



HAL
open science

La place de Buffon dans l'histoire des Sciences de la Terre

Jacques Roger

► **To cite this version:**

Jacques Roger. La place de Buffon dans l'histoire des Sciences de la Terre. Travaux du Comité français d'Histoire de la Géologie, 1988, 3ème série (tome 2), pp.81-88. hal-00945668

HAL Id: hal-00945668

<https://hal.science/hal-00945668>

Submitted on 12 Feb 2014

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
- Troisième série -
T.II (1988)

Jacques ROGER
La place de Buffon dans l'histoire des Sciences de la
Terre.

COMITÉ FRANÇAIS D'HISTOIRE DE LA GÉOLOGIE (COFRHIGEO) (séance du 25 mai 1988)

A. Les textes

Commençons par un avertissement. Beaucoup des éditions de Buffon publiées au XIXe siècle peuvent induire le lecteur en erreur, d'abord parce qu'elles comportent souvent des notes et des additions qui ne sont pas de Buffon, ensuite parce qu'elles réunissent souvent les articles du *Supplément*, paru à partir de 1774, aux articles de l'*Histoire naturelle*, publiés beaucoup plus tôt. D'où des contradictions apparentes, qui tiennent en réalité à l'évolution de la pensée de Buffon. Cela est particulièrement vrai pour les sciences de la Terre, où les *Epoques de la Nature*, parues en 1778, contredisent souvent la *Théorie de la Terre*, parue en 1749.

Par ordre chronologique, les oeuvres de Buffon traitant des sciences de la Terre sont donc les suivants :

- a. La *Théorie de la Terre*, avec ses "Preuves", qui occupe la quasi totalité du premier tome de l'*Histoire naturelle*, paru en 1749.
- b. Les tomes I et II du *Supplément* (1774 et 1775), qui traitent des éléments, mais surtout du feu et de la chaleur, de sa propagation dans les corps, du refroidissement, en particulier dans les métaux, en rapport avec les recherches de Buffon en métallurgie. Le 2e volume se termine par une très longue "Partie hypothétique", où Buffon présente ses calculs sur la durée du refroidissement des planètes et donc de la Terre.
- c. Le tome V du *Supplément* (1778), qui contient les *Epoques de la Nature* et des *Additions* aux "Preuves" de la *Théorie de la Terre*.
- d. L'*Histoire naturelle des minéraux*, en 5 volumes in-4°, parue de 1783 à 1788.

Au total, donc, Buffon a consacré environ cinq mille pages aux sciences de la Terre, ce qui n'est négligeable ni par rapport à l'ensemble de l'*Histoire naturelle*, puisque cela en fait un quart, ni par rapport à l'ensemble de la production du siècle en ce domaine.

Mais on voit que ces textes se répartissent en deux masses : d'une part, la *Théorie* de 1749, d'autre part, les textes postérieurs à 1774. Entre les deux, le changement de perspective est considérable.

B. La Théorie de la Terre de 1749

C'est une oeuvre très complexe, dont je ne signalerai que quelques aspects importants.

- a. Il s'agit d'écrire une histoire naturelle de la Terre, c'est-à-dire que Buffon s'efforce
 1. d'enlever tout rôle géologique au Déluge biblique. Son argumentation peut être résumée comme suit :

- Le Déluge est un miracle, qui n'a pas à être expliqué physiquement. Il faut séparer la théologie et la physique, sous peine de faire de la mauvaise théologie et de la mauvaise physique.
- Les effets qu'on prête au Déluge sont incompatibles avec sa durée, telle qu'elle est indiquée par la Bible.
- Le Déluge est une "catastrophe", et si l'on veut imaginer des catastrophes pour expliquer le relief actuel de la Terre, on peut dire n'importe quoi. Buffon ne veut admettre que des causes actuellement observables. Il est "actualiste", comme nous dirions aujourd'hui.

2. de reculer l'acte créateur de Dieu le plus loin possible dans la série des causes. Il propose donc une "hypothèse" pour expliquer la formation du système planétaire, que Newton attribuait immédiatement à Dieu. Cette hypothèse (le choc tangentiel d'une comète qui aurait arraché au Soleil la matière des planètes) doit expliquer les régularités du système, dont Newton faisait précisément la preuve de l'intervention divine. Mais Buffon s'abstient de toute hypothèse sur l'origine des comètes, dont les orbites sont trop irrégulières pour qu'on puisse raisonner sur elles.

