

La controverse des crocodiles de Normandie, une étape importante dans la naissance du transformisme scientifique

Gabriel Nève

Institut Méditerranéen de Biodiversité et d'Écologie marine et continentale (IMBE),
Aix Marseille Université, Case 421, UMR AMU-CNRS-IRD-Avignon Université, 13397 Marseille cedex 20.

gabriel.neve@imbe.fr

Chapitre publié dans dans :

Audureau, Éric (Dir.) 2019. *Sciences et Humanités: Décloisonner les savoirs pour reconstruire l'Université*. Presses Universitaires de Provence, collection Epistémè, Aix-en-Provence, ISBN 979-10-320-0237-7, pages 75-114.

Résumé [non publié]

Le transformisme, qui accepte le changement d'une espèce en une autre, date du début du XIX^e siècle, bien que plusieurs penseurs aient postulé un tel mécanisme dès le XVIII^e siècle. Les premiers fossiles qui firent l'objet de discussion à ce sujet furent ceux de crocodiles découverts en Normandie dès la fin du XVIII^e siècle, qui furent plus tard datés d'environ 161 millions d'années. Georges Cuvier et Étienne Geoffroy Saint-Hilaire, tous deux professeurs au Muséum d'histoire naturelle, ont présenté leurs interprétations divergentes sur ces fossiles. Cuvier voyait les fossiles des crocodiles de Normandie comme étant les témoins d'un passé révolu, et Geoffroy comme étant les témoins de la transformation des reptiles en mammifères. L'étude des éléments du débat, permet de comprendre les démarches intellectuelles des deux naturalistes, Cuvier décrivant de manière très détaillée des faunes disparues, et Geoffroy y cherchant des intermédiaires, quitte à interpréter des fossiles de manière exagérée. Ils s'affrontèrent ensuite, lors du célèbre débat de 1830 sur l'unité de composition du règne animal. Les scientifiques et les érudits de l'époque s'intéressèrent à ce débat et de nombreux penseurs, comme Goethe et Balzac, prirent position publiquement.

La présentation du débat entre Cuvier et Geoffroy entre dans le cadre du cours Nature et Culture, donné aux étudiants de deuxième année, au sein d'une présentation des fondements du transformisme, que l'on fait souvent commencer avec Darwin, mais l'étude de ses prédécesseurs est aussi intéressante, quoique moins fréquente. La partie sur Cuvier et Geoffroy s'insère entre des enseignements sur les fondements de la classification au XVIII^e siècle et ceux sur Darwin et la biologie évolutive du XX^e siècle.

Introduction

Le début du XIX^e siècle fut l'époque des débuts de la paléontologie, grâce à la découverte de nombreux fossiles dans les dépôts géologiques, et à leur reconnaissance comme restes ou moulages d'organismes qui ont été vivants. Le français Georges Cuvier fut l'un des premiers à reconnaître dans les fossiles les témoins d'un monde passé et révolu, habité par des espèces complètement disparues, parfois spectaculaires car de très grande taille comme les mastodontes et les rhinocéros laineux, mais aussi de très nombreuses autres espèces plus petites, dont l'existence passée est parfois révélée par des fragments de taille réduite. À l'époque, cette idée de disparition était nouvelle et révolutionnaire. Du début du XIX^e siècle date aussi la naissance de l'idée de transformisme appliquée au monde vivant. Cuvier réfute cette idée, car elle met en péril la fixité des espèces. Son contradicteur, Étienne Geoffroy Saint-Hilaire voulait appliquer au monde vivant les vues du transformisme présentées par Lamarck dès 1801 dans son *Discours d'ouverture du Cours de Zoologie*, donné au Muséum National d'Histoire Naturelle l'an 8 de la République.

La controverse entre les approches de Cuvier et celles de Geoffroy durera pendant une grande partie de leurs carrières scientifiques respectives. Elle se manifeste d'abord dans leurs écrits techniques, avant de faire l'objet de débats publics au Collège de France et à l'Académie des Sciences en 1830. L'analyse de débats scientifiques permet aussi de voir que ceux-ci ne concernent pas uniquement l'affrontement entre des théories scientifiques. Tout comme le débat Pasteur-Pouchet, le débat Cuvier-Geoffroy s'inscrit dans le cadre de l'opposition entre mouvements révolutionnaires et conservateurs du XIX^e siècle (Farley et Geison, 1991).

