

Aux commencements de la stratigraphie

Gabriel Gohau

2, av. Bernard-Palissy, 92210 Saint-Cloud, France

Reçu le 9 septembre 2002 ; accepté le 14 octobre 2002

Rédigé à l'invitation du Comité éditorial

Abstract – At the beginning of stratigraphy. The reconstruction of the succession and history of the strata of the Earth was first, under the denomination of geognosy, a German science (Lehmann, Füchsel, Werner) founded upon the nature of the deposits. The role of fossils, initiated by Soulavie, Arduino and Deluc, was developed by Smith in England and by Cuvier and Brongniart in France. However, the influence of Élie de Beaumont, who was preoccupied by the deformation of the strata, delayed the development of stratigraphic Palaeontology in France, despite the efforts of d'Orbigny. **To cite this article:** G. Gohau, C. R. *Palevol 1 (2002) 325–333*. © 2002 Académie des sciences / Éditions scientifiques et médicales Elsevier SAS

d'Orbigny / Brongniart / Élie de Beaumont / stratigraphic Palaeontology / biostratigraphy / lithostratigraphy

Résumé – La reconstitution de l'ordre et de l'histoire des couches de la Terre fut d'abord, sous le nom de géognosie, une science allemande (Lehmann, Füchsel, Werner), fondée sur la nature des terrains. Le rôle des fossiles, initié par Soulavie, Arduino et Deluc, fut développé par Smith, en Angleterre, et Cuvier, avec Brongniart, en France. Pourtant, l'influence d'Élie de Beaumont, préoccupé de la déformation des couches, retarda, chez nous, malgré les efforts de d'Orbigny, l'essor de la paléontologie stratigraphique. **Pour citer cet article :** G. Gohau, C. R. *Palevol 1 (2002) 325–333*. © 2002 Académie des sciences / Éditions scientifiques et médicales Elsevier SAS

d'Orbigny / Brongniart / Élie de Beaumont / paléontologie stratigraphique / biostratigraphie / lithostratigraphie

Abridged version

1. Order of Earth's strata

1.1. Geognosy

We are so used to consider the important role of fossils in dating deposits that, for us, stratigraphy was palaeontologic from the origin. However, this is not the case. D'Orbigny made stratigraphic palaeontology and no palaeontologic stratigraphy. The term of biostratigraphy has existed in French for one century only. England has been the pioneer in this scientific domain, since, due to the *Stratigraphical system of organized fossils* by William Smith (1887), stratigraphy has acquired its denomination and doctrine, i.e. the utilisation of fossils. The German school, especially Lehmann and Füchsel, founded a science, named geognosy by Werner, which codified the identification and order of superposition of formations.

1.2. Fossils as auxiliaries of lithology

After Soulavie, Arduino and above all Jean-André Deluc, Cuvier and Brongniart tried to demonstrate, in the neighbour-

hood of Paris, that geological strata differ chiefly by the genera of the fossils they contain.

1.3. Two collateral histories

To discuss about the respective role played by Smith and the two French scientists is vain. In fact, Deluc, who preceded all the others since 1790, has been obviously read and cribbed by Cuvier.

In his letters to Blumenbach, Deluc said that monuments from which he had drawn the above-mentioned details are much more perceptible to humans who wish to learn than those the history of ancient populations comes from, since the first ones are widespread everywhere. These monuments concern two collateral histories, history of our strata and history of the organised beings. Consequently, two groups of records are available, i.e. fossils and strata. It is to be noted that up to that time, the only strata and their lithological features were taken into account. The neptunian doctrine, assuming that a chaotic ocean had covered the Earth globe for a long time, made it possible to ascribe the same (primitive) age to all the granites. The existence of two record systems permits one of these systems and thus the history of the Earth

getting regionalised, provided the other one preserves its universality. Fossils may pretend to this second function.

2. Zoological features of formations

2.1. Similar faunas across Europe...

In his paper *Sur les caractères zoologiques des formations avec l'application de ces caractères à la détermination de quelques terrains de craie* exposed at the French Academy of Sciences in 1821, Brongniart took the first step in this domain. Fossils are considered by him to vary like the strata and “this manner of succession is frequently associated to the nature of rocks, to their structure on a large scale, to their superimposition order, to the minerals they contain, etc. [...] However, there are some cases in which the two classes of features do not follow each other more”. Are then “these formations to be considered as different in origin or is it necessary, because of the general similarity [...] of the organised fossils, to consider that they belong to the same epoch of formation?”

Brongniart takes the example of the chalk of Rouen (France), whose fossils he compares to those of the chalk of Périgueux (France) or of Poland, and then of the zone of the Rhone River disappearance. The same faunas are pointed out and lithological features are similar. Further on, Brongniart finds in the Des Fis mountain (near Servoz, Upper Savoy, France) a compact black limestone, quite different, but containing the same fossils as the chlorited chalk. He thinks that he may ascribe the same age to that black limestone.

2.2. ...and beyond the Atlantic Ocean

However, no unique proof is absolute; in fact, numerous convergent data are necessary. The latter were given by d'Orbigny during his trip in South America; in fact, he found the same generic forms in the seven epochs he identified from Silurian to Tertiary times and presented at the ‘Société géologique de France’.

A comment of d'Orbigny may be surprising: the evolution of beings proceeds from the simple ones to the complex ones. However, was not he an adversary of progressionism in his *Cours...*?

