



HAL
open science

Deluc et Saussure : deux itinéraires vers la géologie (1760-1810)

René Sigrist

► **To cite this version:**

René Sigrist. Deluc et Saussure : deux itinéraires vers la géologie (1760-1810). Travaux du Comité français d'Histoire de la Géologie, 2010, 3ème série (tome 24), pp.71-102. hal-00913922

HAL Id: hal-00913922

<https://hal.science/hal-00913922>

Submitted on 4 Dec 2013

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

TRAVAUX DU COMITÉ FRANÇAIS D'HISTOIRE DE LA GÉOLOGIE (COFRHIGÉO)

TROISIÈME SÉRIE, t. XXIV, 2010, n° 4
(séance du 9 juin 2010)

René SIGRIST

Deluc et Saussure : deux itinéraires vers la géologie (1760-1810)

Résumé. En 1778-1779, le terme de géologie est introduit presque simultanément par Jean-André Deluc dans ses *Lettres sur l'histoire des montagnes* et par Horace-Bénédict de Saussure dans ses *Voyages dans les Alpes*. Il s'en faut pourtant de beaucoup que leurs conceptions de cette discipline naissante coïncident. Pour Deluc, la géologie est une forme de cosmologie terrestre qui a pour but de retracer l'histoire du Globe et de l'Homme. Elle a une valeur morale autant que physique, car elle doit élucider les circonstances du Déluge et les étapes de la Création, de manière à rassurer l'être humain sur la véracité du récit biblique et sur l'existence d'une divine Providence. Cette science repose essentiellement sur l'étude des fossiles et sur leur comparaison avec les espèces actuelles. Mais lorsque les documents géologiques font défaut, l'histoire de la Terre doit être reconstituée à partir des principes premiers de la physique. Pour Saussure, tout au contraire, la géologie constitue l'horizon théorique ultime d'une géographie physique empirique, qui repose principalement sur la contemplation des paysages alpins et sur des données lithologiques et géognosiques. Elle englobe aussi l'étude de l'atmosphère et celle des êtres vivants. Avec le recul, l'agnosticisme religieux et même théorique de Saussure en fait un savant plus moderne que Deluc. Malgré tout, sa perception des ensembles géologiques se limite elle aussi à des observations de surface, tandis que ses conceptions successives de l'orogénèse reposent sur un petit nombre de cas frappants. En fin de compte, les deux savants participent d'une culture scientifique qui n'était pas encore celle de la géologie entendue comme discipline à proprement parler.

Mots-clés : Deluc – Saussure – histoire de la Terre – géographie physique – fossiles – lithologie – cultures scientifiques – Déluge – XVIII^e siècle.

Abstract. In 1778-1779, the word geology is introduced quite simultaneously by Jean-André Deluc in his *Letters upon the History of Mountains* and by Horace-Bénédict de Saussure in his *Travels in the Alps*. Yet, the term refers to two completely different visions of a nascent discipline. Deluc conceives it as a kind of terrestrial cosmology channelled towards a history of the Earth and Man. Expected to

unveil the details of the Deluge and the days of Creation, this term has the moral task of proving the truth of the Scripture and the existence of a benevolent God. Its empirical basis lies in the study of fossils and their comparison with living species. When geological traces are missing, Earth history can also be reconstructed from the first principles of physics. For Saussure, on the other hand, geology is the theoretical horizon of an empirical physical geography mainly based on the observation of alpine landscapes and on lithological and geognostic data. It also includes the study of the atmosphere and of living beings. With the hindsight of history, Saussure's religious and theoretical agnosticism makes him a more modern scholar than Deluc. Nevertheless, his perception of geological formations was also limited to surface appearances and his changing conceptions of orogenesis were as well dependent on a few striking case studies. All in all, both scholars remained deeply immersed in a scientific culture that was still different from the one of modern geology.

Key words : Deluc – Saussure – Earth history – physical geography – fossils – lithology – scientific cultures – Deluge – 18th century.

Introduction

Si les historiens font volontiers remonter les origines de la géologie à la Renaissance, on ne peut guère parler de discipline géologique avant le début du XIX^e siècle. À l'époque des Lumières, la compréhension des structures et de l'histoire du Globe demeure liée à de multiples formes d'investigation différentes, qui donnent aux sciences de la Terre l'aspect d'un champ de recherches très diversifié, voire chaotique¹. Aucun paradigme préfigurant la géologie moderne ne réussit en effet à s'imposer, même si le crédit des théories de la Terre décline avec la multiplication des systèmes concurrents. Quelques naturalistes comme Buffon, Deluc, Lamarck ou Hutton élaborent même des interprétations plus larges des phénomènes terrestres, qui englobent l'atmosphère et le monde vivant aussi bien que la géographie physique. Elles ne peuvent cependant prétendre au statut de paradigme². Dans la seconde moitié du XVIII^e siècle, on assiste néanmoins à l'émergence de plusieurs sous-cultures à vocation disciplinaire, qui vont réorganiser le paysage cognitif des sciences de la Terre. À l'époque où Saussure conquiert le mont Blanc (1787) la géologie naissante tend ainsi à s'articuler autour de traditions de recherche comme la minéralogie, la géographie physique, la géognosie et la physique terrestre, que Martin Rudwick considère respectivement comme sciences des spécimens, de l'espace, des structures et des causes³. On pourrait sans doute ajouter à cet inventaire la météorologie, entendue comme science de l'environnement. Jean-André Deluc et Horace-Bénédict de Saussure, les deux héros de notre histoire, illustrent d'ailleurs parfaitement l'inclusion de ce type de recherches dans le domaine des sciences de la Terre.

¹ Pour un inventaire de ces différentes formes d'investigations, voir PORTER (1980).

² PORTER (1980), p. 320.

³ RUDWICK (2005), chapitre 2.

Le XVIII^e siècle se distingue aussi du monde des disciplines positives par l'influence qu'exercent encore des paradigmes méthodologiques tels que la philosophie naturelle, centrée sur l'étude des causes, l'histoire naturelle, soucieuse de la collecte de faits, et la théologie naturelle, préoccupée par les finalités. Ces catégories de pensée demeurent très présentes dans la pensée scientifique de l'époque, comme le montre l'ambitieuse tentative d'un Jean-André Deluc pour constituer une science universelle de l'environnement terrestre. Au début du XIX^e siècle, la théologie naturelle joue encore un rôle important dans l'orientation des sciences de la Terre, du moins en Grande-Bretagne. L'absence de cadre intellectuel général susceptible de lier entre elles les différentes sous-disciplines appelées à constituer la géologie explique en partie cette situation. Les différents systèmes cosmologiques proposés sont d'ailleurs incapables de rendre compte de la multiplication des connaissances empiriques acquises depuis le milieu du XVIII^e siècle dans de multiples domaines tels que les minéraux, les montagnes, les couches et filons, les volcans, les cavernes et tremblements de terre, les glaciers, les eaux courantes, les océans, les températures terrestres et maritimes, le climat ou encore le magnétisme terrestre⁴. La constitution de la géologie en tant que discipline autonome résulte aussi de cette situation de crise.

Dans cette espèce de terrain vague épistémologique que demeure l'étude du Globe au siècle des Lumières, chaque savant demeure libre d'emprunter les éléments qui lui conviennent aux différentes traditions intellectuelles existantes. Il peut donc agencer son œuvre selon une architecture particulière qu'il s'efforce en général de proposer comme paradigme pour une discipline nouvelle. La difficulté de l'exercice ne réside pas seulement dans la découverte de faits ou dans l'établissement de théories relatives au Globe terrestre. Elle consiste surtout dans leur accréditation auprès d'un public de spécialistes qu'il s'agit de délimiter, sinon de constituer, afin que puisse s'établir un discours géologique dont les caractères soient reconnus comme socialement et intellectuellement légitimes. Il faut donc argumenter, convaincre et mobiliser des ressources intellectuelles et matérielles dans un espace social qui n'est absolument pas neutre.

L'élaboration d'une discipline nouvelle par un collectif de chercheurs suppose en d'autres termes un accord minimal autour des modes de démonstration, des rhétoriques de la preuve ou des procédés narratifs capables de valider des faits ou des théories. La définition d'un champ de recherche spécifique, le choix des théories et des méthodes qui y sont considérées comme légitimes, font d'ailleurs l'objet de débats et de rivalités incessantes. Dans les sciences de la Terre, certains de ces éléments ont commencé à se mettre en place à partir des années 1760, avec l'éclatement de la querelle sur les basaltes, qui posa la question de l'origine aqueuse ou ignée du Globe terrestre⁵. Cette querelle opposant les neptunistes aux vulcanistes et aux plutonistes a paradoxalement contribué à structurer un champ de recherches géologiques en

⁴ Jusque dans la première moitié du XVIII^e siècle, la domination d'une forme de philosophie naturelle plus ou moins mathématisée avait davantage orienté l'attention des « *physiciens* » vers d'autres questions comme la rotation terrestre et les marées, la figure et l'âge de la Terre, la pression de l'air et les réfractions atmosphériques, les vents, les courants ou la profondeur des océans.

⁵ Sur la position de Saussure dans cette querelle, voir CAROZZI (2000).

facilitant l'identification de problématiques, de méthodes et d'acteurs considérés comme légitimes. Elle n'a évidemment pas suffi à elle seule à faire émerger un paradigme disciplinaire nouveau⁶. Les deux acteurs de cette période que nous allons suivre ici – Jean-André Deluc et Horace-Bénédict de Saussure – illustrent bien la diversité thématique et méthodologique qui persiste dans les sciences de la Terre des années 1760-1810 : le premier développa en effet un programme de recherches de type cosmologique, le second une approche fondée sur la géographie physique.

Le cosmologiste et le géographe

Bien qu'ils n'aient pas été les tout premiers à se servir du terme de géologie⁷, Jean-André Deluc (1727-1817) et Horace-Bénédict de Saussure (1740-1799) l'ont fait apparaître d'une façon quasi simultanée. Pour ce qui concerne Deluc, la notion apparaît discrètement au début de ses *Lettres physiques et morales sur les Montagnes* (1778) :

« Ces Lettres ne sont que le canevas d'un traité de cosmologie que j'espérais de faire un jour, mais dont je n'ai pu recueillir les matériaux suivant mes désirs », expliquait-il avant de préciser en note : « Je n'entends ici par cosmologie que la connaissance de la Terre et non celle de l'Univers. Dans ce sens, géologie eût été le mot propre ; mais je n'ose m'en servir, parce qu'il n'est pas usité »⁸.

Dès l'année suivante, le mot de géologie est utilisé sans restriction ni aucune explication supplémentaire dans ses *Lettres sur l'histoire de la Terre et de l'Homme*⁹.

En 1779 le terme de géologie apparaît également dans le *Discours préliminaire des Voyages dans les Alpes* de Saussure :

« La science qui rassemble les faits qui seuls peuvent servir de base à la Théorie de la Terre ou à la Géologie, c'est la Géographie physique, ou la description de notre Globe, de ses divisions naturelles, de la nature, de la structure et de la situation de ses différentes parties,

⁶ Remarquons que l'établissement d'un paradigme ne met nullement fin aux querelles scientifiques. Au-delà du désaccord factuel ou théorique qui en est généralement l'objet, la querelle révèle souvent des divergences méthodologiques sur la façon de régler la question. C'est pourquoi elle peut dégénérer en polémique, d'où les attaques personnelles ne sont pas toujours absentes (voir DASCAL, 1998).

⁷ En fait, ce terme avait déjà été proposé, dans son sens moderne, par Giovanni Arduino en 1760 (cf. ELLENBERGER (1994), p. 250-251).

⁸ *Lettres physiques et morales sur l'histoire des Montagnes, adressées à la reine de la Grande-Bretagne*, La Haye, De Tunes, 1778. L'ouvrage fut réédité la même année sous le titre de *Lettres sur quelques parties de la Suisse et sur le climat d'Hières* (La Haye, De Tunes, 1778). « Géologie » est en italique dans l'original.

⁹ *Lettres physiques et morales sur l'histoire de la Terre et de l'Homme, adressées à la reine de la Grande-Bretagne*, Paris et La Haye, 1779-1780 (5 tomes en 6 volumes).

des corps qui se montrent à sa surface et de ceux qu'il renferme dans toutes les profondeurs où nos faibles moyens nous ont permis de pénétrer »¹⁰.

Alors que Deluc inclut la géologie dans une vaste perspective physique et morale, elle apparaît pour Saussure comme l'aboutissement de la description du Globe, soit l'équivalent de la théorie de la Terre. C'est donc à partir de la géographie physique, science de faits mis en ordre par l'observation de paysages, que Saussure ordonne ses recherches et les articulera avec le savoir acquis par ses collègues dans les domaines de la lithologie et de la géognosie. C'est aussi en tant que géographe naturaliste qu'il s'intéresse aux mécanismes de l'atmosphère et à la météorologie, aux glaciers, aux températures terrestres, lacustres et maritimes, ou qu'il étudie les flores, les faunes et les populations des Alpes, le magnétisme terrestre ou encore l'électricité atmosphérique.

Pour Deluc, la géologie se fonde d'abord sur l'étude des fossiles, sur l'examen de « *chronomètres* » naturels, ainsi que sur les principes premiers de la physique. La reconstitution de l'histoire géologique récente se fera aussi avec l'aide des archives de l'Histoire sacrée et civile, ce qui implique de nombreux développements sur l'histoire de l'homme ainsi que sur ses perspectives économiques, morales et politiques. Quant à l'établissement des principes premiers de la physique, il mènera Deluc à développer toute une science des fluides expansibles, doublée d'une chimie des fluides déférents qui n'était d'ailleurs pas compatible avec les principes de Lavoisier. Ces spéculations corpusculaires lui étaient néanmoins nécessaires pour reconstituer les étapes les plus anciennes de la Création, celles qui ont laissé le moins de traces géologiques.

