les divisions de M. de Beaumont et des géologues qui ont suivis ses idées, un

palæontologiste distingué, M. Pictet, professeur d'anatomie comparée à Genève, a, dernièrement, émis l'opinion que chaque formation ne renferme que des espèces propres, et que les animaux d'une époque géologique correspondant à cette formation n'ont vécu ni avant ni après cette époque. Il s'appuie, en grande partie, sur la considération que les débris fossiles qu'il nous est permis d'examiner, tels que les coquilles et les ossemens, peuvent avoir appartenu à des espèces dont les différences existaient dans les parties molles, qui n'ont point été conservées.

L'opinion de M. Pictet, quoiqu'elle soit, jusqu'à un certain point, partagée par M. Agassiz, paraît trop hasardée, aucun argument décisif n'ayant été produit en sa faveur : elle fait violence aux faits, si nombreux, du passage, d'une formation et même d'un système à l'autre, d'espèces dont l'identité ne saurait être contestée sur l'autorité d'une simple assumption ou sur une allégation sans preuve.

## CHAPITRE IX.

Alluvions Anciennes—Blocs Erratiques—leur dispersion par des causes Locales, prouvée par Sir Roderick Murchison—L'Or et le Platine dans les Alluvions Anciennes—Remarques Philosophiques à ce sujet.

## § I.

LE dernier événement géologique qui a précédé l'époque de repos et de succession régulière qui comprend l'ère historique toute entière, est celui qui a occasionné la dispersion des blocs erratiques, au milieu des alluvions anciennes. Ces blocs erratiques et les alluvions qui les accompagnent avaient été long-tems considérés comme le résultat d'une grande catastrophe diluvienne qui aurait détruit la population contemporaine du mamouth et du grand mastodonte. Dès 1828, mon collaborateur (M. l'Abbé Croizet) et moi, nous avons, dans nos *Recherches sur les Fossiles du Puy-de-Dôme*, contribué, de notre mieux, à faire disparaître de la nomenclature Française la théorie du *Diluvium*, et MM. Lyell et

Murchison ont, dans le cours de l'année suivante, publié un mémoire qui a fait justice de cette erreur, parmi leurs compatriotes. Il restait à éclaircir une question importante, fort difficile, qui, encore aujourd'hui, excite une vive controverse entre les géologues. Cette question est celle des blocs erratiques, c'est-à-dire, de ces fragmens énormes de roches, pour la plupart granitiques ou cristallines, qui se trouvent répandus sur divers points superficiels et occupent une place importante dans la série des alluvions anciennes.

Sir Roderick Murchison a établi que les dépôts alluviens et les blocs erratiques qui couvrent un espace de 2000 milles, bordé par la ligne qui s'étend de l'Océan Germanique jusqu'à la Mer Blanche, et s'avancent de 400 à 800 milles dans l'intérieur des terres, proviennent des montagnes de la Scandinavie, et que tous ces matériaux ont été transportés dans le lit d'une ancienne mer, par des mouvemens aqueux, résultat de puissantes *vagues de translation*, et de courants "occasionnés par des changemens relatifs, souvent paroxismaux, entre le niveau

de la mer et la surface du sol,"* circonstance que la présence de coquilles marines semble prouver d'une manière irrésistible.

Quoique les géologues puissent différer sur des détails, suivant les localités que chacun a particulièrement examinés, et sans entrer dans l'examen des circonstances accessoires, telles que le charriage des blocs sur des surfaces gélées, leur descente sur les pentes des montagnes, avec les glaciers, et leur flottage sur des glaçons, je me contenterai de remarquer que Sir Roderick a démontré que la dispersion de ces blocs est due, comme celle des alluvions anciennes, à des causes locales, qui ne se rattachent point à un cataclysme général, mais à de grands déplacemens partiels des eaux. Si, comme le pense M. de Beaumont, de pareils mouvemens du sol et des eaux ont eu lieu dans les tems placés sur la lisière de l'histoire écrite, les traditions des divers déluges n'ont peut-être d'autre origine que la mémoire de ces grands événemens.†

* Russia, p. 553.

† On trouve, dans la seconde oraison de Grégoire de

## § II.

Je ne saurais mieux terminer ce chapitre qu'en reproduisant ici la conclusion remarquable à laquelle Sir Roderick Murchison est arrivé à l'occasion des alluvions anciennes de la Russie :—

“Le seul détritüs au milieu duquel on a rencontré des grains et des pépites d'or et de platine, est certainement celui qui renferme aussi les ossemens fossiles des mamouths et des rhinocéros ; et en plaçant à côté de ce fait l'absence de toute veine aurifère dans les alluvions les plus anciennes de la chaîne, on ne peut douter que, dans cette région, l'or n'ait été, parmi les productions minérales antérieures à l'époque historique, une des plus récentes.”

Naziance contre Julien, un passage fort curieux, qui semblerait ajouter un certain poids à cette opinion, et a même un singulier rapport de ressemblance avec les questions discutées plus haut :—

“Talem manifestavi monstrum (Julianum) quale antea nunquam fuisset, tamensi multa diluvia, multa que divulgata fuerint incendia, terræ quoque apparuerint hiatus, nec non homines ab humano natum penitus diversi, animalia monstrosa, et diverso modo composita quæ natura modo innovandi producere solet.”—(*Edition de Leipsic, 1522, p. 18.*)

Or, il est extrêmement probable que les filons et les pénétrations aurifères du continent Américain, qui, suivant Necker, sont le résultat d'une sublimation produite au contact ou à une petite distance des roches ignées, peuvent être rapportées à une époque contemporaine, ou peu éloignée, des imprégnations et alluvions métalliques de la pente des Ourals.