2.3. Progressionism as support of life history

Despite its slight or fugitive role in d'Orbigny's work, progressionism influences the adhesion to the opinions of biostratigraphers. Since, if the living world proceeds in the

sense of progress, it is possible to date fossils by their perfection rate: the correlations on a large scale are supported by the fact that this progress ought to proceed at the same velocity on the whole Earth's surface. Progressionism plays for biostratigraphy the role that neptunism played for lithostratigraphy at the end of the preceding century.

3. An outline of tectonostratigraphy?

Despite these different supports, stratigraphic palaeontology strikes for a long time against the concurrence of a chronology with tectonic base. Ten years after d'Orbigny's death, Léonce Élie de Beaumont, Professor at the ‘Collège de France’ wrote (for the Universal Exhibition of 1867) a report on the progresses of stratigraphy, without any word about fossils.

3.1. Earth globe's frame

According to L. Élie de Beaumont, “stratigraphy is a part of geology devoted to geometrical description and graphic sketch of mineral masses”. Or more: “The study of the frame, thus emphasising his tectonic preoccupation (word whose etymology indicates frame). Palaeontological features are of secondary order.”

3.2. The age of parallel links

Although surprising, this computation is logical. In fact, as soon as 1829, Élie de Beaumont considered as conceivable that parallel links should have the same uplift age. And as links intersect, the more ancient is affected by the uplift of the more recent one, and it will be possible to date the different directions on a vast domain, such as the Kingdom of France. The respective ages of the strata separating the unconformities one from the other will also be determined in a relative way, as well as faunas and floras the latter contain.

3.3. Panegyric of catastrophism

The obituary notice of Alcide d'Orbigny has to be waited for during twenty years. He was blamed for his catastrophism.

Élie de Beaumont was also such a catastrophist. And besides, if those two authors after Cuvier and his global revolutions had not believed in catastrophes, correlations from a continent to another would have been impossible: the simultaneity of cuts was the counterpart of their suddenness. The proof is the present-day renewal of catastrophism.

Cet article jette un coup d'œil rétrospectif (et latéral) sur les débuts de cette stratigraphie, qui ne devint pas paléontologique sans de grandes résistances. Car il y eut en quelque sorte trois stratigraphies plus ou moins concurrentes.

1. L'ordre des couches de la Terre

Nous sommes tellement habitués à considérer que la stratigraphie repose pour l'essentiel sur certaines formes de fossiles, nommés, pour cette raison, stratigra-

phiques, qu'il nous paraît normal que la stratigraphie soit avant tout paléontologique. Pourtant, ce que fait Alcide d'Orbigny est de la paléontologie stratigraphique, plutôt que de la stratigraphie paléontologique. Et l'ordre des termes n'est évidemment pas indifférent. Jean Gaudant, qui a étudié pour ce colloque le cours de paléontologie que donna d'Orbigny en 1854, a trouvé cette dernière expression, utilisée pour caractériser le fameux mémoire de Brongniart et Cuvier. Mais il est probable qu'elle reste peu usitée. Ce sont les paléontologistes qui se sont mis au service de la chronologie géologique, laquelle visait à établir l'ordre de dépôt des couches ou strates de la terre. Mais s'il a fallu attendre le début des années 1900 pour que la stratigraphie paléontologique, sous le nom de biostratigraphie, devienne classique, c'est qu'elle ne fut longtemps qu'une des formes de stratigraphie.

1.1. La géognosie

En effet, d'autres disciplines que la paléontologie avaient a priori vocation à servir d'appui à la stratigraphie. Depuis le milieu du XVIII^e siècle, on fondait l'ordre des couches sur leur contenu lithologique ou minéralogique. Les études régionales qui s'efforcent d'établir l'ordre et la structure des terrains se nomment alors lithologie ou minéralogie. En 1748, l'abbé Boissier de Sauvages fait des observations de lithologie pour servir à l'histoire naturelle du Languedoc, et c'est notre regard rétrospectif qui veut qu'il anticipe sur les ouvrages de stratigraphie [9]. Un grand demi-siècle plus tard, Cuvier et Brongniart, que nous hésitons encore moins à placer sous la même rubrique, dans la mesure où ils usent des fossiles, prétendent seulement faire de la géographie minéralogique [2, 3].

Certes, leur contemporain et concurrent William Smith élabore, dès 1817, ce qu'il nomme *Système stratigraphique des fossiles organisés*, donnant à la stratigraphie d'un coup son nom et une doctrine, l'usage des fossiles [14]. Mais nous sommes en Angleterre. Et la même doctrine aura plus de peine à s'implanter en France. Alexandre Brongniart, collaborateur de Cuvier, défend, dans ses études du Tertiaire parisien, l'application de ce qu'il appelle les caractères zoologiques des formations à la reconnaissance de leur âge [1]. Mais il est mal suivi.

Pour les gens de la génération précédente, les caractères minéralogiques et lithologiques paraissent plus fiables. Et si nos voisins britanniques se laissent gagner par la récolte des fossiles, l'école germanique défend encore la reconnaissance lithologique des formations. Il n'est pas possible d'entreprendre l'historique de la lithostratigraphie. Rappelons pour mémoire que les principes de superposition et de continuité ont été

fournis dès 1669 par le Danois Sténon, installé en Toscane. Et que plusieurs auteurs, tels Benoît de Maillet (années 1720) et Lazzaro Moro (1740) ont esquissé la séparation de deux ordres de montagnes, que ce dernier nomme primaires et secondaires [9]. Mais il revient à l'école allemande d'avoir introduit les distinctions fines à l'intérieur de ces deux groupes de terrains. Elle utilise pour cela « un savoir minier séculaire centre-européen et suédois », souligne François Ellenberger dans sa splendide *Histoire de la Géologie* [7].