Les conceptions de la géologie développées par Deluc et Saussure divergent donc profondément. Mais les chemins qui y conduisent sont également fort différents. Pour Saussure, ce chemin passait notamment par l'académie de Genève, où il termina ses études de philosophie avec une thèse sur le feu (1758). À cette occasion il gravit une première fois le mont Salève, afin d'y faire une expérience de combustion. Quatre ans plus tard, il devint, à l'âge de 22 ans, professeur de philosophie naturelle et rationnelle dans cette même académie, grâce à la double recommandation d'Albrecht von Haller et de son oncle Charles Bonnet. En l'incitant à collecter des plantes alpines pour élargir son propre inventaire des plantes helvétiques, Haller avait éveillé sa passion pour la montagne. Mis à l'abri du besoin par un riche mariage, Saussure put d'ailleurs pratiquer la recherche en professionnel et se livrer aux joies de l'alpinisme malgré une santé précaire. De la botanique et de la glaciologie de ses tendres années jusqu'à la géographie physique de sa maturité, l'histoire de ses recherches scientifiques fut d'ailleurs celle d'un élargissement thématique continu, doublé d'un approfondissement méthodologique : le renouvellement de ses interrogations l'incita en effet à revisiter maintes fois les mêmes lieux.

Moins favorisé socialement, Jean-André Deluc fit longtemps figure d'amateur. Fils d'un horloger dont il hérita le goût de la démocratie, le calvinisme militant et aussi le rousseauisme, il ne

¹⁰ *Voyages dans les Alpes*, t. I, p. I-II. « *Géologie* » est en italique dans l'original.

bénéficia que d'une éducation scientifique minimale avant d'être orienté très jeune vers le commerce des textiles. Ses entreprises successives, peu fructueuses d'ailleurs, ne lui laissaient que peu de temps à consacrer à la recherche, jusqu'à sa déconfiture de 1773. Grâce à ses relations, il connaîtra néanmoins un rebond de fortune inespéré avec sa nomination, à l'âge de 47 ans, comme lecteur de la reine de Grande-Bretagne (1774). Ses tâches de courtisan, qui ne relevaient pas de la sinécure, lui offraient cependant des loisirs, et surtout la faculté de voyager. Il saura les mettre à profit pour développer une œuvre laborieuse et protéiforme, dont les préoccupations religieuses et sociales n'étaient d'ailleurs pas absentes.

Par comparaison avec celui de Saussure, le parcours intellectuel de Deluc paraît plus sinueux. Il commence en effet par consacrer près de vingt ans à l'invention d'un baromètre transportable et à l'élaboration d'une formule hypsométrique pour mesurer les altitudes. Par la suite, il reviendra toujours volontiers aux instruments de physique, inventant entre autres un hygromètre à ivoire puis à fanon de baleine, ainsi qu'une « *colonne électrique* » conçue comme un instrument météorologique. Son intérêt pour la géologie devait beaucoup à son frère cadet Guillaume-Antoine (1729-1812), dévoué collaborateur de l'ombre, qui l'incita très jeune à se constituer un important cabinet de fossiles, de produits volcaniques, de roches et de minéraux. La publication en 1749 de la théorie de la Terre de Buffon paraît avoir stimulé l'intérêt des deux frères pour la géologie, en heurtant leurs sentiments religieux. Au cours d'un voyage autour du lac Léman entrepris en 1754 avec Jean-Jacques Rousseau, l'aîné tenta en tout cas de convaincre l'auteur de *la Nouvelle Héloïse* que Buffon n'était pas un guide fiable en matière de géologie¹¹. Mais c'est aussi pour répondre à leurs propres interrogations géologiques et métaphysiques que les frères Deluc développèrent leurs collectes de terrain, que l'aîné devait évoquer bien des années plus tard en ces termes :

*« Il ne nous fut pas possible de fixer longtemps les regards sur des objets aussi frappants que les fossiles marins et leurs diverses associations sans imaginer des causes. Mais chaque nouvelle conjecture augmentant le besoin d'observer, le champ devint bientôt plus vaste qu'il ne convenait à des personnes occupées, pour qui cette étude ne pouvait être qu'un amusement. Il fallut donc attendre du temps et des occasions ce que nous ne pouvions obtenir par des recherches suivies »*¹².

Deluc ou la piste des fossiles

Dès le départ, les Deluc étaient convaincus que les fossiles prouvaient que la Terre avait jadis été recouverte par les eaux de la mer, et ce jusqu'à une altitude assez considérable¹³. L'un

¹¹ Sur cet épisode, voir FRANÇOIS (1924).

¹² *Lettres sur l'histoire des Montagnes* (1778), Préface, p. IX-X.

¹³ En vertu du paradigme neptunien dominant, Jean-André Deluc admettait que toutes les montagnes ont été formées sous l'eau, de sorte que la plupart, sinon la totalité des fossiles, sont d'origine marine.

de leurs premiers buts fut d'allonger la liste des fossiles dont l'origine marine était évidente, afin de ruiner définitivement l'idée qu'ils puissent être des productions minérales de la terre même où on les découvrait¹⁴. Un voyage entrepris par Guillaume-Antoine Deluc en Italie permit de lever toute incertitude à ce sujet (1756-1757). La découverte d'une grande quantité de spécimens enterrés dans des sables aussi fins que celui des rivages des mers actuelles, et qui montraient les mêmes caractères et accidents que les espèces vivant dans nos océans, était en effet de nature à apporter la démonstration recherchée.

Un second résultat du voyage de Deluc le cadet en Italie fut de mettre hors de doute l'absence de fossiles dans certaines montagnes tels que les Apennins ou la partie centrale des Alpes. Pour expliquer ce fait, l'aîné songea à l'hypothèse de Lazzaro Moro sur les montagnes dépourvues de fossiles, qui pouvaient s'expliquer par l'action de feux souterrains dont les volcans donnaient une idée. Il confia donc à son frère Guillaume-Antoine la tâche d'examiner les volcans d'Italie, en particulier le Vésuve, l'Etna et les îles Lipari. La conclusion de ces investigations vulcanologiques, menées jusqu'à l'intérieur même du cratère de Vulcano, dans les îles Lipari, était que les volcans sont des phénomènes locaux, incapables d'expliquer la formation des montagnes ou le soulèvement des continents formés dans la mer¹⁵. Il était d'ailleurs évident que la lithologie volcanique diffère fondamentalement de celle de massifs comme les Apennins ou les Alpes.

Quant aux fossiles, plusieurs problèmes d'interprétation restaient en suspens. D'abord, que fallait-il faire des espèces dont on ne retrouvait pas d'équivalents actuels, comme les nummulites, les lenticulaires ou encore les bélemnites ? Que pouvait signifier ensuite le fait que les équivalents actuels de certains fossiles ne vivaient que dans des contrées éloignées comme les Indes orientales ou occidentales ? Que faire aussi des espèces actuelles dont on ne trouvait pas de traces fossiles ? Pourquoi y avait-il enfin, à côté des fossiles marins, des fossiles d'animaux terrestres ?

En 1769, Guillaume-Antoine Deluc retourna en Italie, où il découvrit dans une colline près de Turin des fossiles appelés fripières ou maçonnes dont la coquille intégrait des débris d'une montagne plus ancienne située non loin de là. Cela permettait d'éclaircir la distinction entre montagnes anciennes, dépourvues de fossiles, et montagnes plus récentes, qui en contiennent, tout en semblant prouver l'existence de révolutions du Globe pour assurer le passage d'un ordre de montagnes à l'autre. D'autres montagnes secondaires, formées à partir de débris de montagnes primitives, furent d'ailleurs découvertes par Jean-André en Allemagne quelques années plus tard.

¹⁴ Sur le cabinet de fossiles des frères Deluc, et sur leur démonstration de l'origine marine des « *pierres judaïques* », voir SIGRIST (2011a).

¹⁵ Voir SIGRIST (2011a).

Cela ne résolvait pas pour autant la question de l'origine des montagnes. Peu de temps après son installation en Angleterre, Jean-André Deluc eut l'occasion d'effectuer en 1774 un voyage dans les Alpes, afin d'y accompagner Mme de Schwellenberg, maîtresse de la garde-robe royale. Le compte rendu de ce voyage, publié en 1778, contient cette affirmation, que Saussure n'aurait pas reniée :

« C'est dans les Montagnes sans doute qu'on doit principalement étudier l'histoire du Monde. Outre que les Plaines sont plus altérées par les travaux de l'homme, leur peu d'élévation au-dessus du niveau des Mers ne suppose pas des machines aussi puissantes pour les fabriquer et les mettre à sec que ces masses énormes entassées les unes sur les autres. C'est donc là qu'on doit aller s'instruire des faits, c'est-à-dire de ce qu'il faut expliquer, lorsqu'on entreprend de rendre raison de l'état où se trouve aujourd'hui la surface de la Terre. Il faut voir leur composition, leur forme, la position qu'elles ont entr'elles et relativement aux Plaines; il faut examiner les causes qui les détruisent et celles qui les conservent; ce qui nous conduit principalement à étudier leur fertilisation¹⁶ ».

À ce moment, Deluc est apparemment sous la forte impression d'une découverte de fossiles effectuée dans l'Oberland bernois, à une altitude de 7000 à 8000 pieds (2300 à 2600 m). Mais la clef de l'énigme n'étant pas livrée avec, le projet d'histoire des montagnes est rapidement abandonné, de sorte que l'entreprise se solde par la publication en 1778 d'un unique volume¹⁷. Dans les *Lettres sur l'Histoire de la Terre et de l'Homme* qui paraissent l'année suivante, ce ne sont plus les montagnes qui sont mises en exergue comme réserve de faits géologiques, mais les plaines d'Allemagne et des Pays-Bas, où Deluc a entretemps mené quatre campagnes successives d'observations (1776-1778¹⁸).

En dépit de sa tendance à la graphomanie, Deluc ne s'est jamais expliqué sur ce changement de paradigme. L'histoire de son cabinet permet cependant d'en retracer la genèse. À une date qu'il n'est pas possible de préciser, mais qui est de toute façon antérieure à 1776, lui et son frère ont en effet décidé d'arranger ou de réarranger leurs collections de manière à faciliter les comparaisons systématiques entre fossiles et espèces vivantes, comme d'ailleurs entre minéraux et roches de montagnes primitives et secondaires, ou encore entre produits de volcans actifs et éteints. Selon le témoignage de William Coxe, qui visita ce cabinet en septembre 1776, les spécimens de cette collection étaient alors classés de manière à ce que :

- les laves et produits de volcans actifs soient séparées de ceux provenant de volcans éteints ;

¹⁶ *Lettres sur l'histoire des Montagnes*, lettre 8 (Montpellier, 13 mars 1775), p. 127.

¹⁷ Martin Rudwick a cru pouvoir expliquer cet abandon par la parution annoncée au cours de l'année 1779 des *Voyages dans les Alpes* de Saussure (RUDWICK (2005), p. 152). Mais cette hypothèse ne tient pas compte du fait que Deluc avait modifié son programme de recherches dès 1776.

¹⁸ La relation de ces quatre voyages occupe les tomes III, IV et VI/1 des *Lettres sur l'histoire de la Terre et de l'Homme*.

- les roches et minéraux qui proviennent de montagnes primitives dépourvues de fossiles soient séparées : d'une part, de ceux provenant de montagnes secondaires dont tous les fossiles sont d'origine marine ; d'autre part, de ceux provenant de montagnes ou de collines ne contenant que des corps terrestres ;
- enfin, que les fossiles soient arrangés de manière à permettre 1° de comparer les animaux et les végétaux fossiles avec les espèces vivantes indigènes ; 2° de comparer ces mêmes fossiles avec les espèces vivantes exotiques ; 3° d'identifier les fossiles d'espèces disparues¹⁹.
- Cette mise en ordre permet à Deluc de faire ressortir ce qu'il appelle des « *dissemblances* » entre espèces fossiles et vivantes. Il en distingue de six types, à savoir :
 1. L'extinction de certaines espèces de corps marins, que l'on ne retrouve plus dans aucune des mers actuelles. Se trouvent dans ce cas les ammonites, les bélemnites, les échinites et bien d'autres espèces.
 2. L'extrême raréfaction de certains genres de corps marins, dont il n'existe d'équivalents actuels que pour un petit nombre d'espèces. Telles sont les térébratules ou anomies, dont les spécimens vivants ne se trouvent que rarement.
 3. Le cas inverse de genres et d'espèces très abondants dans nos mers, mais très rares sous la forme de fossiles. Telles sont l'oreille de mer et la conque anatifère.
 4. Les espèces de fossiles dont les seuls équivalents connus se trouvent dans des mers exotiques : le nautilé nacré et l'encrinite sont les cas les plus célèbres, mais aussi les scalatas ou turbos dont les seuls exemplaires vivants viennent des Indes orientales.
 5. Des différences de taille entre espèces fossiles et vivantes, particulièrement frappantes chez les nautilés, les cornets spiralés (*Conus*), les vis (*Strombites*) et les champignons de mer (*Fungites*).
 6. Des différences dans la répartition géographique des fossiles *terrestres*. Dans cette catégorie figurent les fougères américaines, semblables à celles existant dans des mines de charbon européennes, des défenses et des molaires d'éléphants exhumées dans le Nord de l'Europe, des mâchoires de tigres ou de lions découvertes dans une carrière de Montpellier, etc.²⁰

Toute théorie de la Terre digne de ce nom devait donc fournir l'explication de ces diverses dissemblances. À la fin de ses six volumes de *Lettres sur l'Histoire de la Terre*, Deluc pense être en mesure de livrer la sienne, qui repose sur l'idée d'une révolution universelle qui aurait fait disparaître, dans un passé pas très lointain, d'anciens continents dans le fond des mers et laissé

¹⁹ William Coxe, « *Letter 63 : On the literature in Geneva* », in *Travels in Switzerland, in a Series of Letters to William Melmoth Esq.*, vol. II, Dublin, 1789, p. 98-105, ici p. 104-105.