La philosophie qu'il est naturel de déduire de ces circonstances, c'est que l'or, ce puissant mobile de civilisation, le véhicule général de la distribution des richesses produites par l'industrie humaine, et le platine, qui est devenu, dans la main des chimistes, l'instrument majeur des expériences d'analyse et des progrès de la science, n'ont fait leur apparition sur le globe qu'à la suite des derniers événemens qui ont imprimé aux continens leur condition actuelle. Ces métaux n'existaient point sur le sol, alors qu'ils eussent été sans valeur pour des créatures pourvues d'instincts limités; mais ils ont été versés de l'intérieur à la surface, au milieu des ressources accumulées, de période en période, pour l'usage et

l'instruction d'un être doué de raison ; comme le complément des dons qu'une sagesse prévoyante s'est plu à répandre sur les reliefs destinés à devenir notre séjour !



## CHAPITRE X.

CONCLUSIONS—Résumé des Chapitres précédents—Théorie Nébuleuse—Nouvelles Vues pour la Classification des Faits qui ont précédé la fusion ignée du Globe—Oxigénation des Bases—Attractions Moléculaires Oxigéniques—Electives—Constitution des Comètes—que les Attractions Moléculaires n'existaient pas alors que les Atômes étaient déjà rassemblés en vertu de la Loi de l'Attraction Générale—Constitution de l'Éther—La Loi des Attractions Moléculaires due à l'Intervention Spéciale du Pouvoir Créateur—Idée de Zénon, reprise par Boscovich—Idée Abstraite du Point—Idée d'Atôme—Divisibilité de la Matière—Limite Naturelle de cette Divisibilité—Atôme des Chimistes—Atôme des Philosophes—M. Faraday—Examen de la Théorie des *Centres de Forces*—M. Airy—Arrangement des Substances Minérales Terrestres expliqué dans l'Hypothèse du Développement de l'Attraction Moléculaire à une Époque Spéciale—Formation de l'Eau et de l'Atmosphère par Transsudation.

## § I.

Nous avons établi, dans les pages qui précèdent, que les généralisations philosophiques de Hutton reposent sur une erreur de logique, fondée sur la signification restreinte que les métaphysiciens ont assignée à

l'idée de *cause*, en la renfermant dans la doctrine de l'invariabilité du fait antécédent et du fait conséquent. De plus nous avons montré que les arrangements systématiques de faits géologiques groupés autour de cette doctrine, ne lui fournissent aucun appui réel ; que le phénomène de la stratification des schistes cristallins ne peut être invoqué en faveur de l'hypothèse monstrueuse d'une action métamorphique éternelle ; enfin, que les faits qui se rattachent à la création des types organiques ne sauraient s'expliquer sans l'intervention directe d'une volonté divine ; et que cette intervention s'est manifestée à mesure que sur les surfaces refroidies se sont présentées de nouvelles conditions d'existence pour la vie animale et végétative.

Il reste maintenant à rechercher s'il peut nous être permis de remonter à une époque antérieure à l'état liquide de la matière minérale, dont le refroidissement a formé la masse granitique et cristalline du globe terrestre.

Ici viendrait naturellement se placer l'examen de la théorie nébuleuse de William Herschel, adoptée

par La Place et, jusque dans ces derniers tems, par beaucoup de géologues et de mathématiciens. Mais cette théorie a été dépouillée de son prestige par la réduction d'un grand nombre de nébuleuses en groupes d'étoiles distincts, au moyen du puissant télescope de Lord Rosse. Ce ne serait que par une supposition gratuite que l'on imaginerait que les nébuleuses qui résisteront au pouvoir de ce télescope ne sont point, aussi, composées d'aggrégations stellaires ; car, l'induction naturelle est que la distance seule s'oppose à leur décomposition.

C'est dans la structure des roches primordiales que l'on doit chercher quelle a été la condition de la matière, avant son état de fusion ignée, mais l'étude de l'écorce terrestre, sous ce point de vue, n'a point encore été entreprise.* Les transformations méta-

* Il y a, néanmoins, un petit nombre de faits observés qui tendent à jeter quelque lumière sur ce sujet, tels que les suivans :—

Le Dr. MacCulloch, dans ses 'Mémoires sur la Géologie de différentes Parties de l'Ecosse' (*Trans. of Geol. Soc.*, Vol. II., p. 342), décrit des échantillons de tourmaline détachés des filons granitiques de Portsoy, et qui sont brisés perpen-

morphiques, auxquelles la doctrine Huttonienne attribue la condition des schistes cristallins, forment

diculairement à leurs axes. “Les fractures,” dit-il, “ont été remplies par le quartz et le feldspath (?) qui constituent le corps de la roche.”

Il est évident, ici, que la tourmaline a passé la première à l'état solide, puisque le quartz (et le feldspath ?) a rempli les fissures; il paraît aussi qu'à un certain moment de la cristallisation, la tourmaline se trouvait dans un état très élastique, car un autre crystal (un crystal aciculaire) est ployé de manière à décrire une courbe très prononcée.