Johann Gottlob Lehmann, médecin devenu directeur d'une exploitation minière, le fit le premier pour les montagnes secondaires, dans lesquelles il distingua diverses couches, du Houiller au Zechstein, dès 1756, dans un ouvrage que le baron d'Holbach fit connaître en France par sa traduction et par divers articles de l'*Encyclopédie*. Peu après, Georg Christian Füchsel, lui aussi médecin passionné d'histoire naturelle, poursuivit l'œuvre de son compatriote, en complétant la division jusqu'aux principales formations de notre Trias : Grès bigarrés et Muschelkalk. Et c'est Werner, élève, puis professeur, de la célèbre école de Freiberg, qui donna son plein épanouissement à la discipline qu'il nomma géognosie, selon un terme déjà utilisé par Füchsel et qui prit le pas sur celui de géologie, inventé (en français) par Diderot, et timidement repris par les Suisses Deluc et de Saussure, en 1778–1779 [9]. Werner n'a que vingt ans de plus que Cuvier et Brongniart. Et l'école germanique a si bien codifié les choses qu'il faudra beaucoup d'audace pour prétendre offrir un système concurrent aussi performant.

1.2. Les fossiles, auxiliaires de la lithologie

Dans un premier temps, les fossiles se présentent comme le simple moyen d'appuyer la lithologie dans la détermination de l'âge des terrains. C'est ce que préconisent Cuvier et Brongniart. Les formations géologiques des « environs de Paris » différents, nous disent-ils, par leur nature, le genre de strates et « surtout par celui des fossiles qu'on y trouve [3] ». Cependant, ce « surtout » marque que les fossiles, jusque là auxiliaires de ce qu'on peut nommer, sans que le terme soit alors en usage, la lithostratigraphie, sont en train de devenir les plus fiables des marqueurs chronologiques.

Mais ce que disent en 1808 et 1811 Cuvier et Brongniart, d'autres l'avaient esquissé dans le dernier quart du siècle précédent. Rappelons l'apport de l'abbé Soulavie, qui utilisait la présence-absence des espèces actuelles pour diviser l'histoire de la Terre en plusieurs « âges », et celui, contemporain, de Giovanni Arduino, qui confia ses pensées sur la succession des faunes à plusieurs correspondants [9]. Pourtant, un auteur qu'on

oublie trop souvent ira plus loin encore. Ce qu'affirmait Cuvier et Brongniart, quinze ou vingt ans avant eux, le Genevois Jean-André Deluc le disait déjà, tout aussi explicitement. La postérité, qui n'a retenu que son biblicisme naïf, ne lui a pas assez rendu justice. Ecoutez ces propos tenus dès 1790, dans des *Lettres à Delamétherie* publiées par le périodique *Le Journal de Physique*, que dirige ce dernier.

« Voilà, nous dit le voyageur qui a examiné, avec son neveu, les terrains de l'île de Wight, une scène bien grande pour le géologue. [...] Les couches d'*argille* passent sous celles de *Pierre calcaire*, & celles-ci sous les couches de *craie*. Nous jugeons d'ailleurs que les couches d'*argille* & de *Pierre à chaux* sont sûrement de plus ancienne date que celles de *craie*, en ce que les premières contiennent des *cornes d'ammon* qu'on ne trouve plus dans celles-ci ; ce qui prouve que le changement d'état de la *mer*, qui produisit les *précipitations de craie*, fut fatal à cette espèce d'animaux. [...] Les couches de l'*argille*, poursuit-il, contiennent une grande variété de *corps organisés* ; &, quoiqu'ils changent en différens lieux, on reconnoît qu'ils sont d'une même *période*, en ce que les mêmes corps caractéristiques de cette *période* s'y trouvent en nombre d'endroits, telles que les *cornes d'ammon*, coquillage qui cessa d'exister dans la mer, les *nautilus*, qui ne se conservèrent qu'en certaines parties de la *mer*, & périrent en particulier dans notre région [4]. »

L'auteur, bien sûr, a commencé par distinguer les couches successives par leur superposition : comment faire autrement dans un premier temps ? Depuis que le génial Sténon, 120 ans plus tôt, a énoncé le fameux principe de superposition, on n'a pas d'autre moyen direct de reconnaître l'ordre de succession des couches. Mais combien d'observateurs, depuis lors, l'ont réellement utilisé ? Ensuite, Deluc, qui a pu distinguer trois formations lithologiquement différentes, note que les fossiles varient de l'une à l'autre. Et il estime que certains d'entre eux sont caractéristiques de leur époque. Il ne s'agit sans doute que d'un cas limité, mais, précisément, la stratigraphie devra s'élaborer pièce à pièce, par observations locales, prudemment étendues.