Dans le présent texte, je me propose d'abord de situer l'état de la science de la classification des êtres vivants à la fin du XVIII^e siècle, puis de comprendre comment une discussion sur un sujet particulier a pu avoir des répercussions importantes sur le développement des idées transformistes.

Un des sujets qui opposa longtemps Cuvier et Geoffroy fut celui de l'interprétation de fossiles de crocodiles découverts en Normandie depuis la fin du XVIII^e siècle. Cuvier avait classifié tous les échantillons modernes de crocodiles du Muséum, et était donc particulièrement qualifié pour examiner, décrire et classifier les fossiles normands. Geoffroy, suite à l'expédition d'Égypte, avait une très bonne connaissance de l'anatomie et du mode de vie des crocodiles du Nil, et ses travaux au Muséum l'avaient mené d'abord à des problèmes de classification des mammifères. Cuvier avait reconnu les fossiles de Normandie comme des crocodiles maintenant disparus, alors que Geoffroy y vit des intermédiaires entre les crocodiles et d'autres lignées, en particulier les mammifères. Cette controverse, la première en paléontologie, signa la naissance du transformisme appliqué aux fossiles, et par voie de conséquence à la paléontologie évolutive. L'étude des textes originaux permet de comprendre comment, avec un matériel fossile encore très fragmentaire, Cuvier et Geoffroy ont chacun défendu un point de vue différent. Les textes originaux permettent aussi de comprendre la complexité des problèmes rencontrés : l'opposition fixiste-transformiste n'est pas aussi simple que ce qu'un examen trop rapide tendrait à faire penser.

Contexte historique

Plusieurs auteurs français ont émis des vues transformistes dès le XVIII^e siècle, bien que l'on trouve certains éléments du transformisme chez Anaximandre de Milet (610-547 av. JC), qui reconnaissait la vase marine comme origine des êtres organisés, la vase ayant subi ensuite une série de métamorphoses aboutissant aux animaux observés aujourd'hui (Tort, 1996a). Denis Diderot (1713-1784) est connu pour ses interprétations sur les monstres (Brunet, 2008), y compris pour l'espèce humaine quand il dit « Pourquoi l'homme, pourquoi tous les animaux ne seraient-ils pas des espèces de monstres un peu plus durables ? » (Diderot, 1875b, p. 418). Les espèces ne sont vues que comme passagères, ce qui transparaît dans plusieurs de ses écrits (Morgan 2006), et en particulier dans *Le Rêve de d'Alembert* :

Qui sait les races d'animaux qui nous ont précédés ? qui sait les races d'animaux qui succéderont aux nôtres ? Tout change, tout passe, il n'y a que le tout qui reste. Le monde commence et finit sans cesse ; il est à chaque instant à son commencement et à sa fin ; il n'y en a jamais eu d'autre, et il n'en aura jamais d'autre. (Diderot, 1875a, p. 132)

Diderot explicite donc une vue changeante du monde vivant et du monde en général. Toutefois, il reste général dans ses écrits, qui sont plutôt des écrits philosophiques que des écrits naturalistes. Par exemple, il ne cite pas d'espèces particulières. Son contemporain Pierre-Louis Moreau de Maupertuis (1698-1759) va plus loin dans la description des variations entre les individus d'une espèce, qu'il nomme des « erreurs ». Il conçoit que celles-ci puissent être héréditaires :

Ne pourroit-on pas expliquer par là comment de deux seuls individus la multiplication des espèces les plus dissemblables auroit pu s'ensuivre ? Elles n'auroient dû leur première origine qu'à quelques productions fortuites, dans lesquelles les parties élémentaires n'auroient pas retenu l'ordre qu'elles tenoient dans les animaux pères & mères : chaque degré d'erreur auroit fait une nouvelle espèce : & à force d'écarts répétés seroit venue la diversité infinie des animaux que nous voyons aujourd'hui ; qui s'accroîtra peut-être encore avec le temps, mais à laquelle peut-être la suite

des siècles n'apporte que des accroissements imperceptibles¹. (Maupertuis, 1756, § XLV, p. 148-149)

Les écrits de Maupertuis montrent une pensée très originale et fortement en avance sur son temps, mais la forme d'expression qu'il a choisie, sous forme de successions d'énoncés, ne permet pas de juger sur quoi sont basés ces propositions. En conséquence, les vues transformistes de Maupertuis ont été généralement ignorées par ses contemporains, et son point de vue précurseur n'a été redécouvert qu'au XX^e siècle (Fagot, 1975).