Il résulte aussi de quelques phénomènes observés dans les Iles Falkland, et décrits avec beaucoup de précision par M. C. Darwin (*Quarterly Journal of the Geological Society*, 1846, No. 7), que le quartz en roches, qui forme des collines d'une certaine élévation, dans ces contrées, “a nécessairement été dans une condition pâteuse, à une époque où il s'est prêté à des courbures abruptes, sans éprouver aucune fracture. Il est impossible,” ajoute-t-il, “d'examiner ces filons sans y reconnaître des effets d'étirage, et les fibres, ou les cristaux imparfaits du quartz, montrent la nature adhésive de la masse ductile.” (p. 373.)

M. Darwin s'autorise aussi de la note suivante:—“M. Elie de Beaumont, dans un Mémoire lu à la Société Philomathique, dans le mois de Mai, 1839 (*L'Institut*, 1839, p. 161), annonce que M. Gaudin a réussi à obtenir par l'étirage des fils de quartz; et qu'il a reconnu que ce minéral (différent en cela de l'alumine) retient sa viscidité pendant quelque tems durant son refroidissement; fait dont il ne faut point manquer de tenir compte,” dit M. Darwin, “pour expliquer les cour-

une sorte de barrière que les géologues ont à peine songé à franchir. En effet, si l'on considère l'état

bures que presque tous les étages quartzeux de cette île ont subies, en commun avec les couches de la même nature dans beaucoup d'autres parties du monde."

D'un autre côté, j'ai examiné, avec beaucoup d'attention, quelques échantillons de granite graphique, que M. Tennant m'a envoyés, sur ma demande; et j'ai cherché à m'assurer s'il était possible de suivre dans la structure de ce granite le procédé de la cristallisation. J'ai réussi à isoler un certain nombre de cristaux de quartz du milieu de la pâte feldspathique, et j'ai trouvé, en général, que ces cristaux étaient aplatis et tourmentés, comme s'ils avaient été fortement pressés entre les lames de la substance feldspathique. Il est très remarquable que ces cristaux, même les plus aplatis et les plus défigurés, conservent néanmoins leurs faces prismatiques correspondantes; j'ai presque toujours réussi à reconnaître, même sur les plus altérés, les côtés correspondans des prismes; et quand je ne découvrais que quatre ou cinq pans, le cristal paraissait brisé et incomplet. Il m'est impossible de me rendre compte de ces apparences autrement qu'en supposant que les cristaux de quartz se sont formés d'abord au sein de la masse fondue, mais sont restés dans un état pâteux, ou en forme de gelée, après la consolidation du felspath; conclusion qui s'accorde parfaitement avec les résultats obtenus par MM. MacCulloch, Darwin, et Gaudin, et montre comment le quartz (non point à l'état liquide, mais dans un état de mollesse) peut avoir été exprimé et poussé dans les veines, les fissures, et les fentes, même entre des couches latérales, par la pression des masses supérieures.

antérieur des schistes cristallins, et du granite même, comme un état fragmentaire, analogue à celui des couches fossilifères, l'étude des roches primordiales s'arrête à cet antécédent invariable ; et la science ne peut que continuer à se mouvoir dans le cercle de transformations métamorphiques infinies, que M. Lyell lui a tracé.

L'hypothèse de la stratification ignée des schistes cristallins replace la théorie de la fusion du globe sur sa base originaire ; elle laisse le champ libre à de nouvelles recherches, et ne fixe d'autre limite au

Je conclus de ces faits, que le quartz étant un pur oxide (ou acide) de silicium, doit avoir existé à l'état liquide avant que la tourmaline, le feldspath, &c. se soient cristallisés ; car ces minéraux contiennent une certaine quantité de quartz, et ne peuvent évidemment avoir commencé à se former qu'après la production de leurs élémens constituans.

Il est probable que le quartz s'est rassemblé d'abord en cristaux à l'état de mollesse, en abandonnant en même tems à l'influence des affinités électives les quantités nécessaires au développement ou à la combinaison des autres élémens spécifiques dispersés dans la masse. Tandis que le mica, le feldspath, la tourmaline, et les autres espèces complètes se sont cristallisées et ont passé à l'état solide, alors que le quartz conservait encore sa condition molle ou pâteuse.

pouvoir de la science que l'imperfection ou l'insuffisance actuelle de nos investigations.

Or, sans attacher une valeur exagérée aux vues qui suivent, elles me serviront du moins à démontrer qu'il n'est point impossible d'arriver, par une chaîne suivie d'inductions, à classer les faits qui ont précédé la fusion ignée du globe dans leur ordre naturel de succession ascendante.

## § II.

Le fait de l'oxigénation des bases, telles que la silice, l'alumine, la magnésie, la potasse, la soude, &c., a nécessairement précédé le phénomène des affinités électives, qui a produit les espèces minérales complexes, telles que le felspath, le mica, la tourmaline, l'hyperstène, l'amphibole, &c.

Le fait de l'oxigénation étant le résultat d'une attraction moléculaire entre l'oxigène et la substance métallique des bases, présuppose l'existence individuelle séparée de l'oxigène et du métal des bases, avant l'oxigénation.

On distingue donc ici deux espèces d'attractions

moléculaires, qui se sont succédées dans l'ordre suivant :—

1^{ment}, Les attractions moléculaires oxigéniques.

2^{ment}, Les attractions moléculaires électives.

Mais on peut pousser l'argument plus loin, et concevoir une condition de la matière indépendante des attractions moléculaires oxigéniques et électives considérées ensemble.