b. Buffon recherche des "régularités" dans la forme et la distribution du relief terrestre. Sur ce problème, je ne peux que renvoyer ici à l'[excellent exposé que Kenneth Taylor a fait ici même](#). Ces régularités doivent permettre de découvrir la nature des processus géologiques et donc la cause du relief actuel.

c. Buffon n'admet qu'un agent physique, l'eau. En cela, il suit la plupart de ses contemporains, et pour les mêmes raisons :

1. La présence ancienne de l'eau sur tous les continents actuellement émergés est surabondamment prouvée par l'existence des coquillages fossiles.
2. Les "régularités" observées dans les disposition des chaînes de montagnes et surtout des vallées (en particulier la "correspondance des angles observée par Bourguet) atteste le rôle de puissants courants d'eau.
3. Donc le relief actuel est entièrement dû à l'érosion. Le rôle du feu (volcans, tremblements de terre) est considéré comme négligeable et purement local.
4. D'où le problème que Buffon doit résoudre : une fois l'action du Déluge écartée, comment expliquer cette présence et cette activité de l'eau ?

d. Buffon propose donc la théorie suivante :

1. Les roches enlevées par l'érosion sont portées à la mer par les cours d'eau. Là, elles sont transportées par les courants marins et mêlées aux "dépouilles" des animaux marins. Elles se déposent lentement et ces masses de sédiments encore mous sont sculptés par ces mêmes courants marins. Ce qui explique à la fois l'importance des reliefs ainsi formés, et le fait que les roches sédimentaires ne sont pas superposées selon leur densité, contrairement à ce que croyait Woodward.
2. A un moment donné, ou progressivement, le relief sous-marin ainsi formé est abandonné par la mer, qui va recouvrir les anciennes masses continentales érodées. La difficulté est de savoir pourquoi et comment. Buffon avoue qu'il n'en sait rien, et propose deux hypothèses :
 - une catastrophe brutale. Mais cela serait contraire à ses principes, et il ne voit pas comment l'expliquer.
 - un déplacement progressif de la mer, qui pourrait à la rigueur s'expliquer par l'action des marées jointe à celle de la rotation de la Terre. En fait, c'est très exactement la thèse de [Lamarck](#) dans son *Hydrogéologie* de 1802. Mais cette explication pose de difficiles problèmes d'hydrostatique.

Au bout du compte, Buffon reste dans l'incertitude.

e. Cette incertitude n'empêche pas de comprendre le caractère résolument cyclique de la théorie de Buffon : les continents sont alternativement submergés et émergés, et la même quantité d'eau, celle de nos océans actuels, suffit à les recouvrir à tour de rôle. Ce caractère cyclique de la théorie est lié à l'actualisme de Buffon : les mêmes processus ont agi dans le passé, agissent aujourd'hui et agiront dans l'avenir, avec toujours les mêmes résultats. D'où deux conséquences :

1. Il est impossible d'établir une chronologie absolue, et Buffon n'en parle même pas. Cependant, à en juger par l'activité des phénomènes observés, les processus géologiques exigent des durées immenses. Buffon essaye d'échapper à la difficulté en suggérant qu'au début (?) les phénomènes étaient plus rapides car les roches étaient plus molles. On ne sait s'il s'agit de prudence ou simplement d'une impuissance à imaginer de très longues durées.
2. Si les cycles peuvent se répéter indéfiniment, la Terre peut être éternelle. Buffon, bien sûr, ne

le dit pas. Mais son modèle rappelle trop le modèle cyclique aristotélicien, quoiqu'avec des processus de bien plus grande ampleur, pour qu'on ne se pose pas la question. De fait, les théologiens de la Sorbonne dénonceront le caractère "répréhensible" de ce système cyclique, et ne feront aucune allusion au problème de la durée des temps géologiques.

f. Le plus surprenant, c'est que ce modèle cyclique coexiste avec une hypothèse sur la formation des planètes, qui assigne donc à la Terre un commencement absolu. Il y a sur ce point une contradiction fondamentale dans la pensée de Buffon, contradiction qui ne sera résolue que beaucoup plus tard. Pour l'instant, notons seulement la différence de statut épistémologique entre la théorie de la Terre et l'hypothèse sur la formation des planètes, hypothèse qui reste une hypothèse parce qu'elle n'est appuyée sur aucun "monument" actuellement observable.