²⁰ *Lettres sur l'histoire de la Terre et de l'Homme*, vol. 2, lettre 40, p. 247-265.

apparaître, de manière presque simultanée, les continents actuels²¹. À défaut de pouvoir identifier des forces de soulèvement capables d'expliquer la présence de fossiles marins à des altitudes de 2300 à 2600 m, Deluc imagine des effondrements, non pas des terres environnant les montagnes mais de continents entiers qui, en s'engloutissant dans l'Océan, auraient fait baisser le niveau des eaux, de manière à ce que puissent émerger les nouveaux continents avec leurs montagnes toutes formées par sédimentation. Cette révolution, qui a affecté toute la distribution des terres et des mers, avec la possible exception de quelques îles, explique les dissemblances constatées dans l'étude des fossiles : elle a en effet provoqué l'extinction de certaines espèces, en a forcé d'autres à migrer et en a contraint d'autres encore à évoluer vers des formes différentes, quoique proches : Deluc parle à ce propos de « *transmutation* »²².

La migration de certaines espèces prouve que la révolution n'a pas été instantanée, ni universelle. Il y a donc eu des effondrements successifs de voûtes recouvrant d'immenses cavernes creusées par des feux souterrains et par des volcans, autrefois plus actifs qu'aujourd'hui. Cette révolution n'a pas été violente non plus, puisque les collines et les plaines observées en Allemagne et aux Pays-Bas ne semblent pas avoir subi de dérangements dus à un soudain déplacement des eaux en forme de mégatsunami. Cela dit, Deluc cherche dans l'observation de caractères géologiques la preuve de cette révolution, les indices de ses modalités, ainsi que de sa date. C'est l'objet de ses voyages des années 1776-1778 en Allemagne et aux Pays-Bas.

L'une des preuves les plus directes de l'existence de vastes cavernes creusées par les feux souterrains est découverte sur la route de Neuwied à Coblenze, où l'attention de Deluc est attirée par des roches pleines de corps marins dont les couches sont inclinées selon un angle de 60°. À l'examen, cette montagne lui apparaît avoir été minée à sa base, de sorte que sa partie antérieure, privée de son ancien support, s'est affaissée pour prendre cette position oblique²³. Il ne faut pas longtemps à Deluc pour établir un lien entre cet effondrement et l'existence toute proche de volcans éteints, qui avaient probablement brûlé une grande partie des matières soutenant autrefois la montagne.

L'examen des fossiles de plantes et d'animaux terrestres découverts sur nos continents jadis engloutis prouve aussi l'existence de continents plus anciens, dont les rivières avaient balayé les restes d'organismes vivants en direction de la mer. Ces restes se sont moulés dans des couches encore molles avant de s'y fossiliser. Les lits réguliers et parallèles que présentent

²¹ T. 5/2 : « XI^e partie : Exposition du système cosmologique auquel se rapporte tout cet ouvrage », avec, en particulier, une lettre 137 intitulée : « Recherche analytique de la Révolution à laquelle sont dus les fossiles marins que renferment nos Continents ».

²² Ces « *transmutations* » sont conçues comme un processus adaptatif limité aux nouvelles conditions géographiques et climatiques, spécialement pour les espèces marines restées sur les nouveaux continents, dont les eaux devenaient graduellement moins salées par l'addition constante d'eau douce provenant de la pluie. Ce processus explique pourquoi les poissons d'eau douce sont différents d'un lac à l'autre (*Lettres sur l'histoire de la Terre et de l'Homme*, vol. 5/2, lettre 137, p. 515).

²³ *Lettres sur l'histoire de la Terre et de l'Homme*, vol. 4, lettre 99, en particulier p. 297-298.

les couches de sédiments visibles en montagne prouvent aussi une action de l'eau procédant par des dépôts successifs (sédimentation). Comme la plupart des neptuniens, Deluc admet que le niveau de l'océan primitif a baissé graduellement (en l'occurrence par une suite d'effondrements partiels de galeries sous-marines), de manière à permettre la colonisation par les plantes et les animaux d'espaces de plus en plus étendus. Progressivement segmentée par des élévations montagneuses, la mer primordiale a ainsi subi des changements de courants qui expliquent la grande variété de nature et de position des montagnes secondaires provenant de ses dépôts²⁴. Deluc note que rien n'indique la durée des périodes primaire et secondaire, tout en admettant que la période secondaire représente une durée très longue. Il a en effet fallu longtemps aux eaux pour élever des montagnes sédimentaires comportant autant de couches, et aussi pour arrondir par frottement les fragments des matières primordiales qu'elles contiennent. Après une durée impossible à déterminer, la mer n'avait plus à transporter d'un lieu à l'autre que de la marne, de l'argile et surtout du sable²⁵.

L'existence de blocs erratiques trouvés à de grandes distances des montagnes auxquelles ils appartenaient à l'origine semble aussi indiquer que la Terre a subi de grandes révolutions qui ont détruit des montagnes primordiales existant sous la mer avec transport de leurs débris dans les couches secondaires en voie de formation. On trouve d'ailleurs certains débris de ces montagnes primitives sur des coquilles provenant de montagnes secondaires (voir ci-dessus).

Les volcans actifs ne sont, quant à eux, que des épiphénomènes géologiques situés en bordure de mer. Les volcans éteints, qui se trouvent au milieu des continents actuels, portent des traces plus importantes d'action de l'eau aussi bien que d'action du feu, ce qui amène Deluc à penser qu'ils se sont formés alors que les continents actuels étaient encore le lit de la mer²⁶. Ils ont produit des accumulations énormes de basaltes qui alternent avec des couches sédimentaires, ce qui indique qu'ils étaient proches des anciens bords de mer. Néanmoins, les feux souterrains qui les alimentaient n'ont pas eu le pouvoir de soulever les montagnes tant secondaires que primordiales, lesquelles n'ont d'ailleurs rien de volcanique dans leur substance. Ils ont par contre formé dans l'intérieur de la Terre des vides en forme de galeries, creusées par la sortie des matières volcaniques. Ces galeries ont miné le fond de l'ancienne mer dans une fort grande étendue, de manière à provoquer des effondrements susceptibles de faire peu à peu baisser le niveau des eaux²⁷. Ils ont aussi pu, par des tremblements de terre beaucoup plus puissants que ceux d'aujourd'hui, provoquer des fentes qui se trouvent à l'origine des filons minéraux que l'on trouve désormais dans les montagnes primitives et quelquefois aussi dans les montagnes secondaires. D'autres enfoncements sont à l'origine des mines de houille et des tourbières de nos continents. L'irruption d'eau de mer dans des galeries volcaniques a aussi pu

²⁴ *Lettres sur l'histoire de la Terre et de l'Homme*, t. 5/2, lettre, 138, p. 483.

²⁵ *Ibid.*, p. 484.

²⁶ *Lettres sur l'histoire de la Terre et de l'Homme*, t. 5/2, lettre 134, p. 460-461.

²⁷ *Lettres sur l'histoire de la terre*, t. 5/2, lettre 138, p. 477-480.

produire des explosions qui expliquent les « *pierres primordiales* » (blocs erratiques) que l'on retrouve aujourd'hui en bordure des Alpes²⁸.

Pour établir ce qu'il appelle une « *chronologie physique* » plus précise, Deluc se met en quête d'une série de « *chronomètres* » naturels. Il examine en particulier le delta du Rhin, dont la croissance au cours des siècles est bien documentée. Il y voit une vraie « *clepsydre des siècles* », un sablier permettant de dater la révolution du globe suivant des degrés marqués par l'accumulation des dépôts du fleuve. La faible accumulation de ces dépôts témoigne selon lui du peu de temps qui s'est écoulé depuis l'émergence des nouveaux continents²⁹. Dans le même ordre d'idées, il cite la taille limitée des éboulis sur les versants des sommets alpins, ou le fait qu'à l'image du lac Léman, qui reçoit du Rhône un apport considérable de sédiments, les lacs alpins n'ont pas été convertis en plaines alluviales par les dépôts de leurs rivières affluentes³⁰.

Comme preuve supplémentaire du peu d'ancienneté des continents actuels, Deluc relève l'impossibilité pour les rivières d'avoir creusé les vallées où elles coulent en raison du caractère limité de l'érosion par les eaux³¹. Il en résulte que, selon lui, les vallées proviennent elles aussi d'effondrements. Tous ces éléments prouvent donc que les opérations des processus actuels d'érosion ont commencé à une époque pas très éloignée dans le passé, de l'ordre de quelques milliers d'années³². Les chroniques de l'humanité, telles que celle établie par Moïse, n'étant pas beaucoup plus récentes, elles peuvent donc être tenues pour fiables comme récit de l'origine de l'homme rapporté dans la Genèse.

En conclusion de son ouvrage, Deluc pense que l'effondrement des continents anciens correspond à l'épisode biblique du Déluge, relaté dans la Genèse. Celui-ci doit donc être interprété comme une transformation géologique permanente, et non comme un épisode passager. Histoire de la Terre et histoire sacrée se renforcent mutuellement pour donner une date assez récente (quelques milliers d'années) aux continents actuels. Le Déluge a en fait séparé le monde actuel, largement documenté par l'histoire humaine, d'un monde ancien sur lequel on ne peut risquer que de vagues conjectures, si ce n'est à travers l'examen des fossiles, qui permettent d'élaborer des « hypothèses raisonnables »³³. Quant aux montagnes primordiales

²⁸ *Ibid.*, p. 481-482.

²⁹ *Lettres sur l'histoire de la Terre et de l'Homme*, t. 5/2, lettre 139, p. 497.

³⁰ Cet aspect avait été examiné en 1754 avec Jean-Jacques Rousseau. Dans le détail, et toujours à propos du Rhône, Deluc admet que le premier âge des continents actuels est troublé par une série de circonstances particulières qu'il est difficile de démêler (*Lettres sur l'histoire de la Terre et de l'Homme*, t. 5/2, p. 500-503).

³¹ *Lettres sur l'histoire de la Terre et de l'Homme*, vol. 2, lettres 29, 30 et 31.

³² Il est amusant de constater qu'à ces divers phénomènes, Deluc ajoute encore le refroidissement des hautes montagnes, provoqué par la raréfaction de l'air (suite à l'élévation des nouveaux continents) et attesté par l'allongement des glaciers, qui encombrant désormais des passages dont les hommes des vallées alpines avaient gardé la mémoire. Il en déduit que si les montagnes avaient été plus anciennes, elles seraient entièrement encroûtées de glaces (*Lettres sur l'histoire de la Terre et de l'Homme*, vol. 5/2, lettre 139, p. 493-496).

³³ Pour le détail des théories de Deluc sur les montagnes primitives et secondaires, voir *Lettres sur l'histoire de la Terre et de l'Homme*, vol. 2, lettres 37, 38, 39 et vol. 5/2, lettres 137 et 138.

(formations primaires), composées de granites, de schistes, de roches quartzeuses, de serpentines, elle demeurent largement inexplicables tant elles ne semblent l'effet d'aucune cause physique capable de rendre compte de leur formation³⁴. Deluc les considère antérieures non seulement aux fossiles, mais même à tout document géologique³⁵. Il envisage cependant que certaines montagnes en forme de cône puisse provenir de la sortie de substances terrestres liquéfiées (Fig. 1).

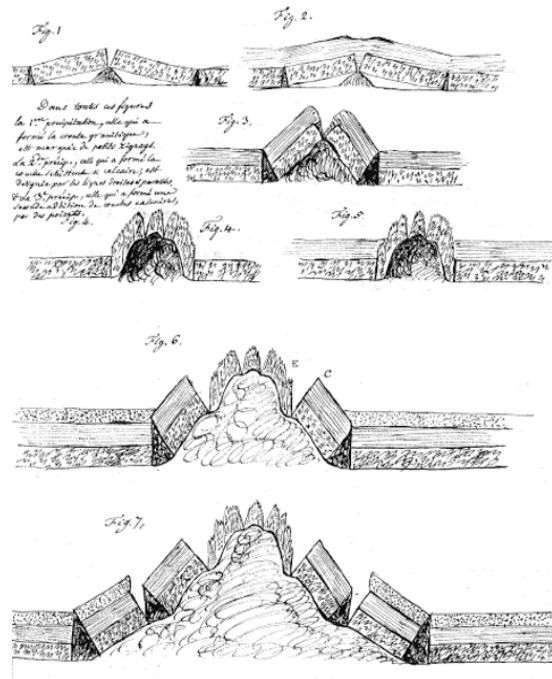


Figure 1. Schéma esquissé en 1795 par Deluc Fils pour expliquer la genèse de certaines montagnes primitives par des soulèvements dus à la pression de substances liquéfiées provenant du centre de la Terre (Manuscripts and Archives of the Yale University Library, Jean Andre De Luc Papers, box 31).