N'est il pas permis de se demander si ces attractions existent aujourd'hui dans la constitution des comètes? Ces corps doués d'un simple mouvement de translation sont soumis, comme les planètes, aux lois de l'attraction céleste ; mais, n'est-ce pas parce que l'attraction moléculaire manque aux particules qui les composent qu'elles n'ont point un noyau solide ?

Quoiqu'il en soit, le fait seul que l'oxigène et les bases ont nécessairement eu une existence individuelle, et que les attractions moléculaires oxigéniques se sont manifestées à un tems fixe, nous conduit à l'idée que la matière n'a point éternellement été revêtue de la qualité de l'attraction moléculaire. Et, je ne veux point seulement exprimer, par là, l'opinion que les



attractions moléculaires n'ont commencé à agir qu'au moment où la matière s'est trouvée suffisamment condensée pour permettre aux atômes de s'unir; mais que la propriété même de l'attraction moléculaire n'existait point dans les atômes, alors qu'ils étaient déjà rassemblés en groupes, par la loi de l'attraction générale.

Poussant l'induction dans ses dernières limites, nous pouvons encore dépouiller la matière des deux qualités de l'attraction céleste et du mouvement propre, et arriver ainsi à l'idée d'un simple éther uniformément répandu dans l'espace infini, et dont les atômes retenus dans leurs rapports de distances par une répulsion mutuelle, attendent que *l'immanence* suprême leur impose la gravité et leur communique le mouvement propre—vie de la matière inorganique — puis l'attraction moléculaire — loi d'amour des atômes.

Or, un pareil éther paraît exister encore actuellement, et sans doute, c'est dans son essence qu'ont été puisés les élémens qui forment les astres et les assemblages d'étoiles?

## § III.

Dans tous les systèmes philosophiques qui se sont jusqu'à présent succédés, depuis les Hindous, les Egyptiens, les Chaldéens, les Grecs, et jusque dans les théories les plus récentes de la science moderne, les atômes sont considérés comme passant de l'état éthéré à l'état fluide, liquide, et solide, en vertu d'une constitution qui leur est propre, ou qui leur aurait été communiquée en même tems que toutes les autres qualités dont la matière est revêtue à la surface du globe. Suivant les nouvelles vues que les études géologiques me paraissent ouvrir à la philosophie, les atômes n'auraient pas possédé dans l'origine, les qualités d'aggrégation dont ils sont revêtus, mais ils les auraient reçues de la main du Créateur à mesure qu'elles seraient devenues nécessaires à leur transformation.

Si l'on accorde que la vie, l'instinct, l'intelligence et la raison n'ont été attachés à la matière qu'à certaines époques ; pourquoi supposerait-on que l'attraction céleste, le mouvement propre, et les attractions moléculaires, ne sont point aussi venues,

successivement, revêtir les atômes des qualités nécessaires aux individualités sidérales, à la condition liquide et aux formes cristallines ? Et, si pour expliquer l'apparition et le développement des créations organiques, nous avons été forcés de recourir à des manifestations distinctes de l'intervention Divine, pourquoi n'attribuerions-nous pas à la même influence la dispensation des qualités qui ont amené la matière inorganique à son état de perfection ?

#### § IV.

Ces propositions, loin d'être en opposition avec la doctrine des proportions définies des chimistes, semblent former un argument en sa faveur, en ce qu'elles supposent les atômes primordiaux doués d'une forme semblable et de volumes égaux. Ce seraient les combinaisons de ces atômes, en nombre, qui auraient produit les corps que la chimie considère comme simples.

L'idée de Zénon, reprise par Boscovich, et qui revient à celle de Berkeley, que les atômes n'ont point d'existence réelle, mais consistent en un nombre

de *points*, paraît avoir sa source dans une erreur de dialectique. Nous ne pouvons nous faire l'idée d'un point sans extension. L'idée abstraite du point, en géométrie, repose sur la conception d'une fraction de matière tellement minime que son volume ne peut produire une erreur dans les résultats du calcul. Mais cette abstraction ne saurait enlever à l'idée philosophique du point d'idée de matière.

L'idée de particule, de molécule ou d'atôme est le produit du raisonnement par analogie appliqué à la divisibilité de la matière, et poussé jusqu'à sa dernière limite.

Si nous partageons un grain de sable en deux parties, et si nous continuons cette opération, par des procédés mécaniques, jusqu'au moment où l'individualité de chaque fragment est devenue inappréciable, la raison peut, néanmoins, s'emparer de ce fragment, et continuer la division par une opération mentale. Quel que soit l'extrême où l'imagination puisse arriver, la particule dont la pensée ne s'est point dessaisie, n'en conservera pas moins sa qualité maté-

rielle; et si nous ne pouvions fixer une borne à la division, nous arriverions à l'idée que la matière est divisible à l'infini. Mais, *la science a tracé une limite naturelle à cette décomposition*—limite qui, pour avoir été *jusqu'à présent méconnue*, n'en paraît pas moins distinctement marquée.

## § v.

Chaque imperceptible fragment de ce grain de sable que la pensée seule peut saisir, n'est point formé d'une substance homogène. La chimie nous apprend qu'il peut se décomposer en deux ou en plusieurs parties, ayant chacune une nature distincte, et qui se sont unies pour former des espèces minérales, dans des proportions définies. Or, la division mentale est obligée de s'arrêter au moment où elle se trouve en présence de particules ayant chacune des propriétés différentes. Quelque soit la ténuité réelle des parties constituantes de l'oxigène et du silicium qui composent un fragment de sable quartzeux, les propriétés distinctes de leurs atômes et la similarité de leurs combinaisons donnent à chacun

de ces atômes un caractère d'individualité et de ressemblance avec ses congénères,* qui doit lui faire attribuer une forme et une étendue déterminées.