1.3. Deux histoires collatérales

On a beaucoup discuté de la part respective de Cuvier et Brongniart, d'une part, et de William Smith, le modeste inspecteur des travaux d'aménagement des eaux du Somerset, de l'autre, dans le premier usage des fossiles en chronologie géologique. Je me garderai de trop m'avancer sur un sujet qui demeure délicat, même si Hugh Torrens a beaucoup contribué à l'éclaircir. Les quelques propos qui suivent lui doivent l'essentiel. Smith a commencé ses premières investigations dès le

début des années 1790, dans la région de Bath, où il a noté, nous dira-t-il en 1816, dans un premier temps, que les strates des collines entourant Bath suivent, à pendage constant, la même direction. Et c'est en vue de les distinguer qu'il cherche les restes organiques particuliers à chacune des strates. Dès 1799, il dicte au révérend Joseph Townsend une table des 23 couches qui vont de la craie à la houille. Cependant, à l'époque, il se fait une bien curieuse idée de l'origine des strates. En 1797, rappelle Torrens, dans une communication sur Smith justement titrée *Timeless Order*, il prétend que les corps minéraux furent tous formés en même temps [15]. Ce sont les discussions avec John Farey qui le feront changer d'avis et prendre conscience que les fossiles nous offrent le meilleur récit de la formation de la Terre. Et sans doute la publication des premiers travaux de la géographie minéralogique de Brongniart et Cuvier l'aidera-t-elle aussi à saisir l'importance de sa propre découverte.

Mais l'essentiel qui, pour moi, rend caduque la question de priorité, est que, avant Smith, Deluc a une vue limpide de l'usage des fossiles. Dans quelle mesure les deux auteurs ont-ils connu, chacun, les travaux de l'autre, je ne saurais le dire. Certes, Deluc vit en Angleterre quand il rédige, en français, ses *Lettres à Delamétherie*. Et ses *Lettres à Blumenbach* ont paru en anglais dans *British Critic* en 1793–1794. En revanche, pour ce qui concerne Cuvier, la comparaison de ses textes sur cette question avec ceux de Jean-André Deluc, dans laquelle François Ellenberger m'avait autrefois entraîné, est trop probante pour qu'on puisse se demander où il a trouvé les prémices de sa biostratigraphie [8].

Deluc, dans la dernière de ses lettres à l'anatomiste allemand Blumenbach, ajoutée dans l'édition française de 1798, résumera sa thèse en disant [5] :

« Les *monumens* dont j'ai tiré les détails ci-dessus, sont bien plus à portée des hommes qui désirent s'instruire, que ne le sont ceux dont on déduit l'histoire des anciens peuples ; car les premiers sont répandus partout. Ces monumens concernent deux *histoires* collatérales, celle de nos *couches* et des *êtres organisés*. »

En fait, la substitution des fossiles à la lithologie aura pour effet de faire jouer à ces deux types de « monumens », pour parler comme Deluc, des rôles dissymétriques. Quand les couches de la terre étaient les seules à servir d'archives de la nature, on ne pouvait corréler les événements d'une région à l'autre et, plus gravement encore, d'un continent à l'autre, que s'ils étaient universels.

Pour cela, c'est-à-dire pour établir une échelle des formations qui vaille pour le globe entier, la géognosie wernérienne dispose d'une doctrine, le neptunisme,

suivant lequel le globe était couvert, à l'origine, d'un océan qu'on disait chaotique, parce qu'il tenait en solution/suspension les matières de toutes les futures couches. La loi de dépôt des terrains prédisait qu'ils se succédaient des plus grossièrement cristallins jusqu'aux plus fins, le granite ayant précipité le premier, recouvert des gneiss, ceux-ci des micaschistes, etc.

La science ne pouvait progresser que si elle devenait capable de se régionaliser. Mais, dès lors, on perdait la possibilité d'exécuter des corrélations à distance. Il fallait donc que l'une des archives conservât son universalité. Les fossiles présentèrent leur candidature à cette fonction. Mais pour être lauréat, il leur faudra franchir quelques étapes.

2. Les caractères zoologiques des formations

Brongniart a sans doute contribué à gravir une première marche. Il l'a fait tout au long de son œuvre. Mais, sans doute, tout particulièrement dans un article « sur les caractères zoologiques des formations, avec l'application de ces caractères à la détermination de quelques terrains de craie » [1]. Lu à l'Académie des sciences le 3 septembre 1821, ce papier dut laisser un souvenir durable dans les esprits : le général Jourdy, président de la Société géologique de France en 1917, rappelait encore sa comparaison entre la craie de Rouen et le calcaire noir de la montagne des Fis [10].

2.1. Mêmes faunes à travers l'Europe...

Les fossiles, dit Alexandre Brongniart, varient avec les couches, et « ce caractère de succession [...] est fréquemment associé avec [...] la nature des roches, leur structure en grand, leur ordre reconnu de superposition, les minéraux qui les accompagnent, etc. » Et « ces circonstances minéralogiques se sont presque toujours trouvées d'accord avec les caractères que l'on tire de la ressemblance générale des corps organisés [...] et elles se sont aussi trouvées assez constamment d'accord avec leurs différences dans le cas inverse. Néanmoins, il est des cas où ces deux classes de caractères, sans être en opposition manifeste, ne se suivent plus. » D'où la question cruciale : « Lorsque dans deux terrains éloignés, les roches sont de nature différente, tandis que les débris organiques sont analogues, doit-on d'après cette différence, regarder ces terrains comme de formation différente, ou bien doit-on, à cause de la ressemblance générale et *convenablement déterminée* des corps organisés fossiles, les regarder comme de même époque de formation lorsque d'ailleurs l'ordre de *superposition* ne s'y oppose pas *évidemment* ? »