Dans les écrits de Diderot et Maupertuis, il manquait des références précises à des espèces particulières afin de pouvoir convaincre d'abord les descripteurs du monde vivant, puis les érudits. À ce titre, la monumentale *Histoire Naturelle, générale et particulière*, publiée par Buffon (1707-1788) de 1749 à 1788 fait une synthèse des connaissances de l'époque en sciences naturelles. Cet ouvrage, qui a été réédité par plusieurs maisons d'édition françaises et étrangères, avec des suppléments et mises à jour par les professeurs du Muséum National d'Histoire Naturelle, a été très largement diffusé chez les érudits de toute l'Europe. Dans cette œuvre encyclopédique, Buffon considère que les différentes espèces ont été créées telles quelles par le Créateur. Par exemple, il examina la question de la ressemblance entre l'âne et le cheval et se demanda si « l'on pourroit attribuer les légères différences qui se trouvent entre ces deux animaux, à l'influence très-ancienne du climat, de la nourriture, & à la succession fortuite de chevaux sauvages à demi dégénérés » (Buffon, 1753, t. 4, p. 377) pour conclure que l'âne est une espèce distincte du cheval, et que « les deux premiers de chaque espèce & de toutes les espèces sont sortis tout formés des mains du Créateur » (Buffon, 1753, t. 4, p. 383). Dans son chapitre sur les animaux d'Europe et d'Amérique, Buffon ne distingue pas les espèces européennes des américaines ; les lièvres européens ne sont pas distingués des lièvres américains, de même pour les castors, les écureuils, les hérissons, les loutres, et même les musaraignes et les chauve souris, deux groupes très diversifiés dans chacun de ces deux continents. Il en conclut : « si la Nature a rapetissé dans le nouveau monde tous les animaux quadrupèdes, elle paroît avoir maintenu les reptiles & agrandi les insectes » (Buffon 1761, t. 9, p. 105). Les différences entre les espèces américaines et européennes, reconnues comme « variétés », sont attribuées à leurs environnements physiques et climatiques. Pour Buffon, le Créateur a dû se limiter, car il insiste sur le fait qu'« il n'y a pas dans toute la terre habitable & connue deux cents espèces d'animaux quadrupèdes, en y comprenant même les singes pour quarante » (Buffon 1761, t. 9, p. 125). Buffon ici s'aligne sur le dogme de la création des espèces, tout en reconnaissant que celles-ci peuvent varier dans leurs aires géographiques en fonction du milieu de vie. Par ailleurs, il repousse l'usage des classes et des genres, introduits formellement par Linné, puisque pour deux cents noms, il n'est pas nécessaire de les regrouper². L'encyclopédisme de Buffon et le grand nombre des variétés qu'il a recensées l'ont conduit à reconnaître la variation au sein des espèces, il emploie le terme d'espèces « dénaturées », « par les grandes vicissitudes de la terre & des eaux, par l'abandon ou la culture de la Nature, par la longue influence d'un climat devenu contraire ou favorable, ne sont plus les mêmes qu'elles étaient autrefois » (Buffon 1761, t. 9, p. 126). Le fixisme de la création, sous l'abondance du nombre d'animaux différents recensés par Buffon montre alors ses limites. La reconnaissance de la variété, et donc de la variation loin du « type » d'une espèce, par effet du milieu de vie, est une manière élégante de résoudre le dilemme de la diversité observée dans les formes, les tailles ou les couleurs des individus d'une espèce donnée. Condorcet, dans son éloge de Buffon, a reconnu la justesse et l'élégance des descriptions de celui-ci ; toutefois il ne reconnaît pas la « perfection plus grande, dans un être plus heureusement organisé » (Condorcet 1790, p. 30), de l'homme vu par Buffon, et il suggère qu'il existe des « espèces d'animaux susceptibles d'une sorte de perfectibilité non moins réelle, mais plus lente et plus bornée » (Condorcet 1790, p. 31), ouvrant ainsi la porte à un transformisme limité des espèces.