Il serait inutile, pour l'argument que nous poursuivons ici, de pénétrer plus avant dans la constitution de cet atôme. La science chimique est obligée de le considérer comme simple ; et si les déductions qui précèdent ne sont point entachées de quelque imperfection logique, on doit recevoir comme une proposition démontrée que *l'atôme des chimistes a une existence réelle.*

#### § VI.

Les philosophes modernes qui ont discuté ces questions sont tombés dans l'erreur en appliquant à la *philosophie atômique* des arguments fondés sur des phénomènes étudiés dans les rapports que *les atômes des chimistes* peuvent avoir entre eux.

* Ceci a été, *en partie*, aperçu par Sir J. Herschel.--Voyez son *Discourse on Natural Philosophy.*

De là une source de confusion qui a envahi la science.

Malgré toute mon admiration pour les connaissances profondes et les généralisations du savant Faraday, je ne crois pas que son système de *centres de forces* puisse se soutenir un instant, en opposition avec les arguments produits ci-dessus en faveur de l'existence absolue des atômes chimiques.

On ne voit nullement pourquoi M. Faraday n'a tenu aucun compte des qualités spécifiques des corps simples, en eux-mêmes, et a assis ses spéculations sur les interstices, en supposant que ces interstices doivent être invariablement ouverts ou invariablement fermés au passage du fluide électrique, tandis qu'il est évident qu'ils ne peuvent qu'être sous l'influence de la force qui maintient les molécules unies, et que c'est à cette force, résidant dans les molécules, ou à une propriété qui lui est attachée, qu'il faut attribuer les qualités conductrices ou non-conductrices des corps.

M. Faraday n'a point établi de distinction entre les *atômes des chimistes* et les *atômes des philosophes*,

qui sont deux choses si distinctes ! Il a commis l'erreur de comparer la matière de l'éther avec la *matière ordinaire*.*

Pour produire des argumens en faveur de la non-existence absolue des atômes des philosophes, il faudrait, au point de vue de M. Faraday, étudier les rapports entre l'éther et les interstices de l'éther, et non, comme il l'a fait, les rapports entre la substance et les pores de la résine ou du fer : il faudrait découvrir la nature de la force qui conserve l'équilibre entre les atômes de l'éther—force que nous avons regardée comme une propriété répulsive inhérente. L'analogie indique que l'atôme des chimistes est un multiple de l'atôme des philosophes, et nous avons l'autorité des astronomes en faveur de la qualité résistante de l'éther ; circonstance dont, comme le remarque M. Airy, M. Faraday a omis de tenir compte, et qui forme un puissant argument en faveur de la philosophie atômique.

L'expression de *centres de forces* ne peut être considérée que comme synonymique de celle de *point* ;

* Philosophical Magazine, vol. xxviii. page 346.



et un changement de mots ne peut ajouter aucun poids à un argument. Quelles sont, d'ailleurs, les forces qui composeraient ce centre ?

L'atôme de l'éther est impondérable, M. Faraday en convient : les seules qualités dont on peut le supposer revêtu sont, 1^{ment}, le volume et la forme ; qualités tellement unies que l'une ne saurait exister indépendamment de l'autre, et qu'il faut, par conséquent, les considérer comme une seule qualité. 2^{ment}, l'autre qualité serait la propriété répulsive existant d'un atôme aux autres atômes. Or, l'expression de *centres de forces* ayant pour but d'enlever à l'atôme la double qualité de forme et de volume, représente la propriété répulsive seule. Mais comment concevoir une propriété répulsive qui forme à elle seule un *centre de forces* ? On voit, donc, qu'il n'y a ici absolument rien sur quoi on puisse asseoir une idée, et que l'hypothèse n'a aucune existence.

Quant aux interstices de l'éther..... Arrivés à ce *substratum*, nous avons atteint les limites de l'intelligence humaine : il ne nous reste plus qu'à con-

sidérer la propriété répulsive attachée aux atômes comme l'effet d'une volonté latente qui les maintient dans l'inertie, ou les arrange et les dirige à son gré, pour former des mondes et des systèmes de mondes.

### § VII.

Il est facile de concevoir la disposition des substances minérales, dans l'intérieur de la terre et à sa surface, au moyen de l'hypothèse que la loi de l'attraction moléculaire n'a été communiquée à la matière qu'après que les atômes se sont trouvés rassemblés en groupes solaires et planétaires, à l'état de masses fluides ou semi-fluides.

Il paraît probable que la loi de l'attraction moléculaire s'est développée simultanément dans toute l'épaisseur de la masse terrestre, et qu'elle a donné lieu, d'abord, aux affinités similaires qui ont produit les corps simples, tels que l'oxigène, le silicium, &c. Dès que les corps simples doués d'affinités spécifiques se sont trouvés en présence, la matière a passé à l'état liquide, à raison de l'affinité puissante entre l'oxigène et les bases terreuses qui forment la grande

masse du globe. Dans cette matière fondue, les affinités électives ont enfin déterminé la production des espèces complexes ; et ces combinaisons se continuent encore à l'époque actuelle dans l'intérieur du globe, à mesure que le refroidissement et la cristallisation s'opèrent.