Par cet « évidemment », Brongniart rappelle que l'ordre de superposition est et restera le seul critère direct de détermination de l'ordre... au moins tant qu'on n'envisagera pas les contacts anormaux. Mais puisque cet ordre est souvent masqué dans la nature, force est de chercher des critères indirects. En faveur des êtres organiques, l'auteur invoque « ce qui se passe actuellement à la surface de la terre », car l'ami et collaborateur de Cuvier n'est pas ennemi du principe actualiste. Or, les dépôts contemporains, qui appartiennent pourtant « à la même époque géognostique », montrent entre eux des différences minéralogiques, tandis que les êtres organisés « qui habitent, sinon toute la surface du globe, du moins de très grandes étendues sur cette surface, ont pris un caractère particulier de famille ou d'époque, qu'on ne peut définir, mais qu'on ne peut non plus méconnaître ».

Hélas, l'argument n'est peut-être pas aussi convaincant que le dit Brongniart. Un auteur allemand ne manquera pas de répondre que, du moins, les dépôts ne changent pas avec la latitude, comme le font les faunes (et les flores). Et cet Allemand, né la même année que Cuvier, et qui n'est autre qu'Alexander von Humboldt, a au moins deux mérites. Il s'est, dès sa jeunesse, séparé de son maître Werner sur la question du basalte, ce qui en fait un esprit indépendant et très écouté. Et d'autre part, la répartition des êtres vivants le préoccupe au point qu'on fait de lui le fondateur de la biogéographie.

Brongniart a besoin, pour établir sa démonstration, de choisir un cas où fossiles et lithologie donnent des résultats discordants, afin de tenter de comparer la fiabilité des deux systèmes. La craie, en divers points d'Europe, lui servira de test. Il étudie d'abord la craie de Rouen, du Havre et de la côte d'Honfleur à Dives : craie blanche, craie-tufau (sic) et craie chloritée. Il en établit la liste des fossiles, et les compare à ceux de la craie de Périgueux et de Bayonne. Puis il examine la craie de Pologne. Ensuite, la glauconie crayeuse (ou craie chloritée) de la perte du Rhône près de Bellegarde. Elle montre « un grand nombre de coquilles de la craie, mais [...] aucune coquille ni des terrains inférieurs ou beaucoup plus anciens, ni des terrains supérieurs ». Et comme, malgré l'éloignement et la forme différente des terrains, les caractères des roches et des minéraux s'accordent avec ceux des corps organisés, tout concorde.

Mais l'auteur veut aller plus loin. Et pour cela, il considère un terrain de la montagne des Fis, près du Buet, au-dessus de Servoz (Haute-Savoie). Situé au-dessus de terrains dits de transition, des schistes et des psammites, ce terrain, qui forme le sommet de la montagne, renferme des coquilles semblables à celles

de la craie chloritée. Cette fois, pourtant, les différences minéralogiques sont grandes, puisqu'il s'agit d'une roche noire, un calcaire compact, dur, grossier et sublamellaire, laissant surnager par dissolution dans l'acide nitrique beaucoup de matière carbonneuse. Quoique confiant dans sa méthode, Alexandre Brongnart se félicite que les différences notables de composition minéralogique soient « atténuées par la présence de grains verts ». La supériorité du caractère zoologique s'établit, comme on le voit, pas à pas, en gardant le plus possible le contact avec les caractères pétrographiques utilisés par l'ancienne école.

2.2. ...et au-delà de l'Atlantique

Nous étions en Pologne et dans les Alpes à 2500 m d'altitude. Pour étendre encore la démonstration, il faudra franchir les océans, en comparant les faunes d'un continent à l'autre : rejoignons Alcide d'Orbigny, parti en Amérique méridionale en 1826, pour un séjour qui durera huit ans. Il en rapporte une grande nouvelle, qu'il expose en 1842, devant la Société géologique de France, dans des *Considérations générales sur la paléontologie de l'Amérique méridionale comparée à la paléontologie de l'Europe* : les faunes successives des deux continents ont les mêmes formes génériques pour chacune des sept époques qu'il distingue : Silurien, Dévonien, Carbonifère, Trias, Jurassique, Crétacé et Tertiaire (incluant l'époque diluvienne) [11]. Mieux même, quoique les espèces soient en général différentes, certaines sont, cependant, identiques de part et d'autre de l'océan. Une simple nuance : à partir du Crétacé, du fait des variations de température et de l'existence de grands fonds océaniques, des différenciations se produiront dans les faunes.

Certes, les adversaires ne manqueront pas d'y voir un cercle vicieux. Alphonse Rivière, géologue vendéen, lui objecte que d'Orbigny a d'abord distingué l'âge des terrains d'après les fossiles. Malgré tout, pour autant que la superposition des terrains soit assez visible, l'argument tiré de la comparaison permet de sortir du cercle.

Alcide d'Orbigny ajoute cependant une considération qui peut surprendre le lecteur. La marche des êtres, pris dans leur ensemble, suivant l'ordre chronologique, dit-il, procède du simple au composé. Durant la période tertiaire, les êtres anciens (et de citer pêle-mêle : Trilobites, Orthocères, Productidés, Ammonites, Bélemnites, soit des formes primaires et des formes secondaires) cèdent la place aux Mammifères « plus parfaits dans leur organisation ».