Pour un lecteur d'aujourd'hui, l'ouvrage dans lequel Deluc expose sa théorie de la révolution universelle est extrêmement curieux par son architecture et son mélange des genres. Outre les observations géologiques, ses récits de voyage contiennent en effet toutes sortes de réflexions philosophiques et morales que lui suggèrent les régions traversées. Les campagnes d'Allemagne et des Pays-Bas, les plaines du Hanovre, les volcans éteints de Rhénanie, le delta du Rhin, les

³⁴ La nature des matières elles-mêmes pourrait s'expliquer par des causes chimiques, encore qu'il paraisse difficile de reconstituer « dans nos petits laboratoires » ce que la nature avait fait en grand. Quant aux causes physiques connues, soit les feux souterrains capables d'expliquer les volcans, soit les précipitations sédimentaires capables d'expliquer les montagnes secondaires (montagnes aquatiques contenant des fossiles), elles ne paraissent pas pouvoir expliquer la formation des montagnes primordiales. C'est pourquoi Deluc les appelle montagnes inexplicables (*Lettres sur l'histoire de la Terre et de l'Homme*, vol. 5/2, lettre 137, p. 453-454).

³⁵ « Au commencement de cette période, notre Globe était composé de certaines substances terrestres, sous certaines formes, le tout résultant des causes antérieures; mais ces causes ne sont pas indiquées dans le récit de Moïse, et jusqu'à présent les hommes ne les ont pas découvertes » (*Lettres sur l'histoire de la Terre et de l'Homme*, vol. 5/2, p. 641).

montagnes du Harz et de la Suisse lui inspirent de longues méditations historiques, sociales, économiques, voire politiques. L'essentiel de celles-ci se trouve consigné dans une série de quatorze essais introductifs sur les sujets les plus divers, qui vont du partage des biens et de l'assistance aux pauvres à la tolérance en passant par l'égalité, la simplicité, le bonheur, l'agriculture, les manufactures, le commerce, la politique ou encore les sciences. En philosophe chrétien, Deluc se préoccupe du bonheur de l'homme, un sujet pour lequel la géologie lui paraît d'ailleurs d'une importance capitale. Elle seule est en effet susceptible de corroborer et d'explicitier le message biblique, plus particulièrement le récit mosaïque de la Création et du Déluge. C'est sans doute l'importance de cet enjeu qui explique tout le temps que Deluc consacre à réfuter les théories géologiques de ses confrères³⁶.

En 1780, ce redoutable polémiste n'a pas encore renoncé à ses idéaux démocratiques, et moins encore à l'idée que la Révélation biblique, l'étude de la Nature et l'histoire morale de l'Homme ne peuvent que converger et se renforcer mutuellement³⁷. Contrairement à la plupart des savants diluvianistes (Burnet, Woodward, Whiston ou Scheuchzer), Deluc ne croit d'ailleurs pas aux miracles et entend expliquer les grands événements de l'histoire de la Terre par des causes naturelles. Pour lui, le Déluge ne peut correspondre qu'à un phénomène géologique qu'il s'agit d'élucider à l'aide d'observations de terrain. Refusant les notions de dégénérescence et de destruction, il se montre convaincu que le monde s'améliore continuellement : il croit donc au progrès de la Création et souligne le rôle positif des forces de la nature. Ce providentialisme chrétien, très minoritaire dans la science française des années 1770, est encore parfaitement de saison en Angleterre, où le développement de l'Enlightenment ne se fait que rarement contre la religion³⁸. D'ailleurs, le volumineux ouvrage de Deluc paraît avoir été bien accueilli outre-Manche, même par un journal whig et non-conformiste comme le *Monthly Review*, où l'on peut lire :

« We have not, in many years, met with a work more replete with rational entertainment and solid instruction, and which we can more conscientiously recommend to able friends, and also to the enemies, of true philosophy, than the work now before us. It is not the hasty production of a few months, or the result of observations and experiments made with precipitation and rapidity; it is the fruit of a long, laborious and attentive study of nature carried on, with little interruption during the space of thirty years; and it bears all the marks of a sagacious and experienced observer, a profound and original thinker, a sound logician and a good man. It is filled with precious materials relative to the natural world [...] and it exhibits

³⁶ Une grande partie du volume 1^{er} des *Lettres sur l'histoire de la Terre et de l'Homme* et l'intégralité du volume II sont consacrées à réfuter les théories « qui expliquent l'état actuel de la surface de notre Globe par des opérations lentes » des vagues et des marées (1^{ère} catégorie), celles « qui attribuent aux Fleuves l'état actuel de la surface de la Terre » (2^e catégorie) et celles qui attribuent la formation des montagnes et des continents à des changements graduels dans le niveau des eaux (3^e catégorie).

³⁷ Sur les rapports entre science et histoire chez Deluc, voir HEILBRON (2011a).

³⁸ Sur le contexte propre à la géologie anglaise de la période, et sur ses liens avec la religion, voir GILLISPIE (1951).

rational, extensive and noble views of the connection of Nature with its AUTHOR and with the moral and religious system of the universe »³⁹.

Évidemment, seul un public d'amateurs distingués ou de gentlemen cultivés pouvait apprécier un ouvrage aussi touffu. Les théologiens eux-mêmes étaient partagés, selon qu'ils adhéraient ou non à la théologie naturelle, et aussi selon les conceptions qu'ils se faisaient de la critique sacrée⁴⁰. Dans *l'Encyclopédie méthodique*, l'abbé Bergier n'hésita pas à voir en Deluc celui qui avait réussi, par ses observations de terrain, à démontrer la fausseté du système de Buffon⁴¹. Quant aux spécialistes, ils se montrèrent pour la plupart aussi critiques envers Deluc que celui-ci l'avait été pour les systèmes de ses collègues. Et parmi les plus sceptiques figurait tout naturellement Saussure, qui soumit la théorie géologique de son compatriote à une analyse en règle, sans toutefois rien en publier⁴².

Saussure ou la quête des panoramas

De manière générale, Saussure ne considérait pas le récit biblique comme une hypothèse cosmologique intéressante. Sa foi chrétienne n'était d'ailleurs pas en cause puisqu'en tant que professeur à l'académie de Genève, il donna à la vénérable Compagnie des pasteurs toutes les garanties qu'elle pouvait souhaiter⁴³. C'est donc dans un souci de clarification méthodologique qu'il préconisait de séparer ce qui relève des Écritures ou de la foi de ce qui tient de la connaissance scientifique. Son terrain de prédilection était la partie centrale du massif alpin, où les phénomènes se révèlent avec une netteté dont les habitants des plaines n'ont aucune idée :

« C'est surtout l'étude des Montagnes qui peut accélérer les progrès de la Théorie de ce Globe. Les plaines sont uniformes, on ne peut y voir la coupe des terres et leurs différents lits qu'à la faveur des excavations qui sont l'ouvrage des eaux ou des hommes : or ces moyens sont très insuffisants, parce que les excavations sont peu fréquentes, peu étendues et que les plus profondes descendent à peine à deux ou trois cents toises [400 à 600 m]. Les hautes montagnes au contraire, infiniment variées dans leur matière et dans leur forme, présentent au grand jour des coupes naturelles d'une très grand étendue, où l'on observe avec la plus grande

³⁹ *The Monthly Review*, vol. 62, January-June 1780, p. 527-541, ici p. 527-528.

⁴⁰ Sur les démêlés de Deluc avec les théologiens allemands, voir HEILBRON (2011b).

⁴¹ « *Monde (physique du)* », in *Encyclopédie Méthodique : Théologie*, par M. l'abbé Bergier, t. 2, Paris, 1789, p. 699.

⁴² Les « *Objections contre le système de De Luc* » de Saussure furent consignées dans un manuscrit intitulé « *Théories des formations et des Révolutions. Systèmes et objections. Origine des Etres organisés* » (BGE, Ms Saus 96, section AA). Elles sont résumées dans CAROZZI (1987), p. 223-225.

⁴³ Voir FATIO (2001). En dépit de cette pétition de principe, les *Voyages dans les Alpes* témoignent d'une attitude plus proche d'un déisme assez vague que de l'orthodoxie réformée.

clarté et où l'on embrasse d'un coup d'œil l'ordre, la situation, la direction, l'épaisseur et même la nature des assises dont elles sont composées et des fissures qui les traversent »⁴⁴.

Son programme de recherches, Saussure l'explicite en 1776 dans une *Lettre au chevalier Hamilton*, où il définit la « *géographie physique* » comme une science d'observation portant sur la composition des montagnes, leur morphologie et leur structure, leur altitude, la formation des vallées, ainsi que les phénomènes qui s'y rapportent (végétation, cours d'eau, cavernes, etc.)⁴⁵. C'est pourquoi il faut s'élever, prendre de la hauteur, et se faire alpiniste pour accéder à des belvédères qui vont peu à peu révéler l'ordre des montagnes.

La minéralogie peut certes contribuer à l'élaboration d'une théorie du Globe, mais d'une manière secondaire, car les observations de détail qu'elle livre ne valent pas les vues d'ensemble que découvre un alpiniste. En effet :

« L'unique but de la plupart des voyageurs qui se disent naturalistes, c'est de recueillir des curiosités ; ils marchent ou plutôt ils rampent les yeux fixés sur la terre, ramassent ça et là de petits morceaux, sans viser à des observations générales. Ils ressemblent à un Antiquaire qui gratterait la terre à Rome au milieu du Panthéon ou du Colisée pour y chercher des fragments de verre coloré sans jeter les yeux sur l'architecture de ces superbes édifices »⁴⁶.

En découvrant dès les années 1758-1760 les points de vue du Salève (1380 m) et du Brévent (2500 m), Saussure comprend en effet le parti qu'on peut tirer des panoramas pour dépasser les accidents de terrain qui compartimentent l'univers alpin. Rattachant les vallées les unes aux autres, il ordonne ainsi de vastes ensembles géologiques qui lui permettent de réfléchir aux structures sous-jacentes.

Un pas de plus est franchi en 1773 avec l'ascension de l'Etna, qui offre un observatoire sans équivalent sur les phénomènes géologiques, mais aussi atmosphériques et géographiques qui intéressent le philosophe de la nature⁴⁷. De là-haut, Saussure se sent tout à coup capable de percevoir, par une sorte d'intuition globale, les mécanismes tectoniques qui ont façonné la Terre depuis les bords du cratère jusqu'à la mer, ainsi que les phénomènes physico-chimiques qui agitent l'atmosphère depuis les entrailles du volcan jusqu'aux nuages. Dans l'une des plus belles pages de ses *Voyages*, il décrit les grondements des feux souterrains et l'ascension des colonnes de fumée, les bouches latérales du volcan couvertes de végétation, la masse de sa base qui échappe à sa vue, tandis que le regard de l'observateur, porté jusqu'au ciel, s'étend en

⁴⁴ *Voyages dans les Alpes*, t. I, p. II (toutes les références sont basées sur l'édition in-4°).

⁴⁵ Lettre à S. E. le Chevalier Hamilton, du 17 décembre 1774, *Observations sur la physique*, 7, 1776, p. 19-38. Le terme de « *géographie physique* » n'était pas nouveau puisqu'il avait déjà été utilisé par Desmarest en 1757, dans l'un des articles scientifiques les plus novateurs de l'Encyclopédie.

⁴⁶ *Voyages dans les Alpes*, t. I, p. III.

⁴⁷ « *Il semble que dominant au-dessus de ce Globe, il [le philosophe] découvre les ressorts qui le font mouvoir, et qu'il reconnaît au moins les principaux agents qui opèrent ses révolutions* » (*Voyages dans les Alpes*, t. I, p. IV).

direction des îles Éoliennes toutes proches. Il perçoit du même coup le ravinement produit par le ruissellement et l'action de l'air, ainsi que la dégradation des montagnes calcaires de Sicile, formées jadis sous la mer. Il devine même l'action de l'eau, du feu, des végétaux et des animaux, qui contribuent indirectement à former les nouvelles montagnes destinées à s'élever un jour au-dessus de la surface des mers.

De retour dans les Alpes, Saussure pousse plus loin encore sa contemplation philosophique. Sa célèbre « *vision du Cramont* » (1774 ; publ. 1786) fait un véritable point des connaissances sur l'orogénèse :

« Retraçant alors dans ma tête la suite des grandes révolutions qu'a subies notre globe, je vis la mer, couvrant jadis toute la surface du globe, former par des dépôts et des cristallisations successives, d'abord les montagnes primitives, puis les secondaires ; je vis ces matières s'arranger horizontalement par couches concentriques, et ensuite le feu, ou d'autres fluides élastiques renfermés dans l'intérieur du globe, soulever et rompre cette écorce, et faire sortir ainsi la partie intérieure et primitive de cette même écorce, tandis que ses parties extérieures ou secondaires demeuraient appuyées contre les couches intérieures. Je vis ensuite les eaux se précipiter dans les gouffres crevés et vidés par l'explosion des fluides élastiques ; et ces eaux, en courant à ces gouffres, entraîner à distance ces blocs énormes que nous trouvons épars dans nos plaines »⁴⁸.

La preuve de cette orogénèse par redressement, qui concerne les montagnes sédimentaires, mais aussi des montagnes cristallines primitives (qui présentent en effet des couches fendillées), Saussure pense la découvrir deux ans plus tard (1776) en observant les fameux poudingues de Vallorcine, c'est-à-dire un conglomérat vertical où des galets paraissent avoir été emprisonnés par du sable⁴⁹. Si le mécanisme de cette orogénèse lui échappe encore, cette observation le renforce dans la conviction que c'est bien dans les Alpes que l'on peut le mieux observer les structures de l'intérieur de la Terre⁵⁰. Saussure pense que c'est au sommet du mont Blanc qu'il trouvera, par une espèce de révélation philosophique, la clef de la théorie de la Terre. En attendant d'y parvenir, il se contente du panorama du Buet (1776, publ. 1786), qui lui permet de reconstituer l'ordre topographique des Alpes de Savoie, aperçues jusque-là de manière fragmentaire et non coordonnée. Cette vue d'ensemble l'incite à analyser les corrélations entre entités géographiques, plus particulièrement la disposition des chaînes de montagnes, leur structure et leurs différentes composantes. Cette représentation, publiée en 1786 dans le second volume des *Voyages*, n'est pas sans évoquer un écorché qui montrerait l'anatomie interne de la Terre (fig. 2).