C. Le modèle historique

De 1753 à 1767 Buffon publie douze volumes de zoologie et semble avoir abandonné les sciences de la Terre. Cependant la "Seconde Vue" *De la Nature* en 1765 revient aux problèmes de la cosmologie et de la matière brute, et esquisse une théorie unifiée de la Nature, où la gravitation serait la force primordiale, responsable de tous les phénomènes physiques, y compris la chaleur et par conséquent la vie. Cet élargissement des curiosités de Buffon va se combiner avec deux autres types de réflexion.

a. L'évolution vers un temps irréversible

1. Les recherches de Buffon sur les espèces animales le conduisent à considérer que certaines espèces se sont transformées de façon irréversible et ne peuvent plus remonter au type primitif (*De la dégénération des animaux*, 1766).

2. Buffon découvre, sans doute vers 1765, l'usage qu'il peut faire des travaux de [Dortous de Mairan](#) sur l'existence d'une chaleur propre du globe terrestre, indépendante de la chaleur reçue du Soleil (*Dissertation sur la glace*, 1745; *Nouvelles Recherches sur la Cause générale du chaud en été et du froid en hiver*, 1765, publié en 1767). Ces travaux se fondent sur certains phénomènes (gradient géothermique, température constante de l'eau dans les profondeurs, comparaison entre les différences d'ensoleillement et de température entre l'été et l'hiver) pour défendre l'idée d'une chaleur ou "feu central" dans le globe terrestre.

3. Buffon rattache immédiatement cette idée à son hypothèse de 1749 sur la formation des planètes et considère cette chaleur propre du globe comme ce qui reste de la chaleur primitive de la Terre au moment de sa séparation du globe solaire. Toutes proportions gardées, cette chaleur propre joue pour son hypothèse le même rôle de la radiation cosmique de 40 K pour la théorie du "big bang". Du coup, l'hypothèse change de statut épistémologique et devient "théorie", car elle s'appuie sur un "monument" (et Buffon en trouvera d'autres par la suite).

4. Du coup, Buffon entreprend toute une série d'expériences sur la vitesse de refroidissement des diverses matières (roches, métaux, etc.) qui composent le globe terrestre, ainsi que sur les temps comparés de refroidissement de globes de différents diamètres. Une étude récente a montré que les résultats de Buffon étaient sérieux, malgré la pauvreté de l'instrumentation. Ces expériences et leurs résultats sont publiés en 1774 et Buffon en tire ses conclusions sur la durée du refroidissement terrestre, et donc sur l'âge de la Terre, en 1775.

Buffon a donc clairement en tête une vision historique du passé de la Terre, qu'il considère désormais comme une suite irréversible de phénomènes commandée par le refroidissement, lui-même irréversible. Il va donc transformer en ce sens la théorie de 1749.

b. La théorie des *Epoques de la Nature*

1. La Terre a donc été au début un globe de matières en fusion, entouré d'une atmosphère de matières volatilisées par la température. Ce globe fluide en rotation a pris la forme d'un sphéroïde aplati aux pôles. En se refroidissant, il s'est solidifié. Comme Buffon l'a observé sur du fer, cette solidification a donné lieu à de nombreuses irrégularités de surface, qui ont constitué les "montagnes primitives", composées de matières "vitrifiées" et donc "vitrifiables".

2. L'atmosphère de matières vaporisées se condense dès que la température est assez basse. Ainsi se forme un "océan primitif" d'eau et de toutes sortes de substances dissoutes.

- Cet océan primitif ne recouvre pas les plus hautes montagnes. Cela explique pourquoi on ne trouve pas de fossiles sur les plus hauts sommets.

- Cet océan primitif est le lieu d'origine de la vie : les "matières huileuses et ductiles", se trouvant à la température convenable, y forment spontanément les "molécules organiques".

3. L'érosion commence et les roches arrachées aux montagnes se mêlent aux débris des animaux marins, se déposent et commencent à former les "montagnes secondaires", ou sédimentaires, sculptées par les courants marins et où se trouvent les coquillages fossiles. La température élevée favorise le développement d'espèces gigantesques (ammonites) qui ont disparu depuis. L'existence de ces espèces disparues est interprétée par Buffon comme une preuve supplémentaire de la température élevée du globe au commencement. De la même manière, les fossiles d'espèces tropicales géantes (rhinocéros, mammoths, que Buffon prend à tort pour des éléphants) sont des "monuments" qui témoignent du fait que les zones actuellement tempérées ont eu dans le passé un climat tropical. La paléontologie fait ainsi son entrée dans l'histoire naturelle, mais elle sert à reconstituer l'histoire de la Terre plus que celle de la vie.
4. Le mouvement des eaux rongant progressivement les "montagnes primitives" crève la voûte de "cavernes" souterraines qui se sont formées lors du refroidissement (Buffon a observé la formation de bulles dans des lingots de métal fondus et solidifiés). L'eau envahit ces cavernes et son niveau baisse. En outre, les animaux marins construisent leur coquille à partir des substances dissoutes dans l'eau. Donc l'océan primitif atteint progressivement son niveau actuel, mettant à jour les "montagnes secondaires", d'origine sédimentaire, précédemment formées.
5. L'activité géologique tend donc à décroître régulièrement et elle est aujourd'hui très faible. Buffon attribue toujours les volcans à des embrasements souterrains superficiels de substances inflammables, embrasements provoqués par l'infiltration de l'eau. A mesure que l'océan primitif se retire, les volcans s'éteignent. Le refroidissement continuant, toute activité cessera, la vie disparaîtra par le froid, et la Terre sera une planète morte, comme la Lune.
6. Les mêmes causes ayant partout les mêmes effets, Buffon est persuadé que les autres planètes du système solaire, ainsi que leurs satellites, ont eu, ont ou auront la même histoire que la Terre, y compris en ce qui concerne la vie.