Rien ne prouve que l'eau et l'atmosphère aient originairement entouré la surface de notre planète. L'hypothèse que l'oxidation aurait procédé de la surface au centre est absolument inintelligible. La petite quantité d'oxigène renfermée dans l'air, comparée à celle qui existe combinée à la masse du globe, doit faire considérer comme probable que l'air s'est dégagé de l'intérieur de la même manière que l'acide carbonique s'en échappe encore aujourd'hui, soit à l'état libre, soit par l'intermédiaire des sources thermales.

La présence de l'eau, en quantité notable, dans la cristallisation des roches Vulcaniennes, et le fait actuel du dégagement aqueux intérieur, qui produit les sources thermales, peuvent faire penser aussi que l'eau ne se serait répandue à la surface que par

une sorte de transsudation, à mesure que la matière s'est consolidée.

L'eau et l'air ne seraient ainsi arrivés sur la terre que par suite du refroidissement, et alors que les animaux et les plantes devaient trouver leurs conditions d'existence dans ces milieux que la sagesse du Créateur avait destinés à devenir leur demeure.

## CHAPITRE XI.

## Résumé Général.

LA proposition principale que j'ai essayé de démontrer dans cet ouvrage, c'est que les phénomènes qui se sont succédés sur le globe terrestre, et dans tout le système sidéral que nos recherches peuvent atteindre, ne sauraient être considérés comme la conséquence d'une loi éternelle de révolutions invariables, renfermées dans le cercle des mouvemens uniformes qui régissent l'ordre établi des choses ; mais qu'ils sont le résultat de l'intervention répétée d'une Providence suprême, dont la pensée a successivement fait arriver l'ordre actuel, après avoir dirigé la matière dans toutes ses transformations, et laissé, de période en période, des traces visibles de son pouvoir, de sa sollicitude, et de sa munificence.

En parcourant les pages de ce petit livre, le lecteur reconnaîtra, je l'espère, que dans toutes mes investigations je n'ai point un instant perdu de vue

ces paroles remarquables d'une des plus grandes lumières de la science que le siècle actuel ait vu s'éteindre, et que j'ai adoptées pour devise :—

“ We know all things begin from, and end in His everlasting Essence, the Cause of causes, the Power of powers.”

*Sir Humphry Davy.*

---

#### NOTE SUR LA PHILOSOPHIE ATOMIQUE DES ANCIENS.

---

“ LA philosophie atomique, suivant Posidonius le Stoïque, ainsi que nous l'apprend Strabon (livre xvi.), remonte à des temps plus anciens que la guerre de Troie, et a été inventée par Moschus de Sidon, ou plutôt (si nous préférons nous en rapporter au témoignage de Sextus Empiricus) de Phénicie. Ce Moschus est sans doute le même que Moschus le Physiologiste, mentionné par Jamblicus dans sa Vie de Pythagore ; car il dit que Pythagore, pendant son séjour à Sidon, en Phénicie, conversait avec les prophètes, successeurs de Moschus le Physiologiste, et était leur disciple. D'où il paraît résulter que

cette philosophie n'a été inventée ni par Epicure ni par "Démocrite." (Note de Thomas Taylor, traduction Anglaise du *Theætetus* de Platon, page 25.)

Il y a dans les écrits d'Aristote et de Platon de nombreux passages qui se rapportent à la philosophie atomique, et quelquefois, comme dans le *Theætetus* et le *Timæus*, d'assez longues discussions.* Les an-

* Il est remarquable que quoique les anciens Grecs aient été presque entièrement dépourvus de connaissances minéralogiques positives, ils considéraient *les quatre éléments* comme composés de molécules ayant une régularité géométrique; et qu'ils avaient ainsi une sorte de théorie qui n'est pas sans analogie avec la science moderne de la cristallographie, fondée par Haüy. On peut se convaincre de ceci par l'extrait qui suit :—

“ Les disciples de Pythagore, et Platon lui-même, supposaient deux triangles primordiaux à angles droits, l'un isocèle, l'autre scalène, ayant le plus grand côté deux fois plus grand que le plus petit, et coupé par une perpendiculaire du sommet à la base. Les triangles isocèles, que Timée nomme *demi-carrés*, ayant leurs angles droits tournés vers le même centre, forment un carré; l'union de six triangles semblables ayant huit angles forme un cube, qui est l'élément de la terre (de la matière solide), tandis que les demi-triangles composent les pyramides, l'octaèdre, et l'icosaèdre, qui sont attribués au feu, à l'air, et à l'eau. La pyramide consiste de quatre triangles

ciens Grecs avaient sur les chimistes de nos jours cet avantage, qu'ils réduisaient la matière, par une opération mentale, à ses premiers élémens ou atômes, n'étant point arrêtés par l'idée des *corps simples*; dont la nature distincte a formé obstacle aux généralisations de la philosophie moderne. Mais la philosophie atomique des Hindous était certainement plus belle et plus claire que celle des Grecs; si nous nous en jugeons par les traductions de leurs anciens ouvrages. Il résulte des travaux de M. Colebrooke, non seulement que les Hindous avaient embrassé le doctrine des atômes, mais que cette doctrine formait le sujet de vives discussions entre eux.