⁴⁸ *Voyages dans les Alpes*, t. II, § 919.

⁴⁹ *Voyages dans les Alpes*, t. II, §§ 687-695.

⁵⁰ « *Ce ne serait donc pas dans les profonds souterrains des mines de la Pologne et du Northumberland, mais sur la cime des montagnes en couches verticales qu'il faudrait aller étudier la nature de l'intérieur du monde primitif, du moins jusqu'où nous pouvons y atteindre* » (*Voyages dans les Alpes*, t. IV, p. 184).

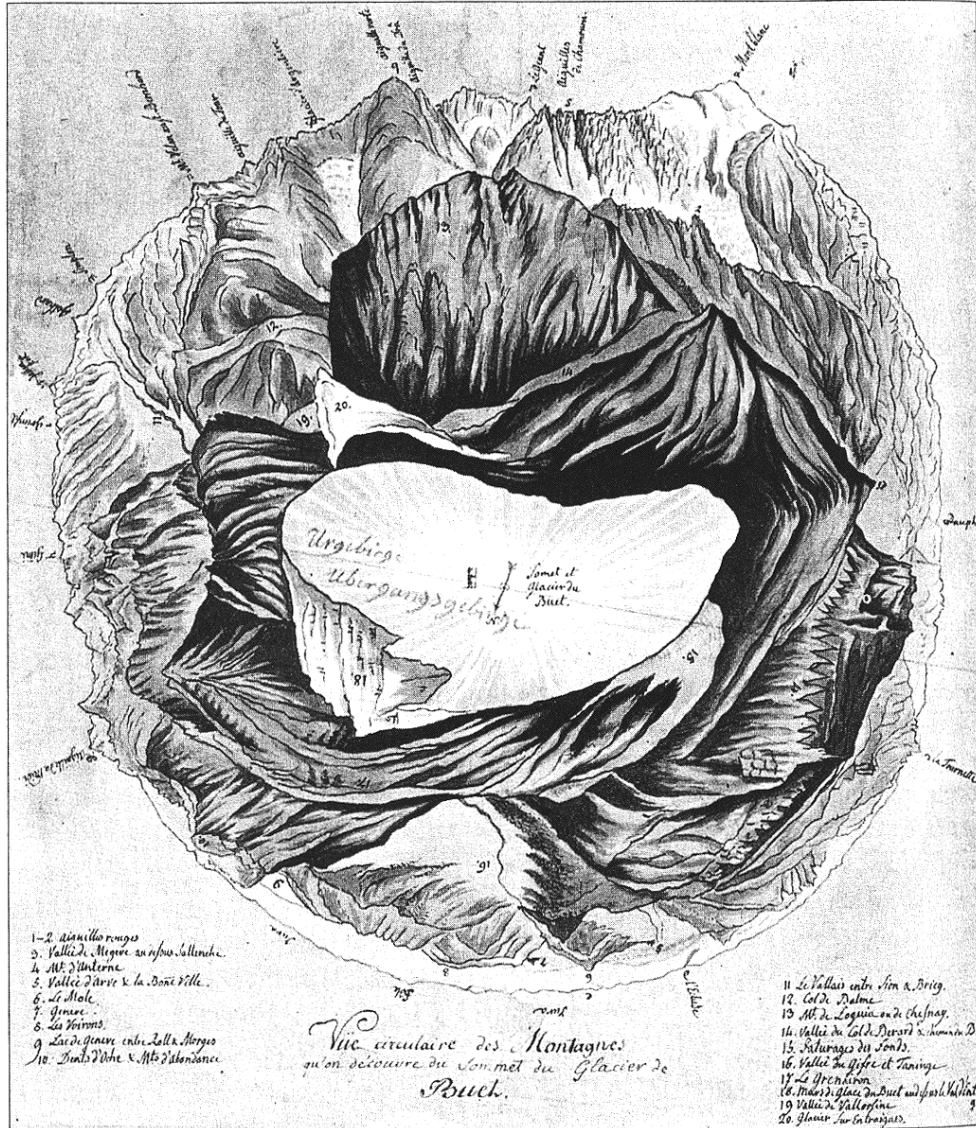


Figure 2. Estampe colorée de la « Vue circulaire des montagnes qu'on découvre du sommet du glacier de Buét » exécutée par Marc-Théodore Bourrit d'après un croquis original de Saussure (*Voyages dans les Alpes*, t. I, pl. VIII). Les notes ajoutées en surcharge, où l'on distingue entre autres les notions wernériennes de « Urgebirge » et de « Übergangsgebirge », sont de la main de Hans Conrad Escher (Graphische Sammlung der ETH, Zurich).

Après plus de vingt-cinq années de convoitise, Saussure atteint enfin le sommet du mont Blanc le 3 août 1787. Il fait mine de croire que le spectacle qu'il y découvre répond à ses attentes, affirmant que de là-haut « un seul regard levait des doutes que des années de travail n'avaient pu éclaircir »⁵¹. Ce belvédère lui permet en tout cas de confirmer l'observation fondamentale du

⁵¹ *Voyages dans les Alpes*, t. IV, p. 147.

redressement des couches, faite quelques années auparavant⁵². Il trouve aussi que la disposition des Alpes, que l'on se représente ordinairement comme formant une chaîne continue, paraît en réalité constituée de « *grappes* » de montagnes. Quant à la structure de l'Aiguille du Midi qui, d'en bas, lui avait paru composée de lames appliquées autour d'un axe, « *comme les feuilles d'un artichaut* », elle se révèle striée de magnifiques feuilletts de granit perpendiculaires à l'horizon, et dirigés du Nord-Est au Sud-Ouest⁵³. Cette observation de feuilletts verticaux dirigés dans une même direction le renforce dans sa conviction en l'existence d'un refoulement général qui aurait redressé des couches originaires horizontales⁵⁴.

Comme l'a montré Carozzi, cette idée de refoulement général était née de l'interprétation à partir de 1774 de plis spectaculaires observés dans les gneiss ou dans les calcaires, en particulier ceux du nant d'Arpenaz en Faucigny (fig. 3). En 1784, l'observation de couches de molasse plissées et verticales dans les gorges du Chéran à Alby en Savoie amena Saussure à introduire la notion de repli d'une couche horizontale et même de refoulements en sens contraires. Ces refoulements horizontaux résultent selon lui de mouvements de la croûte terrestre lors de secousses ou d'oscillations violentes de la surface du globe (tremblements de Terre)⁵⁵. Après avoir observé des phénomènes semblables dans les calcaires du Jura, il s'efforce même de reproduire ces déformations en laboratoire, en utilisant des couches de glaise étendues sur une table. Il en conclut que ces mouvements étaient probablement liés à la contraction du Globe par refroidissement.

⁵² « *Enfin, de ce bel observatoire, je saisis d'un coup d'oeil, ou du moins sans changer de place, l'ensemble du grand phénomène que j'avais observé, pour ainsi dire, pièce à pièce : celui du relèvement des couches de montagnes du côté du Mont-Blanc* » (*Voyages dans les Alpes*, t. IV, p. 185).

⁵³ *Voyages dans les Alpes*, t. IV, p. 179-181.

⁵⁴ *Voyages dans les Alpes*, t. IV, p. 181.

⁵⁵ Sur la succession des hypothèses formulées par Saussure pour expliquer l'orogénèse alpine, voir CAROZZI (2001).

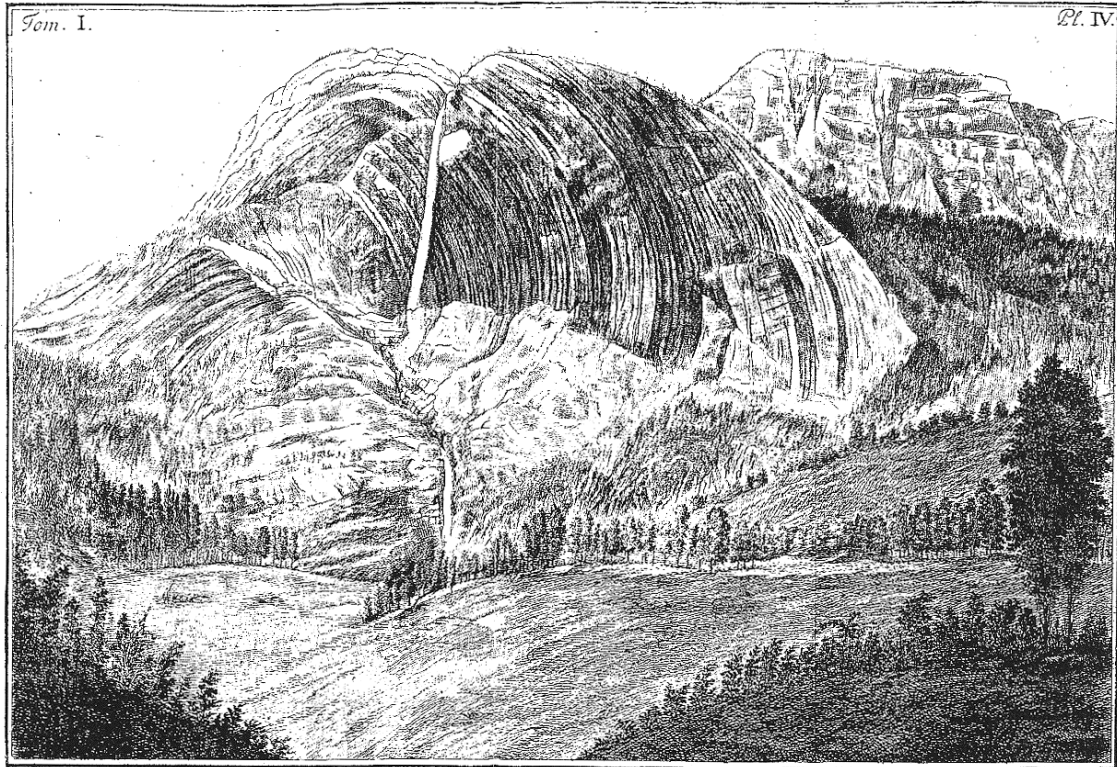


Figure 3. Partie synclinale du pli en S du nant d'Arpenaz, en Faucigny. Gravure exécutée par Marc-Théodore Bourrit d'après un croquis de Saussure (*Voyages dans les Alpes*, t. I, pl. IV). L'observation de ces plis en 1774 fut à l'origine des réflexions de Saussure sur la possibilité d'une orogénèse par « redressements ».

L'opinion des contemporains

Entre l'approche cosmologique de Deluc, qui fait de la théorie de la Terre une branche de la philosophie naturelle, et l'approche géographique de Saussure, dont les fondements empiriques relèvent plutôt de l'histoire naturelle, les contemporains ont paru longtemps hésiter. Comme Deluc, beaucoup semblaient penser qu'une séparation trop stricte entre science et religion, et surtout une définition trop stricte de la sphère des différentes disciplines scientifiques risquait de contrarier le but même de la science en la privant de la possibilité d'établir une histoire générale de la Terre. Sans même parler des bénéfiques moraux qu'il en escomptait, Deluc considérait en tout cas que toute limitation artificielle de l'histoire de la Terre à un savoir purement géologique était une façon d'établir des systèmes qui n'existaient pas dans la nature, mais seulement dans le cerveau de leur auteur⁵⁶. Il croyait d'ailleurs que cette transdisciplinarité était postulée par la philosophie de la connaissance de Bacon⁵⁷. Au début du XIX^e siècle encore, les géologues

⁵⁶ Voir en particulier son *Traité de géologie* (1809), cité par GILLISPIE (1951), p. 64.

⁵⁷ Sur la conception que Deluc se faisait de la philosophie de Bacon, voir HEILBRON (2007).

étaient divisés sur ce point. Willem Bilderdijk, qui publia en 1813 le premier traité de géologie en néerlandais, mentionnait ainsi Deluc comme l'une des principales figures qui donnèrent à cette science nouvelle sa signification et ses concepts⁵⁸. Au même titre que Saussure et Dolomieu.

La difficulté des contemporains à percevoir la plus grande modernité méthodologique de Saussure était d'ailleurs plus frappante encore en physique qu'en géologie. C'est pourquoi Deluc parvint à s'imposer dans une querelle des hygromètres où il ne paraissait avoir ni le meilleur instrument, ni les arguments les plus convaincants pour le faire valoir⁵⁹. En géologie également, l'agnosticisme théorique de Saussure ne paraissait pas constituer un avantage décisif pour l'emporter face au finalisme théologique de Deluc. Celui-ci considérait d'ailleurs la réserve théorique de son adversaire comme une faiblesse, un point de vue que Buffon partageait entièrement⁶⁰. Deluc était même convaincu, comme son frère, que Saussure retardait la publication de sa théorie de la Terre afin de pouvoir se positionner par rapport à lui⁶¹. Il est vrai que, jusqu'à l'ascension du mont Blanc, la réputation de ce dernier était moins affirmée que la sienne. Aussi, lorsque le *Monthly Review* décida en 1781 de présenter à ses lecteurs le premier volume des *Voyages dans les Alpes* de Saussure, ce fut à travers des références constantes à Deluc⁶².