c. Les nouveaux problèmes

La substitution d'un modèle historique à un modèle cyclique oblige Buffon à se poser de nouvelles questions, auxquelles il n'a pas toujours les moyens de donner des réponses vraiment satisfaisantes, même pour lui.

1. La première, c'est l'évaluation, théoriquement possible maintenant, de l'âge de la Terre, et d'une chronologie absolue des temps géologiques. Pour y parvenir, Buffon imagine deux méthodes.
 - la première est une méthode physique, fondée sur la vitesse de refroidissement de la Terre. Mais elle pose un problème difficile, celui de la vitesse de propagation et de diffusion de la chaleur. Buffon part de Newton, qui avait estimé qu'un globe plus gros se refroidissait proportionnellement plus vite qu'un globe plus petit. Buffon estime, avec raison, que ce doit être l'inverse, et que les "causes latentes" invoquées par Newton retardent le refroidissement au lieu de l'accélérer. Reste à savoir dans quelles proportions. Personne n'avait à l'époque les outils mathématiques nécessaires à la solution d'un tel problème de thermodynamique, et Buffon s'en remet à l'expérience, faisant chauffer à blanc des boulets de fer de diamètres différents (1 pouce, 1 pouce 1/2, 2 pouces, etc.) et mesurant les temps de refroidissement. Il en tire une règle qui lui permet d'extrapoler d'un boulet de 10 pouces à un globe de la taille de la Terre. Après des calculs interminables, qui prennent en compte la chaleur venue du Soleil et même, au début, de la Lune, il arrive au chiffre de 74.832 ans pour le temps de refroidissement de la Terre depuis la formation des planètes.
 - mais ce calcul conduit à dater l'origine de la vie, c'est-à-dire le moment où la température était assez basse pour qu'elle apparaisse, à moins de 50.000 ans d'aujourd'hui, ce qui, selon Buffon, laisse trop peu de temps pour la formation des roches calcaires composées de "débris" d'animaux marins. D'autre part, en évaluant, même grossièrement, la vitesse du dépôt de sédiments marins sur les côtes, on voit que le phénomène est très lent.
 - Buffon en arrive donc à cette conclusion que la chronologie fondée sur le refroidissement est beaucoup trop courte. Il multiplie donc par 40 l'action des "causes latentes" et arrive à trois millions d'années. C'est mieux, mais ce n'est sans doute pas assez, et Buffon parle de dix millions d'années : "Plus nous étendrons le temps et plus nous nous approcherons de la vérité".
 - Après toutes ces hésitations, qui nous sont révélées par les manuscrits des *Epoques de la Nature*, Buffon reviendra à 75.000 ans dans l'imprimé, tout en prévenant que c'est trop court. Il a dû considérer que c'était le chiffre le mieux "prouvé" et que, de toute manière, évoquer des millions d'années serait trop effrayant pour l'imagination. Il est peu probable qu'il ait cherché à ménager les théologiens pour qui, de toute manière, parler de 75.000 ans

contredisait déjà scandaleusement la Genèse.

Il est intéressant de noter que les hésitations de Buffon préfigurent, avec un siècle d'avance, le débat qui opposera Darwin à Kelvin. Dans la première édition de l'*Origine des Espèces*, au chapitre IX, Darwin évalue à 300 millions d'années le temps nécessaire à l'arasement d'une colline sédimentaire d'environ 1.100 pieds de hauteur. Il se fondait, comme Buffon, sur des vitesses observées d'érosion et de sédimentation. Kelvin objecta que toute la chaleur du Soleil, accumulée au moment de la formation du système solaire, devait se dissiper dans l'espace en moins de 100 millions d'années. Kelvin était alors la plus haute autorité en thermodynamique, et Darwin supprima discrètement son texte dès la seconde édition de son livre. La découverte de la radioactivité devait évidemment changer toutes les données du problème, mais il est remarquable que Buffon ait déjà perçu la contradiction entre géologie et cosmologie classique.