1 Dans toutes les citations, l'orthographe et la ponctuation sont conformes au texte original.

2 « Pourquoi faire du jargon et des phrases lorsqu'on peut parler clair, en ne prononçant qu'un nom simple ? Pourquoi changer toutes les acceptions des termes, sous le prétexte de faire des classes & des genres ? » (Buffon 1761, t. 9, p. 122)

Une avancée méthodologique majeure est proposée en Suède, à la même époque, par le naturaliste Carl von Linné (1707-1778). Ce botaniste publie en 1735 ses premiers travaux sur la classification des êtres vivants. Les ouvrages de Linné, d'abord *Species Plantarum* en 1753 pour la botanique, puis la dixième édition de son ouvrage *Systema Naturae*, en 1758, pour la zoologie, marquent la naissance de la nomenclature scientifique. Linné y propose que chaque espèce soit nommée en latin d'un nom en deux parties : le genre et l'espèce. Un genre peut ainsi désigner plusieurs espèces proches. Ainsi, *Homo Sapiens* désigne notre espèce et *Homo Troglodytes* le chimpanzé³. Le livre de Linné a eu un retentissement international, et de nombreux naturalistes – mais pas Buffon – ont rapidement adopté le système linnéen de nomenclature, car il levait les ambiguïtés de désignation : chaque nom d'espèce était celui donné dans une publication par un naturaliste à un spécimen type déposé dans un Muséum d'histoire Naturelle. Le nombre d'espèces décrites a crû très rapidement depuis les 4400 nommées par Linné en 1758. Le but avoué de Linné fut de décrire toutes les espèces créées, toutefois il a admis à la fin de sa vie qu'il pouvait y avoir des cas où les différentes espèces d'un même genre pourraient descendre l'une de l'autre, mais il voyait ce cas plutôt comme une exception à la règle de la création des espèces.

Dans ce contexte, deux penseurs vont aller plus loin dans leurs descriptions des transformations des espèces : Erasmus Darwin (1731-1802) et Jean-Baptiste Lamarck (1744-1829). Erasmus Darwin, grand-père de Charles, est l'auteur d'un poème *Zoonomia* (1794) où il reconnaît une tendance à l'amélioration des êtres vivants au cours des générations. Lamarck, dans sa *Philosophie zoologique*, publiée en 1809, reconnaît également que les espèces se transforment au cours du temps. Il va même proposer un mécanisme pour ce phénomène, qui est issu de l'expérience intuitive des éleveurs : l'animal qui exerce une partie de son corps la fortifie, et la partie qui est moins utilisée se détériore. Il explicite cela en deux « lois » :

Première loi.

Dans tout animal qui n'a point dépassé le terme de ses développemens, l'emploi plus fréquent et soutenu d'un organe quelconque, fortifie peu à peu cet organe, le développe, l'agrandit, et lui donne une puissance proportionnée à la durée de cet emploi ; tandis que le défaut constant d'usage de tel organe l'affoiblit insensiblement, le détériore, diminue progressivement ses facultés, et finit par le faire disparaître.

Deuxième loi.

Tout ce que la nature a fait acquérir ou perdre aux individus par l'influence constante des circonstances où leur race se trouve depuis long-temps exposée, et, par conséquent, par l'influence de l'emploi prédominant de tel organe, ou par celle d'un défaut constant d'usage constant de telle partie ; elle le conserve pour la génération aux nouveaux individus qui en proviennent, pourvu que les changements acquis soient communs aux deux sexes, ou à ceux qui ont produit ces nouveaux individus (Lamarck, 1809, p. 235).

Ces lois semblent bien s'illustrer par le bon sens : un cheval que l'on entraîne à tirer de lourdes charges ne devient-il pas plus costaud ? Et les descendants des animaux les plus costauds, dans un élevage, sont bien issus de ceux que l'on a entraînés.