En réalité, il n'est pas sûr que cette bonne réputation de Deluc soit due uniquement, ou même principalement, à la géologie. C'est en effet dans le domaine de la physique que les témoignages d'estime le concernant sont les plus nombreux. Dès 1762, ses travaux pour élaborer une formule de mesure des altitudes à l'aide du baromètre, qui incluent une réforme du thermomètre de Réaumur, ont reçu l'approbation pleine et entière de l'Académie des sciences de Paris⁶³. Dix ans plus tard, l'ouvrage intitulé *Recherches sur les modifications de l'atmosphère*, qui porta ces travaux à la connaissance du public, fut salué par une presse unanime, tant en France (*Journal des savants, Bibliothèque des Sciences et des Beaux-Arts*) qu'en Grande-Bretagne (*Edinburgh Magazine, Gentleman's Magazine*) ou en Allemagne (*Göttingische Anzeigen, Allgemeine Deutsche Bibliothek*)⁶⁴. Par la suite, Deluc jouit en France du soutien appuyé de Lalande, qui fit des compte rendus très favorables de ses *Essais sur la pyrométrie*

⁵⁸ Willem BILDERDIJK, *Geologie of Verhandeling over de vorming en vervorming der Aarde*, Groningen, 1813, p. XI, cité par HÜBNER (2010), p. 25.

⁵⁹ Voir SIGRIST (2011b).

⁶⁰ Selon CAROZZI, Buffon reprochait à Saussure de « *ne pas conclure assez* ».

⁶¹ Lettre de Guillaume-Antoine Deluc à son frère Jean-André, 4 mars 1780 (BGE : Ms fr 2469, f° 91-92).

⁶² « He [Saussure] seems to have been, from his early youth, as passionate lover of mountains as M. de Luc [...]. In the 2nd part of this volume, M. de Saussure gives an ample account of his voyage to Chamouni, and the Glacier of Buet, to which the observations and experiments of M. de Luc have given no small degree of celebrity in the records of natural history [...]. There is a particular phenomenon, relative to the Lake of Geneva, in the first part of this work, which the Author explains by an ingenious hypothesis, not totally different from that of M. de Luc, but capable on the contrary of an easy reconciliation with it » (*The Monthly Review*, vol. 65, July-December 1781, p. 378, 379, 380).

⁶³ WOLF (1858), p. 250.

⁶⁴ Une partie de ces éloges est mentionnée par HOFFMANN (2003), p. 587.

(1779)⁶⁵ et de ses *Idées sur la météorologie* (1787)⁶⁶. En Angleterre également, Deluc verra ses travaux hygrométriques couronnés par la *Copley Medal* de la *Royal Society* pour 1791, alors même que son hygromètre à fanon de baleine n'avait pas fait la preuve de sa supériorité sur l'hygromètre à cheveu de Saussure. En Allemagne enfin, sa théorie de la pluie, ainsi que l'hygromètre de baleine qui semblait l'appuyer, seront défendus par Lichtenberg et Kries dans un ouvrage publié tout exprès en 1800⁶⁷.

Dans les années 1780 en tout cas, la réputation de Deluc paraissait si bien établie que même ceux qui n'étaient pas capables d'en juger par eux-mêmes la tenaient pour assurée. Ainsi le compte rendu de ses *Idées sur la Météorologie* paru dans *l'Année Littéraire* de 1787 commence-t-il par cette phrase très révélatrice :

« *Le nom de M. de Luc est un beau nom en Physique, Monsieur ! Et en fait de sciences, on ne se fait point un nom gratuitement : ce n'est pas là qu'on usurpe des réputations. Celle de M. de Luc est fondée sur des titres authentiques ; et l'ouvrage que je vous annonce est fait pour la soutenir* »⁶⁸.

L'absence de revue spécialisée, et par conséquent la rareté des compte rendus d'ouvrages de géologie, ne permet pas de savoir si une telle réputation de physicien se répercutait dans le domaine moins bien délimité des sciences de la Terre, où le public comprenait aussi un plus grand nombre d'amateurs. Parmi les spécialistes, il est sûr que les travaux de Deluc ont circulé au moins jusqu'à Cuvier, dont les révolutions du Globe sont annoncées par sa révolution universelle⁶⁹, et jusqu'à William Buckland, qui a fait une lecture attentive de ses ouvrages⁷⁰. Toute aussi évidente paraît l'influence que les observations de Deluc sur le delta du Rhin ont pu avoir sur l'étude menée par Dolomieu sur le delta du Nil, incitant ce dernier à accepter une chronologie courte pour les continents actuels⁷¹. Même Humboldt, qui ne partageait pas les

⁶⁵ « *Nous n'avons pu donner dans cet Extrait qu'une légère indication des faits qu'il a découverts et constatés, et des procédés ingénieux par lesquels il a varié ses expériences pour découvrir de nouveaux rapports ; mais il nous semble qu'il n'y a point actuellement de Physicien qui ait ce talent rare et précieux pour la Physique au même degré que M. de Luc* » (*Journal des Savants*, octobre 1779, p. 672-675, ici p. 675).

⁶⁶ « *Ce Livre étant l'ouvrage d'un des plus grands Physiciens que nous ayons, est aussi un des meilleurs Livres de Physique qui aient paru. Personne n'a poussé si loin les recherches sur la nature de l'électricité et sur les effets de la chaleur et des vapeurs de différentes espèces. M. de Luc avait déjà fait d'excellentes choses sur les hygromètres ; il étend ici bien davantage ses recherches sur cette partie, il redresse M. de Saussure même dont on connaît la réputation et le mérite, et il commence à répondre au Mémoire que M. Trembley a donné contre sa méthode pour mesurer les hauteurs par le moyen du Baromètre* » (*Journal des Savants*, avril 1787, p. 253-254; le compte rendu lui-même paraîtra en novembre 1787, p. 2167-2197 et décembre 1787, p. 2632-2637).

⁶⁷ Ludwig Christian LICHTENBERG, Friedrich KRIES, *Vertheidigung des Hygrometers und der De Lüc'schen Theorie vom Regen*, Göttingen, Johann Christien Dietrich, 1800.

⁶⁸ *Idées sur la Météorologie*, Par J. A. de LUC, Lecteur de la Reine de la Grande-Bretagne, des Sociétés Royales de Londres et de Dublin et Correspondant des Académies des Sciences de Paris, de Montpellier et de Rotterdam, 2 vol. À Paris, 1787, in *L'Année Littéraire*, 1787, t. 7, Lettre IX, pp. 160-163.

⁶⁹ ELLENBERGER & GOHAU (1981).

⁷⁰ CANNON (1970), p. 568(b).

⁷¹ RUDWICK (2005), pp. 321-324.

idées de Deluc sur l'origine du basalte, a pu reconnaître ses mérites de géologue au détour d'une phrase⁷².

Quoi qu'il en soit, Deluc ne se contenta pas d'élucider les mécanismes du Déluge et de l'origine des continents actuels. Dès 1790, il s'attaqua à la rédaction d'une théorie de la Terre couvrant la longue période antédiluvienne, et reconstituant avec autant de détail que possible les six époques de la Création. L'opération était délicate car, contrairement à l'histoire des montagnes secondaires, documentée par les fossiles qu'elles contiennent, celle des montagnes primitives ne pouvait être reconstituée qu'indirectement, sur la base des lois de la physique. Qu'à cela ne tienne. Après s'être échauffé en attaquant la théorie de la Terre de James Hutton dans quatre lettres insérées dans le *Monthly Review* de 1790 et 1791⁷³, Deluc se mit bravement à l'ouvrage. De 1790 à 1793, il bombardait ainsi le *Journal de Physique* de trente-et-une longues lettres à Lamétherie, où l'histoire de la Terre depuis le *fiat lux* jusqu'à la formation des divers ordres de montagnes (en passant par de multiples catastrophes géologiques) était déduite des principes physico-chimiques relatifs aux fluides expansibles et aux fluides « *déférents* », ainsi que des conséquences relatives à la chaleur, à la lumière, à l'électricité, aux météores, etc. Dans le même élan, Deluc publia encore sept lettres à Lalande sur différentes questions de physique particulière comme la mesure des hauteurs par le baromètre, les réfractions astronomiques, la hauteur de l'atmosphère, la mesure des températures ou la chaleur de l'eau bouillante. Puis il assaisonna le tout de trois lettres à Lalande dans lesquelles il s'en prenait à la chimie nouvelle, ce qui n'arrangea pas sa réputation de savant. Trompé par les indications d'un hygromètre en réalité fallacieux, Deluc supposait en effet que la pluie provenait de la décomposition d'une partie de l'air atmosphérique (et non de l'humidité accumulée dans ses couches), ce qui l'incita à rejeter l'idée que l'eau puisse résulter de la composition de deux gaz différents. Son obstination à défendre son point de vue finira par le marginaliser⁷⁴.

Pour que le lecteur égaré dans le fil de ses raisonnements géologiques puisse s'y retrouver, Deluc republia les détails de sa théorie des six étapes de la Création dans une série de sept lettres (en allemand) à Blumenbach insérées dans le *Magazin für das Neueste aus der Physik und Naturgeschichte* des années 1793-1796. Une version anglaise fut publiée simultanément dans le *British Critic*, un nouveau périodique Tory qui se donnait pour but de limiter l'influence des radicaux. Enfin l'original français parut en un volume édité en 1798. À vrai dire,

⁷² « Einem Manne von de Luc's Verdiensten, der durch philosophische Behandlungsart der Mineralogie den Eifer nach Untersuchung überall rege machte, und der durch sein Beispiel so mächtig auf seine Zeitgenossen wirkte, wird man solche Übereilungen gern verzeihen » (*Mineralogische Beobachtungen über einige Basalte am Rhein*, Braunschweig, 1790, p. 122, cité par HEILBRON (2005), p. 87).

⁷³ Cette théorie, qui devait être publiée en 1795 dans un ouvrage en 3 volumes, avait fait l'objet d'un premier article inséré en 1788 dans les *Transactions of the Royal Society of Edinburgh*.

⁷⁴ À témoin, cette remarque parue dans le *Monthly Magazine*, de janvier 1797 (vol. 3, p. 2) : « M. de Luc has written largely, but to little purpose, against the new theory and nomenclature. His papers (in *Journal de Physique*) were so barren of facts, and so abundant in words, that most men of science in Europe were sick of reading before he ceased to write. Except M. de Luc, there is probably no author now among us, who at once contends for the existence of phlogiston and strenuously denies the composition of water. Some of the lunar philosophers, as Mr Watt and Keir, may be set down as sceptics ».

l'impact de ces publications ne fut probablement pas à la mesure de l'effort consenti, en tout cas en France. Sans doute l'esprit public, mobilisé par l'actualité politique de la Révolution, n'était-il plus à la cosmologie biblique. Quant aux spécialistes, ils semblent avoir préféré s'en tenir aux données empiriques consignées par Saussure dans ses *Voyages dans les Alpes* (1779, 1786 et 1796), sinon à la *Theory of the Earth* de James Hutton. Malgré la polémique que Deluc soutint contre Hutton et ses disciples plutonistes⁷⁵, peu de géologues de premier plan semblent avoir pris la théorie de Deluc au sérieux. Une réfutation parut cependant sous la plume du savant médecin de Hambourg Johann Albert Heinrich Reimarus (1729-1814), auquel Deluc ne manqua pas de répondre⁷⁶. Il faut dire que la physique corpusculaire et la chimie des déférents sur lesquelles il basait son système géologique général paraissait hasardeuse. Et pour ne rien arranger, Deluc avait jugé nécessaire de couronner son œuvre géologique par des arguments tirés de l'exégèse biblique et de l'histoire ancienne. Il n'en fallait pas davantage pour que son œuvre ne devienne un enjeu politique⁷⁷. Lui-même finit par s'engager résolument du côté des contre-révolutionnaires allemands et anglais⁷⁸.

De toute façon, Deluc présumait de la bonne volonté de ses lecteurs. Il n'était pas facile en effet de le suivre dans les méandres d'une pensée qui englobait la physique expérimentale et théorique, la chimie, la météorologie aussi bien que l'histoire de la Terre et de l'homme. Tous ces domaines faisaient justement l'objet de disciplines en voie de constitution et de communautés savantes auxquelles Deluc ne souhaitait guère se rattacher. En défendant obstinément la théorie du phlogistique aux côtés de quelques philosophes de la nature à l'ancienne mode (Priestley, Lamétherie, James Keir), il s'exclut en quelque sorte lui-même de la communauté des chimistes modernes. Sa philosophie de la matière le marginalisait aussi par rapport à une communauté de physiciens qui considéraient avec scepticisme le recours à des modèles explicatifs concrets et ne concevaient l'expérimentation que dans une combinaison plus étroite avec la raison mathématique. Finalement, la géognosie et la lithologie tendaient elles-mêmes à développer des règles méthodologiques plus explicites, fondées sur la cartographie des couches, la cristallographie et l'analyse chimique. Ces savoirs, partagés par des groupes de spécialistes, sont à l'origine de disciplines qui vont remodeler peu à peu le paysage de la géologie proprement dite. La mesure du changement est donnée par le discrédit croissant des « systèmes » géologiques individuels.

Avec la paléontologie naissante, la minéralogie sera l'un des facteurs de ce renouvellement des science de la Terre. Saussure, qui ne se passionnait guère pour l'étude des fossiles ou pour

⁷⁵ Cette polémique battait encore son plein en 1798, lorsque Playfair, un disciple de Hutton, s'insurgea contre un compte rendu de la *Bibliothèque Britannique*, qui était manifestement tiré d'un article incisif de Deluc publié dans un journal anglais (voir CAROZZI (1990), p. 114-115).

⁷⁶ Jean-André DELUC, *Annonce d'un ouvrage de Mons. J. A. Reimarus sur la formation du globe*, Hanovre, Hahn, 1803.

⁷⁷ Voir RUDWICK (2005), p. 326-337.

⁷⁸ Voir HEILBRON (2011b).

les problèmes de classification minérale, reconnaissait toutefois la valeur de la géognosie et de la lithologie dans l'étude des structures terrestres, et plus particulièrement dans la caractérisation des « *formations* » géologiques⁷⁹.