Nous savons pourtant que dans son *Cours élémentaire de paléontologie et de géologie stratigraphiques*, il s'opposait vivement, à l'aide de comptages serrés, à

tout progressionnisme. Les quatre embranchements (ceux de Cuvier) ont marché parallèlement et non successivement dans leur développement de formes. Seuls les Mammifères font exception (faible exception précise-t-il) à cette règle : de six genres au Suessonien (= argile plastique de l'Éocène inférieur), ils passent à plus de 210 à l'époque actuelle. Alors pourquoi ces propos, apparemment contradictoires avec ceux prononcés quelques années plus tôt ? « Apparemment », puisque après tout, dans les deux cas, les Mammifères sont réputés les plus récents. Mais de là à y voir une marche de la nature, il existe un grand pas qu'il ne franchira plus en 1849.

2.3. Le progressionnisme à l'appui de l'histoire de la vie

Je me contente de livrer cette interrogation aux spécialistes. Et j'en viens à ce qui m'a, en fait, incité à noter cette remarque du savant que nous honorons aujourd'hui. Que lui-même ait ou non adhéré aux idées progressionnistes dans un premier temps, il est sûr que celles-ci hantent bien des esprits de l'époque, notamment en Grande-Bretagne. William Smith disait déjà en 1817, pour autant que nous interprétions correctement ses propos, que la Création forme une merveilleuse série d'organisations s'acheminant vers la perfection, depuis les Zoophytes et les coquilles [14]. Mais le progressionnisme sera soutenu de façon plus radicale par ses successeurs, notamment Adam Sedgwick. Or, ce problème concerne la naissance de la biostratigraphie.

La géognosie, disions-nous plus haut, reposait sur une doctrine, dite neptunienne, dont se déduisait une loi de formation successive des couches de la terre, des plus cristallines, le granite et autres roches grenues, aux sables et argiles. Loi qui garantissait que l'ordre, effectivement conforme à cette loi, qu'on avait observé en quelques régions du monde, et tout particulièrement en Saxe, n'était pas fortuit, et qu'il était universel. C'est une semblable loi qu'offrirait l'existence d'un principe de perfectionnement des formes vivantes. La paléontologie stratigraphique, pour se substituer à la géognosie, a besoin de se nantir d'une même armure.

Le progressionnisme n'est d'ailleurs pas purement britannique. C'est une vieille idée : à la fin du XVIII^e siècle, on le trouve déjà chez Arduino et chez Soulavie [9]. Et, bien sûr, Cuvier, dans son discours préliminaire des *Recherches sur les Ossements fossiles*, en 1812, trouve la même progression, qu'il précise en 1825, dans la réédition augmentée du *Discours*, en tirage séparé sous le titre de *Discours sur les révolutions de la surface du globe* : les terrains les plus anciens contiennent Zoophytes, Mollusques et Crustacés, peut-être accompagnés de Poissons. Puis viennent les Quadrupè-

des ovipares (nos Reptiles), ensuite les Mammifères, les formes marines (Dauphins) précédant de peu les formes terrestres.

Pourtant, malgré la contribution de notre pays à la naissance de la stratigraphie paléontologique et du progressisme, qui lui servit un temps de béquille, et malgré le rôle joué par les Brongniart (Alexandre et son fils Adolphe) ainsi que par Alcide d'Orbigny, la géologie française se tourne, après la mort de Cuvier, dans une autre direction, sous l'influence de Léonce Élie de Beaumont, son successeur à la chaire d'histoire naturelle du Collège de France. Et comme cet homme a une autorité démesurée, il impose ses vues.

3. Une ébauche de tectonostratigraphie ?

Quoique personne n'ait parlé, à ma connaissance, de tectonostratigraphie, qui ferait le pendant à la lithostratigraphie géognosique et à ce qui se nommera plus tard la biostratigraphie, c'est cependant ce que construit notre professeur au Collège de France. Quand, en 1867, Victor Duruy commandera des rapports sur l'état d'avancement des différentes disciplines scientifiques, il confiera celui sur la stratigraphie à Élie de Beaumont. Et de quoi traitera celui-ci ? De l'ordre d'apparition des systèmes de montagnes, c'est-à-dire de ce qu'on nommera plus tard les phases tectoniques. Pas un mot sur les fossiles, dix ans après la mort de d'Orbigny. La paléontologie stratigraphique ne trouvera sa place que dans un autre rapport, confié à d'Archiac, et qui traite de la paléontologie dans son ensemble. Celui-ci, successeur de d'Orbigny au Muséum, consacra plus de 500 des 700 pages de l'ouvrage à la paléontologie stratigraphique, précisant dans l'introduction que « le point de vue géologique ou stratigraphique [est] celui qui doit nous occuper particulièrement et sans lequel la paléontologie n'existerait pas comme science distincte ».

3.1. La charpente du globe

Mais le terme de stratigraphie n'a pas ce même sens pour Élie de Beaumont et son école. En 1854, Charles Sainte-Claire Deville, terne disciple du maître – mais en bon dogmatique, Élie de Beaumont n'eut que des disciples falots – montrait bien la part qu'il accordait aux différentes branches de la géologie. « On voit, affirmait-il, que la géologie se partage assez nettement en trois grandes branches. La première, à laquelle on peut donner provisoirement le nom de Stratigraphie générale, recherche l'ensemble des lois qui président à la distribution des matériaux solides qui constituent l'écorce du globe ; elle est le lien qui unit l'étude de la

terre à l'astronomie et, par suite, aux sciences mathématiques. La seconde, que j'appellerai *Lithologie*, ne considère les matières terrestres que dans leurs propriétés physiques et chimiques. La troisième enfin, la *Paléontologie*, embrassant l'étude de tous les êtres qui se sont succédé sur le globe, rattache intimement la géologie aux sciences naturelles. Les savants, plus spéciaux, qui cultivent les deux dernières branches, n'auraient que trop tendance à isoler leurs efforts s'ils ne devaient se rencontrer, pour ainsi dire malgré eux, sur le terrain commun qui est le domaine de la Stratigraphie générale » [13].