On trouve, en effet, des passages dans les *Védas*, équilatéraux, chacun desquels compose dix demi-triangles; mais l'octaèdre consiste de huit triangles équilatéraux et de quarante-huit demi-triangles; tandis que l'icosaèdre est formé de vingt triangles équilatéraux et de cent vingt demi-triangles; de là, les trois derniers élémens étant composés d'une même forme, c'est-à-dire, le demi-triangle, peuvent naturellement se transformer entre eux; tandis que la terre étant composée d'un autre triangle tout-à-fait différent, ne peut se résoudre en un des trois autres élémens, ni être composée de leur substance." (Voyez Taylor's *Dissertation on the Philosophy of Aristotle*.)



qui ont une ressemblance frappante avec les spéculations de la science moderne. La citation de quelques-uns de ces passages ne sera point ici déplacée :—

“ L’univers est composé de parties extrêmement tenues, de principes actifs et divins, savoir : Le Grand Esprit, ou Première Emanation, la Conscience et les Cinq Perceptions (les Cinq Sens); un Univers muable, produit d’Idées immuables.

* * * * *

“ L’être dont les pouvoirs sont incompréhensibles, après m’avoir créé (moi Menù) ainsi que cet univers, retombe absorbé dans l’esprit suprême, changeant le tems de son énergie pour l’heure du repos.

“ Quand ce pouvoir s’éveille, le monde entre dans toute son expansion ; mais quand il sommeille d’un soufle tranquille, tout le système languit et s’éteint.

“ Ainsi, ce pouvoir immuable, en s’éveillant et se reposant tour à tour, revivifie et détruit, dans une succession éternelle, tout l’assemblage des créatures vivantes et inanimées. . . . .

“ Vers la fin de sa nuit, s’étant long-tems reposé,

il s'éveille, et en s'éveillant, il met en mouvement l'intelligence, et reproduit le grand principe de l'animation, dont la propriété est d'exister sans être aperçu par les sens.

“ L'intelligence mue par sa volonté de créer des mondes, recommence l'œuvre de la création. De là naît l'éther subtil, auquel les philosophes ont assigné la propriété de transporter le son.

“ De l'éther, en vertu d'une transmutation, se forme l'air pur et puissant, véhicule des odeurs ; cet air est revêtu de la qualité de pouvoir être touché.

“ De l'air, un changement s'opérant, jaillit la lumière (ou le feu), rendant les objets visibles, dissipant les ténèbres, répandant ses rayons ; c'est à la lumière qu'on rapporte la qualité de forme ou de figure.

“ De la lumière, par suite d'un autre changement, découle l'eau, ayant la qualité du goût ; et de l'eau se dépose la terre, avec la qualité de l'odeur. C'est ainsi que les choses ont été créés dans le commencement.”*

* Il est remarquable qu'on trouve des traces de cette philosophie jusque dans les anciens livres des Chinois ; ainsi on

Indépendamment de la sublime poésie de ce passage et de la profondeur de pensée avec laquelle la toute puissance de la Cause première est exprimée, il est évident que l'écrivain reproduit un système complet de destructions et de renovations du monde ; qu'il indique des périodes de perturbation, pendant lesquelles la puissance suprême anéantit tout ce qui est doué de vie, et des périodes de repos qui commencent par des créations nouvelles et succèdent aux périodes de désordre et de destruction.

L'Intelligence suprême est représentée comme créant par son simple *fiat* l'éther subtil, qui se transforme en air, ensuite en eau, et enfin en corps solide ; de sorte qu'il est manifeste que la condition éthérée primitive de la matière formait une des croyances des anciens Hindous ; croyance qui correspond aux opinions modernes de la formation des planètes et lit dans 'L'Y KING,' livre cité par le Chinois Lo-pi, qui vivait environ 950 ans avant l'ère Chrétienne, le passage suivant :—

“ Tout ce qui a corps et figure a été fait par ce qui n'a ni figure ni corps. . . . . L'être qui n'a ni figure ni son, est la source d'où sont sortis tous les sons sensibles : son fils est la lumière, son petit-fils est l'eau.”

(*L'Y King et le Chou King*, 4to., Paris, 1770.)

des astres par la condensation de la matière répandue dans l'espace.

Sans doute, nous trouvons dans ces passages des idées en arrière des résultats philosophiques de la science moderne : cependant, l'idée fondamentale du passage de la matière de l'état éthéré à l'état gazeux, de l'état gazeux à l'état liquide, et de l'état liquide à l'état solide, se trouve toute entière et très distinctement exposée dans les *Védas*. Il est même remarquable que la lumière ne paraît qu'au moment où la matière quitte la forme gazeuse pour prendre la forme liquide ! Il n'est pas improbable que les *Instituts de Menù* ne sont, eux-mêmes, qu'une traduction imparfaite de livres beaucoup plus anciens ; car les Brahmines prétendent, et soutiennent avec persévérance, qu'avant la langue employée dans les *Védas*, il y avait une langue plus ancienne, dont quelques livres subsistent encore, que les Brahmines eux-mêmes ne peuvent lire, mais qu'ils affirment contenir des tables astronomiques d'une antiquité très reculée.

D'autres pourront jeter un regard dédaigneux

sur ces traditions, qui ont traversé les siècles pour se montrer à nous dans leur imposante grandeur : pour moi, loin de fouler aux pieds ces ruines éloquentes, je ne puis les considérer que comme les débris sublimes de monumens majestueux, élevés par les hommes des anciens tems. Si ces connaissances n'ont point été le résultat d'une science profonde, acquise par l'étude et la contemplation, elles nous offrent les traces d'une révélation primitive faite par la Puissance Suprême aux premiers êtres doués de raison qui soient sortis de ses mains.