2. D'autre part, c'est le modèle historique qui va diriger la minéralogie de Buffon dans son *Histoire des Minéraux*. Cette oeuvre, qu'on ne lit guère, est une collection énorme de descriptions de roches. Mais le texte qui nous intéresse ici est l'article "De la gènesie des minéraux", où Buffon présente une "filiation des matières minérales". Buffon y distingue plusieurs types fondamentaux et leurs dérivés, en fonction de sa nouvelle théorie :

- d'abord les "roches vitrifiables", à partir du quartz, qui constitue la "roche primitive". On y trouve le jaspé, le feldspath, le schorl, le mica, les porphyres, les ophites, les granits, etc., jusqu'aux grés, aux argiles, aux glaises, aux schistes et aux ardoises.
- ensuite les métaux, d'abord vaporisés, puis liquides et enfin solides, et dont la "calcination" a produit les "chaux" et les minerais.
- ensuite les calcaires, craies, marbres, etc., tous formés de coquilles marines.
- puis viennent les combustibles fossiles, charbon de terre, huiles minérales, que Buffon considère tous comme d'origine végétale.
- enfin viennent les roches volcaniques, soufre, basalte, laves, etc., qui sont des roches plus anciennes qui ont subi "une seconde action du feu".
- entre ces différentes roches, il s'est produit d'innombrables mélanges et combinaisons, mais Buffon pense être parvenu à reconstituer leur ordre de formation, ce qu'il appelle la "marche de la Nature, dans l'ordre successif de ses productions". Formule remarquable, en particulier parce qu'elle évoque irrésistiblement le vocabulaire de [Lamarck](#).

Conclusion

Telle qu'elle se présente à nous, l'oeuvre géologique de Buffon est un mélange déconcertant d'hypothèses grandioses et peut-être géniales, d'observations dispersées, non systématiques, mais parfois très précises sur le terrain, d'expériences minutieuses, très originales, mais pas nécessairement bien conçues.

On a parlé souvent de "spéculations creuses", mais c'est un peu vite dit, et les historiens qui ont pris la peine de lire les textes ont généralement des avis plus nuancés. Buffon utilise une masse de faits, parfois directement observés par lui-même, le plus souvent observés par d'autres. En outre, il est dans son siècle, et l'évolution de sa pensée reflète dans une large mesure l'évolution de la géologie de son temps. Ce qui est le plus original chez lui, c'est la logique de ses théories et les champs d'exploration que cette logique l'a obligé à ouvrir. Les grandes questions qu'il a posées et le modèle historique qu'il a proposé resteront longtemps les cadres intellectuels de la géologie du XIXe siècle, ceux que l'on accepte ou contre lesquels on réagit. A cet égard, son influence sera durable, même lorsqu'on n'osera pas le citer.

L'échec visible des *Epoques de la Nature* en 1778, et la réaction "anti-buffonienne" qui suivra sa mort, ont des raisons complexes et qui ne sont pas toutes scientifiques. En ce qui concerne les sciences de la Terre, il est certain que Buffon n'a pas suivi leur évolution au cours du dernier tiers du siècle. Sa géologie reste "globale" et "synthétique". Elle ignore les analyses précises de terrain et la reconstruction détaillée de l'histoire d'une formation particulière, à la manière de Desmarest pour les volcans d'Auvergne ou de [Cuvier](#) et [Brongniart](#) pour le bassin parisien. Mais ses théories valent bien celles de [Gottlob Werner](#), de [De Luc](#) et même de Cuvier. Et surtout, il a donné à la géologie le statut de science historique qu'elle conservera tout au long du XIXe siècle, malgré les efforts de [Charles Lyell](#). Il sera désormais impératif d'identifier plus précisément ces fossiles qui servent à la datation relative des roches et conduiront inéluctablement à la notion d'évolution. Directement ou indirectement, par l'intermédiaire de Cuvier ou de Lamarck, l'influence de Buffon sera considérable. Mais ce qu'il y a peut-être de plus moderne chez lui, c'est cet "esprit philosophique" qui lui a permis de se débarrasser de préjugés archaïques, mais tenaces, et qui lui survivront, de donner à la géologie le statut d'une science "naturelle", et de poursuivre jusqu'au bout l'étude des questions fondamentales que cette science pouvait poser.