Dans la phrase précédente, la définition de la stratigraphie – distribution des matériaux de l'écorce – est trop vague pour qu'on voie ce qu'elle englobe. Encore moins comprend-on ce qui la lie à l'astronomie et aux sciences mathématiques. Élie de Beaumont lui-même dit qu'elle « est la partie de la géologie qui s'occupe de la description géométrique et du figuré graphique des masses minérales ».

Pour aller droit à l'essentiel, le plus simple est de citer un bref extrait de ses *Leçons de géologie pratique*, professées pendant l'année scolaire 1843–1844 au Collège de France [6]. Il y définit la stratigraphie comme l'étude de la charpente d'une contrée, vocabulaire intéressant si l'on songe que c'est la tectonique qui est, étymologiquement, l'étude de la charpente. Le terme n'existe pas encore, il n'apparaîtra qu'à la fin du siècle. Mais l'idée en est présente. Quant au rôle des fossiles, Élie de Beaumont montre le peu de fiabilité qu'il lui accorde quand il déclare que « ces caractères (paléontologiques) sont en eux-mêmes d'un ordre secondaire comme les caractères minéralogiques ». En sorte qu'« on ne doit jamais oublier que ce moyen de classification est essentiellement subordonné aux observations stratigraphiques, et que c'est des faits stratigraphiques qui lui servent de point de départ qu'il tire toute sa vertu ».

Certes, concède-t-il, « si on compare l'échelle des couches américaines à l'échelle des couches européennes » on doit reconnaître « que le même système d'organisation existait en même temps dans ces deux parties de la surface de la Terre. Tout semble même annoncer que des formes analogues se sont succédé dans les différentes parties de la Terre dans le même ordre ; car on les trouve constamment superposées suivant la même loi ». Mais, si l'on n'avait pas encore compris ses réticences, il ajoute cette ahurissante déclaration : « cependant on doit avouer que par ce moyen on fait le rapprochement dont il s'agit avec moins de certitude et de précision que si, la mer étant à sec, on pouvait suivre la continuité des couches d'une contrée dans une autre ». De telle sorte que les caractères

paléontologiques sont destinés « à suppléer aux caractères stratigraphiques lorsqu'on veut opérer vite et lorsqu'il y a quelque obstacle à l'application des derniers ».

3.2. L'âge des chaînons parallèles

Je ne crois pas utile de commenter cette déclaration, qui pourrait paraître humoristique sous n'importe quelle autre plume. Mais l'extravagance de la supputation est la conséquence obligée de la méthode que voudrait emprunter l'auteur. Méthode inapplicable par ce seul attendu, quoique son point de départ ne manque pas de rationalité. Dès 1829, Élie de Beaumont a cru remarquer que les chaînons parallèles résultaient d'un même épisode de soulèvement [9]. De telle manière qu'il se croit capable de corrélérer les systèmes de montagnes de même âge en tous points de la planète : ils s'alignent, pour lui, sur un même grand cercle. Comme le sont pour nous les fossiles, la direction des chaînons se veut archive universelle, ou chronomètre. Comme, par ailleurs, quand des chaînes d'âges différents se croisent, il est aisé de distinguer leur âge relatif en remarquant que la plus ancienne est affectée par le soulèvement plus récent, on parvient dans un même territoire, le royaume de France, par exemple, à donner un âge à chacune des directions différentes. Les couches séparées par une discordance sont ipso facto relativement datées les unes par rapport aux autres, tout aussi bien que par les faunes et les flores qu'elles renferment.

La seule faille du raisonnement est précisément dans le point de départ, qui est erroné : la forme arquée de l'ensemble alpin témoigne assez que les soulèvements d'un même âge n'ont pas une direction unique. Mais, avant de s'en apercevoir, le projet de stratigraphie tectonique était concevable, à titre d'hypothèse. Il présentait les mêmes caractéristiques d'universalité que ses concurrents. Simplement, dès lors qu'on ne se contentait pas de dater les soulèvements sur cartes, en considérant leur tracé, il devenait difficile dans son application, alors que l'usage des fossiles permettait des datations sur des lambeaux de terrains... et sans avoir à vider les océans de leur eau.

Son autre inconvénient, puisqu'il était faux, tenait au dogmatisme d'Élie de Beaumont qui, faute de reconnaître la fausseté du raisonnement, l'imposa durant plusieurs décennies à la géologie française, sur laquelle il régnait en dictateur. La postérité fit attendre à d'Orbigny sa consécration, en lui refusant pendant

vingt ans sa notice nécrologique. Son successeur au Muséum, le vicomte d'Archiac, ne citait pas son nom. Et Michel Rioult nous dit qu'on reprochait à Albert Gaudry, beau-frère de d'Orbigny, de s'être imprégné dans les discussions avec celui-ci de ses thèses catastrophistes [12].