Peut-être le progrès de la civilisation n'est-il autre chose que le résultat des efforts du genre humain pour se replacer dans cette position première ; et les aspirations de la philosophie n'ont-elles d'autre but que de reconquérir la brillante condition d'omniscience que l'espèce humaine a perdue par suite d'une dégénération, dans un conflit primitif de l'esprit avec la matière ?

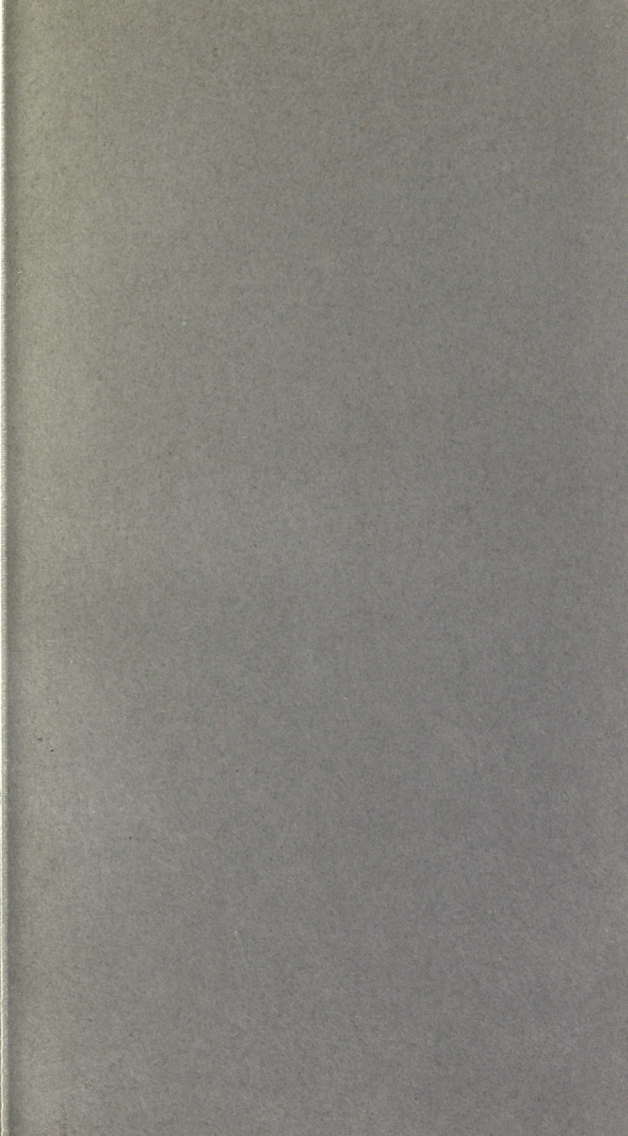
FIN.

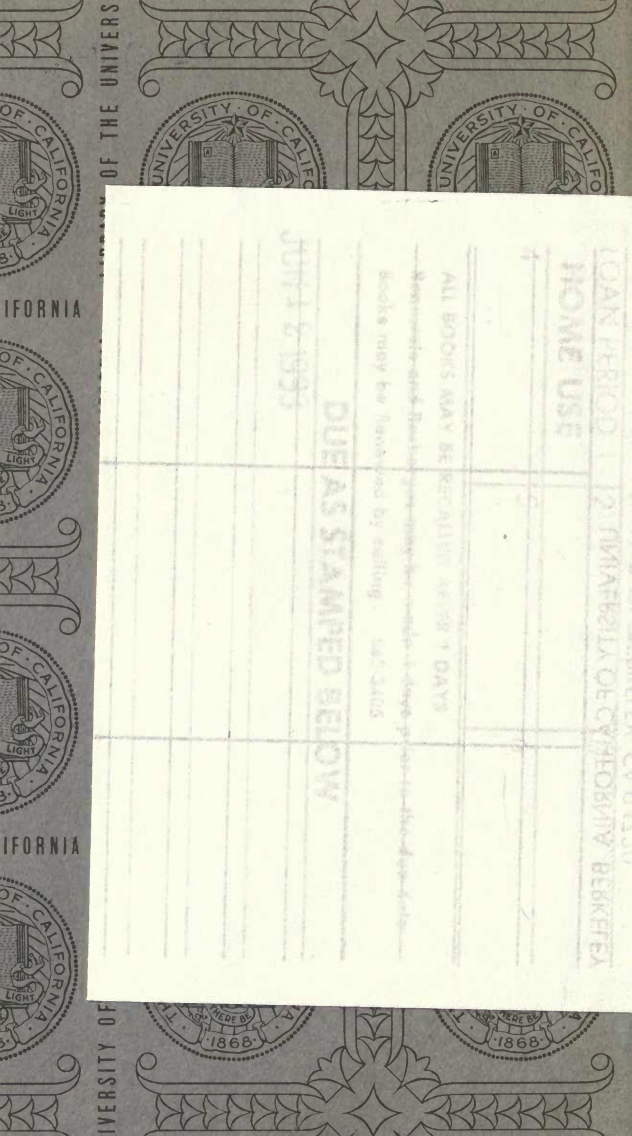












OF THE UNIVERS

IFORNIA

IFORNIA

IVERSITY OF

LOAN PERIOD 2 UNIVERSITY OF CALIFORNIA BERKELEY  
HOME USE

ALL BOOKS MAY BE RECALLED AFTER 7 DAYS

Non-serials and Reserves may have periods of days of non-recall  
Books may be recalled by calling 547-2405

DUE AS STAMPED BELOW

JUN 2 1993

YA 03562

U. C. BERKELEY LIBRARIES



C042568632