Dans son étude de la structure des Alpes, et plus particulièrement du massif du Mont-Blanc, Saussure fut principalement influencé par Giovanni Arduino et Peter Simon Pallas⁸⁰. Arduino, qu'il avait rencontré à Venise en 1773, distinguait quatre types de terrains : 1) les montagnes primitives (minérales ou métalliques), formées de substances vitrescibles sans restes organiques ; 2) les montagnes secondaires formées de marbres et de calcaires en strates parallèles et pleines de coquilles marines ; 3) les montagnes ou collines de troisième ordre, caractérisées par d'innombrables débris de tufs, basaltes, calcaires, etc ; 4) les terrains faits d'alluvions (galets, graviers, sables, vases)⁸¹. L'idée d'une succession de roches à partir de l'axe des montagnes fut reprise par Pallas, qui affirmait que dans l'Oural les hauts sommets granitiques sont entourés de « *bandes schisteuses* » et de montagnes secondaires et tertiaires riches en débris organiques⁸². Cette théorie, publiée en 1776 et 1777⁸³, devint pour Saussure l'étude géognosique de référence. Mais la reconstitution des couches alpines s'avéra autrement plus complexe que celle de l'Oural ou des montagnes moyennes de la Saxe. Faute de pouvoir établir une cartographie géologique, même sommaire, du massif, Saussure dut donc se contenter d'étudier des cas d'espèce plus ou moins spectaculaires comme les plis des diverses montagnes du Faucigny ou du Jura, ainsi que les poudingues de Vallorcine. Il s'efforça aussi d'accorder une attention particulière à l'étude des points de contact entre les différentes formations, dans l'espoir de découvrir comment « *la nature a cessé de produire des montagnes d'un certain genre pour en produire d'un genre différent* »⁸⁴. Pour lui, l'interposition des grès, des poudingues et des brèches entre les couches primitives et secondaires était la preuve des secousses et des bouleversements qui ont périodiquement interrompu l'action régulière de la cause génératrice des montagnes. Le Globe aurait de ce fait connu des révolutions dont les mécanismes demeuraient, pour lui comme pour Deluc, assez mystérieux.

Sur la géognosie comme sur l'existence de grandes révolutions, Deluc était relativement d'accord avec Saussure. Il pensait que la partie centrale de la plupart des grandes chaînes de

⁷⁹ La notion de « *formation* » (*seria montanae* ou *Gebirge*), basée sur une lithologie caractéristique et sur une localisation (qui supposait un mode de formation particulier), fut définie en 1761 par Fuchsel dans un ouvrage sur le sous-sol de la Thuringe (voir ELLENBERGER, 1994, p. 251-257).

⁸⁰ Voir CAROZZI (2001) et BROU (1991), p. 112-116. Saussure distingue en effet un noyau granitique en « *couches verticales* » entouré de roches feuilletées primitives, d'ardoises et de calcaires en couches presque verticales au contact des granites, et dont l'inclinaison diminue à mesure qu'elles s'éloignent de leur point d'appui (cf. *Voyages*, t. II, p. 338-339).

⁸¹ ELLENBERGER (1994), p. 262-263.

⁸² Sur Pallas et Saussure, voir CAROZZI, A. & CAROZZI, M. (1991).

⁸³ *Reise durch verschiedenen Provinzen des Russischen Reiches*, t. III, St-Petersbourg, 1776 ; *Observations sur la formation des montagnes et les changements arrivés au globe, particulièrement à l'égard de l'empire russe*, St-Petersbourg, 1777.

⁸⁴ *Voyages dans les Alpes*, t. III, p. 277.

montagnes comme les Alpes, les Pyrénées ou les Apennins est constituée de masses de granite sans traces de couches, ni d'action du feu, et sans corps marins. Ces granites sont associés à des schistes verticaux, orientés en tous sens et si « *tortillés* » qu'il est impossible de les considérer comme des dépôts de l'eau. Cette masse centrale primordiale supporte des couches secondaires faiblement inclinées ou disloquées qui sont des calcaires (pierres à chaux) et des craies à fossiles, des couches sableuses et enfin d'autres couches formées de nombreux galets roulés, le tout cimenté par un sable durci. Sur la base d'observations faites par son frère et son neveu dans les massifs du Saint-Gothard et du Simplon, il lui arrive cependant de se méprendre sur la nature de certaines pierres calcaires apparemment incluses dans des prismes de roches cristallines (ce sont en fait des dolomites ou des calcaires transformés en marbres, et donc sans traces de fossiles⁸⁵). Il en vient par conséquent à douter de l'association automatique entre calcaires et débris de corps marins (puisque certains calcaires peuvent exister dans des roches primitives⁸⁶).

D'une manière plus générale, le scepticisme de Deluc quant à la possibilité de reproduire en laboratoire, c'est-à-dire en petit, les procédés opérés en grand dans la nature le rend assez méfiant envers les analyses chimiques, ce qui en fait un piètre lithologiste. Certes, l'alliance de la lithologie avec la chimie demeurait encore incertaine à la fin du XVIII^e siècle : beaucoup d'auteurs préféraient s'en tenir à des classifications fondées sur des caractères extérieurs présentant l'avantage de fournir des « *caractères distinctifs bien déterminés* »⁸⁷. Saussure est du nombre, comme en témoigne le lexique d'une centaine de pages qu'il publie en 1779 comme « *Énumération et description des différentes espèces de pierres qui se trouvent aux environs de Genève* »⁸⁸. Cette tentative pour mettre au point la classification des roches simples et composées reprend en effet pour l'essentiel la *Minéralogie* de Wallerius, dans la seconde édition de 1772. À côté de Wallerius, qui demeure l'auteur le plus souvent cité dans les deux premiers volumes de ses *Voyages*, Saussure se réfère aussi à Beaumé, Sage, Valmont de Bomare, Romé de l'Isle ou encore Desmarest et Faujas de Saint-Fond. Il démontre ainsi son adhésion à une communauté de minéralogistes, par contraste avec la solitude philosophique de Deluc, qui cite ses collègues géologues ou physiciens presque aussi souvent pour les critiquer que pour reconnaître sa dette envers eux.

Dans l'avertissement du second tome de ses *Voyages* (1786), Saussure dit aussi s'être plongé dans l'œuvre des grands chimistes Bergman, Scheele, Achard, Crell, Wiegleb, ainsi que

⁸⁵ G.-A. DELUC, Observations géologiques sur la matière calcaire et sur les os humains fossiles..., *Journal de Physique*, 55 (oct. 1802), p. 245-259, ici p. 247-248. Voir aussi CAROZZI (1990), p. 211-214.

⁸⁶ Et inversement, certains fossiles découverts dans des collines près de Paris, Turin, Asti et Tongres lui semblent provenir de couches de sables vitrifiés. Enfin, certaines collines calcaires des environs de Maestricht ou du Mont-Salève paraissaient dépourvues de fossiles (Observations géologiques sur la matière calcaire et sur les os humains fossiles..., (*Ibid.*, p. 249-250).

⁸⁷ *Voyages dans les Alpes*, t. I, p. 45.

⁸⁸ Ce lexique, constitue les chapitres IV et V de l'*Essai sur l'histoire naturelle des environs de Genève*, lui-même intégré au volume I^{er} des *Voyages dans les Alpes* (p. 45-144).

Kirwan. Mais ses tentatives pour élaborer une méthode d'analyse chimique des minéraux tournent court, de sorte qu'il conclut, comme la plupart des minéralogistes de son époque, à l'insuffisance des critères chimiques élaborés par des auteurs comme Cronstedt (1758), von Born (1772) ou Bergman (1782). Dans les tomes III et IV de ses *Voyages* (1796), il se convertit finalement à la nomenclature de Werner, qu'il utilise en particulier dans sa minéralogie du Saint-Gothard. Cette classification, fondée sur les caractères extérieurs, avait été établie en 1774 à l'intention des ingénieurs des mines⁸⁹. Elle devint la plus couramment adoptée jusqu'à l'essor de la cristallographie de Romé de l'Isle (1783) et surtout d'Haüy (1801).

En 1785, Saussure a cependant tenté d'explorer une autre voie encore, qui consistait à étudier la fusibilité des roches et des minéraux à l'aide d'un chalumeau à oxygène mis au point par Torbern Orlof Bergman⁹⁰. Cette méthode physique lui permettait de distinguer six modes de fusion différents, constitutifs d'autant de classes de minéraux. Le degré de fusibilité de chaque espèce était ensuite déterminé par le diamètre exact, mesuré au micromètre, de la perle de fusion d'une parcelle de minéral, de roche ou de métal collée sur une fibre de disthène⁹¹. À l'aide de cette méthode, appliquée à 134 substances minérales différentes, Saussure put séparer – *dixit* Cuvier – des espèces confondues avant lui et ajouter près d'une quinzaine de genres nouveaux au catalogue du règne minéral⁹².

Conclusion : deux paradigmes proto-géologiques

Les oppositions de style et de méthode qui distinguent Deluc et Saussure sont riches d'enseignements sur la situation épistémologique de la géologie à la fin du XVIII^e siècle. L'audience du programme cosmologique de Deluc, même si elle tient peut-être davantage à sa composante physique que géologique, témoigne en tout cas de la persistance de multiples paradigmes dans le domaine des sciences de la Terre, ainsi que de la diversité des publics susceptibles d'y adhérer. Cette multiplicité tient d'abord à la faiblesse des normes professionnelles, qui font que l'appréciation des mérites se fonde sur l'attitude personnelle des chercheurs, sur leur statut social ou sur la réputation qu'ils ont précédemment acquise, aussi bien que sur des critères d'une objectivité encore incertaine⁹³. La diversité des contextes

⁸⁹ *Von den äusserlichen Kennzeichen der Fossilien* (Leipzig, 1774). Comme Wallerius, Werner tiendra davantage compte des caractères chimiques dans les éditions ultérieures de son système.

⁹⁰ Lettre de M. de Saussure à M. l'Abbé J. A. Mongez le jeune sur l'usage du chalumeau, *Observations sur la physique*, 26, 1785, p. 409-415. Saussure concrétisait ainsi une idée énoncée par Anton von Swab et par Cronstedt.

⁹¹ Nouvelles recherches sur l'usage du chalumeau dans la minéralogie, *Journal de Physique*, t. 45 (n.s., t. 2), 1794 [publication : 1798], p. 3-44.

⁹² CUVIER (1819), p. 417-418.

⁹³ Sur les différents facteurs qui ont déterminé l'issue de la querelle hygrométrique entre Deluc et Saussure, voir SIGRIST (2011b). Sur le règne de l'opinion au sein de la République des lettres classiques, voir GOLDFAR (1995).

intellectuels, religieux et politiques est également une donnée qui persiste au cours du XVIII^e siècle avec l'émergence de communautés savantes nationales. En France, le fait pour un savant d'inscrire sa démarche dans le cadre d'une cosmologie chrétienne devient certes un critère disqualifiant, mais tel n'est pas le cas en Angleterre, en Allemagne ou même en Italie.

Dans le climat de réaction intellectuelle et politique suscité en Angleterre et en Allemagne par les développements de la Révolution française, les systèmes théistes connaissent un surprenant regain de faveur. Deluc lui-même, dont la Révolution américaine avait mis à mal l'optimisme démocrate, s'identifiait désormais aux Tories anglais, et même aux positions contre-révolutionnaires d'un Edmund Burke. Il quitta pratiquement la science pendant quelques années pour se lancer dans la polémique religieuse et philosophique, au nom de la sauvegarde de la société, de la morale et de la science elle-même⁹⁴. Ses critiques de Hutton, perçu comme un philosophe matérialiste, trouvèrent un écho accru dans le climat de réaction qui prévalait alors en Angleterre⁹⁵. En Allemagne également, sa résistance à la chimie de Lavoisier put s'appuyer sur les sentiments anti-français de nombreux savants germaniques.

Saussure lui-même ne vit que le début de ces changements politiques, scientifiques et religieux qui inquiétaient tant Deluc. Ayant mis un terme à ses voyages en 1792, il en acheva la publication en 1796 et s'attaqua aussitôt après à la rédaction de sa théorie de la Terre. Malheureusement, une attaque cérébrale survenue dès le mois d'août ne lui laissa le temps d'en esquisser que trois chapitres et demi sur les 37 prévus⁹⁶. Saussure laissait cependant à la communauté naissante des géologues un extraordinaire recueil d'observations à peine mises en forme dans ses *Voyages dans les Alpes*. Son projet de géologie inductive, basée sur des données de géographie physique et de minéralogie, représente sa contribution à la géologie moderne. Elle ne fut pas toujours bien comprise⁹⁷, même si elle lui vaut depuis peu une place honorable dans l'historiographie des sciences⁹⁸.

Par comparaison, la modernité de Deluc paraît beaucoup plus difficile à discerner. Martin Rudwick la considère néanmoins comme réelle, notamment en raison de sa conception de la géologie comme histoire de la Terre et de l'Homme. En tout état de cause, son hypothèse de la révolution universelle se fonde sur une comparaison assez systématique des faunes et des

⁹⁴ Sur les activités anti-révolutionnaires de Deluc, voir HEILBRON (2011b).

⁹⁵ Sur les critiques de Deluc à Hutton, et sur le contexte des années 1790, voir RUDWICK (2005), p. 312-314 et 333-337.

⁹⁶ BGE : Ms Saus 59, n° 8. Le plan est daté du 7 août 1796.

⁹⁷ Outre ses collègues Deluc et Buffon, Saussure a aussi été critiqué par des historiens comme Abraham Wolf, qui remarqua que la grande quantité d'information géologique de qualité qu'il avait accumulée a été utilisée de manière profitable par des savants plus originaux que lui, tels que Hutton (WOLF (1938/1961), t. II, p. 397).