3.3. Éloge du catastrophisme

Avec le recul, les choses sont peut-être moins tranchées. Faut-il blâmer d'Orbigny pour son catastrophisme ? Et, en ce cas, le reproche vaut aussi pour Élie de Beaumont. Car leur opposition se situe à l'intérieur d'une même école de pensée. Si celle-ci est mésestimée par les historiens, c'est qu'elle reposait sur une erreur. En effet, le catastrophisme drastique était une théorie fautive. Élie de Beaumont sut tempérer le sien en matière paléontologique, mais pas dans le domaine orogénique, où ses systèmes de montagnes sont des cataclysmes tectoniques sans commune mesure avec les phénomènes que nous présente la nature actuelle.

Et s'il ne l'avait fait, sans doute aurait-il été embarrassé. En effet, n'oublions pas que les auteurs qui avaient soutenu, depuis Cuvier, la théorie des révolutions du globe avaient compris qu'on ne pouvait réaliser les corrélations à distance que si les changements de faune étaient simultanés d'un continent à l'autre. S'ils n'avaient cru aux catastrophes, la stratigraphie se serait probablement développée plus lentement. Ce n'est pas le seul cas où l'erreur fut féconde : l'historien des sciences en recueille souvent des exemples qui l'inclinent à l'indulgence à l'égard de savants que l'historiographie traditionnelle traite avec trop de sévérité. C'est évidemment le cas d'Alcide d'Orbigny. C'est aussi celui de Cuvier. Tous deux, en mettant un accent exclusif sur les discontinuités, ont, certes, méconnu les thèses transformistes de Lamarck et de son école, mais ils ont alimenté la stratigraphie. La publication, deux ans après la mort de d'Orbigny, de *l'Origine des espèces* assurait peut-être le triomphe du continuisme en matière de lignées animales et végétales. Mais elle n'empêchait pas les interrogations sur les « lignes de séparation » entre les étages, et a fortiori entre les époques ou les ères. La preuve, les vives discussions sur la crise Crétacé/Tertiaire ont remis en pleine actualité des thèmes catastrophistes qu'on n'aurait osé imaginer voilà seulement un quart de siècle. Les idées qu'on croit périmées meurent-elles vraiment ? Je me contenterai de poser la question.

Remerciements. L'auteur remercie Jean Gaudant et Philippe Grandchamp pour les informations qu'ils ont bien voulu lui communiquer.

Références

Par souci de simplification, les multiples auteurs qui ne sont pas explicitement étudiés dans le texte ne figurent pas dans la bibliographie. On pourra pour chacun se reporter à l'ouvrage cité ci-dessous en référence [9].

- [1] A. Brongniart, Sur les caractères zoologiques des formations, avec l'application de ces caractères à la détermination de quelques terrains de CRAIE, *Annales des Mines* 6 (1821) 537–572.
- [2] A. Brongniart, G. Cuvier, Essai sur la géographie minéralogique des environs de Paris, *Journal des Mines* 23 (1808) 421–458.
- [3] A. Brongniart, G. Cuvier, Essai sur la géographie minéralogique des environs de Paris, *Mémoires classe des Sc. Math. et Phys. Inst. Impérial*, 1810, pp. 1–278.
- [4] J.-A. Deluc, Lettres de M. de Luc à M. Delamétherie, *Observations sur la physique* 36–42 (1790–1793).
- [5] J.-A. Deluc, Lettres sur l'histoire physique de la Terre, adressées à M. le professeur Blumenbach, renfermant de nouvelles preuves géologiques et historiques de la mission divine de Moïse, Nyon Aîné, Paris, 1798.
- [6] L. Élie de Beaumont, *Leçons de géologie pratique, professées au Collège de France, pendant l'année scolaire 1843–1844*, Paris, Strasbourg, 1, 1845.

- [7] F. Ellenberger, *Histoire de la géologie*, Tec. & Doc. Lavoisier, Paris, 2 vols, 1988–1994.
- [8] F. Ellenberger, G. Gohau, À l'aurore de la stratigraphie paléontologique : Jean-André De Luc, son influence sur Cuvier, *Revue d'Histoire des Sciences* 34 (1981) 217–257.
- [9] G. Gohau, *Les sciences de la Terre aux XVII^e et XVIII^e siècles, Naissance de la géologie*, Albin Michel, Paris, 1990.
- [10] Général Jourdy, Allocution présidentielle, *C. R. somm. Soc. géol. France* (1917) 3–19.
- [11] A. d'Orbigny, Considérations générales sur la paléontologie de l'Amérique méridionale comparée à la paléontologie de l'Europe, *Bull. Soc. géol. France* 14 (1842–1843) 342–352.
- [12] M. Rioult, Sur deux aspects de l'œuvre d'Alcide d'Orbigny, *Travaux Comité français Histoire Géologie (COFRHIGEO)*, n° 27, 1982, 5 p.
- [13] C. Sainte-Claire Deville, Études de lithologie, *Ann. Chim. Phys.* (3) 40 (1854) 257–292.
- [14] W. Smith, Stratigraphical system of organised fossils, with reference to the specimens of the original geological collection of the British Museum: explaining their state of preservation and their use in identifying the British Strata, London, 1817.
- [15] H. Torrens, Timeless order: William Smith (1769–1839) and the search for raw materials 1800–1820, in: C.L.E. Lewis, S.J. Knell (Eds.), *The Age of the Earth: from 4004 BC to AD 2002*, *Geol. Soc. London*, 2002, 61–83.