Lamarck propose donc ici un processus permettant d'expliquer les modifications de forme entre parents et descendants. Parmi d'autres, il cite l'exemple devenu classique de l'allongement du cou de la girafe :

Relativement aux habitudes, il est curieux d'en observer le produit dans la forme particulière et la taille de la giraffe (*camelo-pardalis*) : on sait que cet animal, le plus grand des mammifères, habite l'intérieur de l'Afrique, et qu'il vit dans des lieux où la terre, presque toujours aride et sans herbage, l'oblige de brouter le feuillage des arbres, et de s'efforcer continuellement d'y atteindre. Il est résulté de cette habitude, soutenue, depuis longtemps, dans tous les individus de sa

3 Linné utilisait des majuscules pour les noms de genre et d'espèce ; depuis la fin des années 1950, seul le genre prend une majuscule, alors que l'épithète spécifique s'écrit toujours uniquement en minuscules, et les deux se mettent en italiques. Dans les travaux de systématique, la science de la classification des êtres vivants, on fait en général suivre le nom scientifique du nom du descripteur qui l'a utilisé le premier, éventuellement abrégé, ainsi que la date de la première publication du nom, par exemple *Homo sapiens* L., 1758. Lors d'une deuxième citation d'un nom scientifique dans un texte, on abrège souvent le nom de genre : *H. sapiens*.

race, que ses jambes de devant sont devenues plus longues que celles de derrière, et que son col s'est tellement allongé, que la giraffe, sans se dresser sur les jambes de derrière, élève sa tête et atteint à six mètres de hauteur (près de vingt pieds) (Lamarck, 1809, p. 256-257).

L'interprétation des deux lois de Lamarck sur le cas de la girafe devient exemplaire : ces animaux allongent le cou pour pouvoir brouter des feuilles de la cime des arbres de la savane, ainsi leur cou s'allonge, et cet allongement du cou s'étant exercé tant chez les mâles que chez les femelles se transmet à la génération suivante. Ce processus repose bien sûr sur la préexistence du cou de la girafe. Il explique comment le cou de la girafe s'étend, mais n'explique pas l'origine des vertèbres du cou. Par contre, il est cohérent avec l'observation du nombre constant de vertèbres cervicales chez les mammifères, à savoir sept, tant chez la girafe que chez l'hippopotame par exemple⁴. Lamarck est ainsi le premier à proposer une vue de changements au cours des générations successives :

Or, tout changement acquis dans un organe par une habitude d'emploi suffisante pour l'avoir opéré, se conserve ensuite par la génération, s'il est commun aux individus qui, dans la fécondation, concourent ensemble à la reproduction de leur espèce. Enfin ce changement se propage, et passe ainsi dans tous les individus qui se succèdent et qui sont soumis aux mêmes circonstances, sans qu'ils aient été obligés de l'acquiescer par la voie qui l'a réellement créée (Lamarck, 1809, p. 260-261).

Les lois proposées par Lamarck sont des lois ayant pour objet la modification des organes du corps, mais non leur origine. Contrairement à ses prédécesseurs, il ne voit pas la nécessité d'attribuer à Dieu la forme des organismes ; il reconnaît que les lois qu'il a proposées expliquent l'« ordre des choses » du monde vivant. Il refuse l'explication finaliste sur les processus, proposant un processus explicatif :

La *puissance* intelligente et sans bornes, à laquelle tout ce qui est doit réellement son existence, qui a, conséquemment, fait exister tous les êtres physiques, les seuls que nous puissions connaître positivement, a-t-elle créé ces derniers immédiatement ou sans intermédiaire, ou n'a-t-elle pas établi un *ordre des choses*, constituant une puissance particulière et dépendante, mais capable de donner lieu successivement à la production de tous les corps physiques, de quelque ordre qu'ils soient⁵ ? (Lamarck, 1818, p. 364).

[...]

C'est donc une véritable erreur que d'attribuer à la nature un but, une intention quelconque dans ses opérations ; et cette erreur est des plus commune parmi les naturalistes (Lamarck, 1818, p. 373).