⁹⁸ Le chemin parcouru depuis Wolf peut se mesurer à l'affirmation de François Ellenberger que « *la grande éclosion de la Géologie au début du XIX^e siècle a été préparée par le labeur de toute une génération de naturalistes, dont le plus efficace et le plus noble représentant fut Horace-Bénédict de Saussure* » (ELLENBERGER (1994), p. II).

flores fossiles et actuelles, tandis que sa chronologie courte (pour la période post-diluviale uniquement) se fonde sur l'examen d'un certain nombre de processus géologiques considérés comme des chronomètres. Sa volonté de tirer parti du récit biblique de la Création et du Déluge pour documenter les parties les plus anciennes de l'histoire de la Terre et de l'Homme soulève davantage de problèmes. Déjà, de son vivant, les savants sceptiques ou athées n'y ont vu qu'une volonté de fonder la religion sur la science, à moins que ce ne soit l'inverse. De Charles Lyell à Alfred von Zittel, les historiens du XIX^e siècle et de la première moitié du XX^e s'en sont tenus à ce constat⁹⁹. Mais en rompant avec les histoires disciplinaires classiques, Gillispie a montré que la géologie du XVIII^e siècle ne pouvait être séparée de son contexte intellectuel et religieux, notamment en Grande-Bretagne, et que c'est dans ce contexte qu'il fallait comprendre l'œuvre de Deluc, y compris son tardif *Traité de géologie* (1809)¹⁰⁰. En cherchant à utiliser le Livre révélé et les chroniques les plus anciennes de l'humanité à des fins géologiques, et la géologie pour assurer le bonheur de l'humanité, Deluc ne pouvait que s'opposer à tout savoir hermétique restreint à un groupe de savants spécialisés. Ses récits de voyages des années 1811-1813 tenteront néanmoins d'élargir les bases empiriques de son système¹⁰¹.

À sa manière plus proche des anciens que des modernes, Deluc fut donc lui aussi un représentant des Lumières. Sa conception de la géologie, qui regarde vers la tradition diluvianiste, réinterprète celle-ci dans un sens progressiste et annonce les révolutions du Globe de Cuvier. L'importance qu'il accorde aux spéculations philosophiques de nature causale en fait bien entendu un savant à l'ancienne, qui refuse de se couler dans le moule des disciplines ou de s'insérer dans une communauté de spécialistes. De ce point de vue, il se rapproche de Buffon, même s'il croit s'en distinguer par une pratique de la géologie de terrain, un argument qu'il ne manqua jamais de brandir face à ses détracteurs. Plus inductif dans sa démarche, Saussure illustre le voyageur géologue par excellence, prompt à utiliser le marteau du géologue aussi bien qu'à contempler les panoramas qui s'offrent à lui. Sa géographie physique est plus proche d'une discipline empirique moderne que la cosmologie de Deluc, même si elle se combine volontiers à la botanique, la minéralogie, la météorologie ou la glaciologie.

Avec le recul de l'histoire, il est facile d'opposer la modernité méthodologique de Saussure au caractère rétrograde des spéculations de Deluc. Saussure se moquait d'ailleurs volontiers, en privé, de la volonté de Deluc de tout expliquer, en physique comme en géologie¹⁰². Mais au-delà de ces oppositions, tous deux témoignent à leur manière des faiblesses de la géologie de leur

⁹⁹ Charles LYELL, *Principles of Geology*, I, p. 68-70 ; Karl Alfred von ZITTEL, *Geschichte der Geologie und Paläontologie bis Ende des 19 Jahrhundert*, Munich and Leipzig, Oldenbourg, 1899, p. 106-109.

¹⁰⁰ GILLISPIE (1951), p. 56-66.

¹⁰¹ *Geological travels* (vol. 1 : *Travels in the north of Europe, containing observations on some parts of the coasts of the Baltic, and the North Sea*; vol. 2 et 3 : *Travels in England.*), London, F.C. and J. Rivington, 1810-1811. *Geological travels in some parts of France, Switzerland, and Germany*, London, F.C. and J. Rivington, 1813 (2 vol.).

¹⁰² Déjà à propos de la théorie de la chaleur de Deluc, insérée dans le tome 5/2 de ses *Lettres sur l'Histoire de la Terre et de l'Homme*, Saussure composa tout un morceau ironique intitulé « *Extrait du rêve du jeune Butini sur le livre de M. Deluc* », 15 et 16 déc. 1779 (BGE, Ms Saus 119/7, n° 2).

époque, que l'absence d'un public de spécialistes ne fait d'ailleurs que souligner. Nos deux savants partagent ainsi l'idée que le Globe a connu par le passé des révolutions importantes, mais ne sont guère capables d'en préciser les mécanismes. Leurs interprétations de l'orogénèse en termes d'effondrements pour Deluc, ou pour Saussure en termes de soulèvements verticaux, puis de « *relèvements* » sous l'effet de bouleversements, et finalement de « *redressements* » dus à des refoulements horizontaux, demeurent au fond basées sur un petit nombre d'observations frappantes. Leur perception des ensembles géologiques reste limitée pour l'essentiel à des observations de surface et seules quelques coupes accidentelles parviennent à lui donner quelque profondeur. L'un comme l'autre peinent à se représenter la situation relative des couches dans l'espace, sinon à localiser les formations. Leurs carnets de terrain, lorsqu'ils ont été préservés, révèlent d'évidentes faiblesses de leurs croquis géologiques et topographiques, qui sont souvent minuscules ou franchement maladroits¹⁰³. Cette faiblesse est considérée par Albert Carozzi comme partagée par la plupart des géologues du XVIII^e siècle¹⁰⁴.

En fin de compte, Deluc et Saussure évoluent dans un univers scientifique et mental assez différent de celui que connaîtront les Cuvier, Brongniart et autres William Smith. De manière générale, ces géologues de l'époque romantique étaient déjà séparés de leurs prédécesseurs du XVIII^e siècle par une véritable révolution scientifique, qui a permis de surmonter les obstacles auxquels Deluc et Saussure s'étaient heurtés, en particulier l'absence de schéma interprétatif d'ensemble, la faiblesse des méthodes de représentation des couches et formations, ainsi que l'ignorance de la paléontologie¹⁰⁵. Dès que la géologie se constitua réellement comme discipline, au début du XIX^e siècle, le terrain était ainsi prêt pour une réécriture de son histoire. Charles Lyell construisit de la sorte une histoire de la géologie centrée sur les succès remportés par James Hutton dans l'établissement d'un paradigme plutonien et uniformitariste, succès qui amoindrissaient du même coup l'apport de ses contemporains¹⁰⁶. Deluc n'y figurait plus guère que comme critique de Hutton, aux côtés de John Williams et Richard Kirwan. Quant à Saussure, il n'était mentionné que comme l'un de ceux qui, avec Pallas, avaient le plus contribué à distinguer les masses minérales du Globe, à les répartir en différents groupes, ainsi qu'à étudier les relations entre elles. Il faudra finalement attendre la seconde moitié du XX^e siècle pour que les deux savants genevois retrouvent une place dans l'histoire de la géologie, une histoire qui sera entre-temps devenue celle des méthodes et des contextes aussi bien que celle des théories et des « *découvertes* ».

¹⁰³ Sur les croquis de Saussure, voir RIPOLL (2001).

¹⁰⁴ CAROZZI (2000).

¹⁰⁵ Sur tous ces sujets, voir notamment RUDWICK (2005).

¹⁰⁶ Charles LYELL, *Principles of Geology*, London, 1830 (2 vol.). Il y est question de Saussure p. 54 (vol. I) et de Deluc p. 68-70.

Bibliographie (Littérature secondaire)

- BROC, N. (1969-1991). *Les montagnes au siècle des Lumières. Perception et représentation*. 2^e éd., CTHS, Paris.
- CANNON, W. F. (1970). Buckland, William. In GILLISPIE, C. C. (Dir.). *Dictionary of Scientific Biography*, vol. II, Charles Scribner's Sons, New York, p. 566-572.
- CAROZZI, A. V. (1987). La géologie. De l'histoire de la Terre selon le récit de Moïse aux premiers essais sur la structure des Alpes et à la géologie expérimentale, 1778-1878. In TREMBLEY, J. (Ed.), *Les savants genevois dans l'Europe intellectuelle*, Genève, p. 203-265.
- CAROZZI, A. V. (1990). Histoire des sciences de la terre entre 1790 et 1815 vue à travers les documents inédits de la Société de Physique et d'Histoire naturelle de Genève. Trois grands protagonistes : Marc-Auguste Pictet, Guillaume-Antoine Deluc et Jean Tollot, Genève. *Mémoires de la Société de Physique et d'Histoire naturelle de Genève*, t. 45/2, 411 p.
- CAROZZI, A. V. (2000). *Manuscripts et publications de Horace-Bénédict de Saussure sur l'origine du basalte (1772-1797)*. Editions Zoé, Genève.
- CAROZZI, A. V. (2001). Du dogme neptuniste au concept de refoulements horizontaux : Les étapes d'une réflexion géologique. In SIGRIST, R. (Dir.), *H.-B. de Saussure (1740-1799), Un regard sur la Terre*, Georg, Genève, p. 83-108.
- CAROZZI, A. V., CAROZZI, M. (1991). *Pallas' Theory of the Earth in German (1778). Translation and reevaluation reaction by a contemporary : H.-B. de Saussure*. Archives des Sciences, Genève, 44/1, p. 1-105.
- CUVIER, G. (1819). Eloges historiques de Charles Bonnet et H.-B. de Saussure, lus le 3 janvier 1810. In *Recueil des éloges historiques lus dans les séances publiques de l'Institut de France*, t. 1, Paris, p. 383-430.
- DASCAL, M. (1998). Controverses et polémiques. In BLAY, M., HALLEUX, R. (Dir.), *La science classique, XVI^e-XVIII^e s.* Dictionnaire critique. Flammarion, Paris.
- ELLENBERGER, F. (1994). Histoire de la géologie. T. 2 : La grande éclosion et ses prémices. Technique et documentation Lavoisier, Paris.
- ELLENBERGER, F., GOHAU, G. (1981). A l'aurore de la stratigraphie paléontologique : Jean-André De Luc, son influence sur Cuvier. *Revue d'Histoire des Sciences*, 34, p. 217-257.
- FATIO, O. (2001). La spiritualité de Saussure. In SIGRIST, R. (Dir.), *H.-B. de Saussure (1740-1799), Un regard sur la Terre*, Georg, Genève, p. 487-499.
- FRANÇOIS, A. (1924). Jean-Jacques Rousseau et la science genevoise au XVIII^e siècle : ses rapports avec les naturalistes De Luc. *Revue d'histoire littéraire de la France*, 31, p. 206-224.

- GILLISPIE, C. C. (1951). *Genesis and Geology. A Study in the Relations of Scientific Thought, Natural Theology and Social Opinion in Great Britain, 1790-1850*. Harper Torchbooks, New York.
- GOLDGAR, A. (1995). *Impolite Learning : Conduct and Community in the Republic of Letters, 1680-1750*. Yale University Press, New Haven.
- HEILBRON, J. (2005). Citoyen de Genève and Philosopher to the Queen of England. *Archives des Sciences*, Genève, **58/1**, p. 75-92.
- HEILBRON, J. (2007). Jean-André Deluc and the fight for Bacon around 1800. In HEILBRON, J. (Ed.), *Advancements of learning. Essays in honour of Paolo Rossi*. Florence, Leo Olschki, p. 77-99.
- HEILBRON, J. (2011a). Historian of Nature and Mankind. In HEILBRON, J., SIGRIST, R. (Eds.), *Jean-André Deluc, Historian of Earth and Man*. Slatkine, Geneva (à paraître).
- HEILBRON, J. (2011b). Savour of science and society. In HEILBRON, J., SIGRIST, R. (Eds.), *Jean-André Deluc, Historian of Earth and Man*. Slatkine, Geneva (à paraître).
- HOFFMANN, C. (2003). The Ruin of a Book: Jean André de Luc's Recherches sur les modifications de l'atmosphère (1772). *Modern Language Notes*, **118**, p. 586-602.
- HÜBNER, M. (2010). *Jean-André Deluc (1727-1817). Protestantische Kultur und moderne Naturforschung*. Vandenhoeck & Ruprecht, Göttingen.
- PORTER, R. (1980). The terraqueous globe. In ROUSSEAU, G.S., PORTER, R. (Eds), *The Ferment of Knowledge. Studies in the Historiography of the 18th century Science*. Cambridge University Press, Cambridge, p. 285-324.
- RIPOLL, D. (2001). L'iconographie des « Voyages dans les Alpes ». In SIGRIST, R. (Ed.), *H.-B. de Saussure (1740-1799), Un regard sur la Terre*. Georg, Genève, p. 315-335.
- RUDWICK, M. (2005), *Bursting the Limits of Time. The Reconstruction of Geohistory in the Age of Revolution*. The University of Chicago Press, Chicago & London.
- SIGRIST, R. (2011a). Collecting Nature's Medals. In HEILBRON, J., SIGRIST, R. (Eds.), *Jean-André Deluc, Historian of Earth and Man*. Slatkine, Geneva (à paraître).
- SIGRIST, R. (2011b). Scientific standards in the 1780s. A controversy over hygrometers. In HEILBRON, J., SIGRIST, R. (Eds.), *Jean-André Deluc, Historian of Earth and Man*. Slatkine, Geneva (à paraître).
- WOLF, A. (1938-1961). *A History of Science, Technology and Philosophy in the 18th Century*. 2nd ed. Harper Torchbooks, New York (2 vol.).
- WOLF, R. (1858). *Biographien zur Kulturgeschichte der Schweiz*. Bd. I, Zürich.