Le XVIII^e siècle avait été marqué par les efforts de plusieurs naturalistes, dont Linné et Buffon, pour cataloguer et décrire l'ensemble du monde vivant. Les expéditions d'exploration, menées par les grandes puissances de l'époque viennent enrichir les collections de sciences naturelles des grands muséums européens. Les naturalistes sont alors confrontés à la compréhension de la grande diversité du monde vivant. Au début du XIX^e siècle, deux conceptions du monde vont s'affronter dans le cadre de débats académiques qui vont avoir pour base des aspects particuliers des découvertes. Certains aspects de ces débats sont toujours intéressants, car ils cristallisent des interprétations différentes issues des mêmes observations.

Parmi ces débats, l'un des plus animés fut celui qui opposa Georges Cuvier et Étienne Geoffroy Saint-Hilaire entre 1825 et 1832. Ils furent tous deux professeurs au Muséum d'Histoire Naturelle de Paris. Leurs recherches sur le même matériel vivant et fossile les conduisirent à des conclusions très différentes. Cuvier y vit une succession d'organismes, issus de disparitions et de nouvelles créations, alors que Geoffroy essaya d'y voir un schéma général, et des liens entre les organismes vivants. Cette opposition de conceptions sur les causes des différences entre organismes marque toute l'histoire de la biologie ; on en retrouve actuellement des éléments dans le débat entre créationnistes et évolutionnistes. Dans cette optique, il semble intéressant de restituer les arguments d'un débat historique particulier.

4 Exemple cité par Cuvier (1812a), p. 26.

5 C'est Lamarck qui souligne.

Portraits des Protagonistes : Georges Cuvier (1769-1832)



Figure 1. Georges Cuvier, le 27 août 1818, lors de son discours de réception à l'Académie française (d'après le dessin d'Antoine Maurin (1793-1860), dans Werckmeister, 1898-1901, planche 36, collection privée de l'auteur)



Figure 2. Armoiries de Chevalier d'Empire de Georges Cuvier. Il fut fait Grand Officier de la Légion d'Honneur par Napoléon le 23 octobre 1811, puis Baron par Louis-Philippe en 1831. Descriptif officiel : d'azur, au chevron d'or, accompagné de trois têtes de pigeon arrachées d'argent 2 en chef, 1 en pointe, à la fasce de gueules brochante, chargée du signe des chevaliers légionnaires (figure AT 2014, Wikimedia Commons, d'après l'Armorial du Premier Empire⁶).

Georges Cuvier est natif de Montbéliard, dans le massif du Jura. Il fit des études à l'Institut Caroline de Stuttgart, tant en sciences naturelles qu'en droit et en administration. Imprégné d'esprit germanique, Cuvier fut un excellent descripteur et anatomiste. Grâce aux squelettes, il pouvait

⁶ Révérend, Vte A., 1895, *Armorial du Premier Empire*, t.2, Paris, Bureau de l'Annuaire de la Noblesse, p. 266 [disponible sur <https://archive.org/>]

reconstituer l'apparence des animaux. Après un séjour comme précepteur en Normandie, il arriva à Paris en 1796, où il fut nommé suppléant de la Chaire d'Anatomie au Muséum National d'Histoire Naturelle. Il en changea le nom en Chaire d'Anatomie Comparée quand il en devint titulaire en 1802. Ses premiers travaux, menés en collaboration avec Geoffroy, portèrent sur la classification des mammifères (Geoffroy et Cuvier, 1795). Ils y reprirent ensemble les principes de Linné, tout en reconnaissant que les genres et les ordres sont des « abstractions des naturalistes » ; les auteurs se fixèrent le but de « déterminer les espèces avec précision ». Cuvier publia l'année suivante un premier mémoire sur les éléphants (Cuvier 1796b) : il démontra ainsi que les éléphants d'Afrique sont distincts de ceux d'Asie, et il reconnut dans les fossiles plusieurs espèces du groupe des éléphants dont le mammoth. Déjà dans cet article, Cuvier se posa la question de l'existence de fossiles d'espèces disparues, parmi lesquelles il cita, sans les décrire, les rhinocéros fossiles de Sibérie, les ours fossiles d'Anspach⁷, le crocodile⁸ et le cerf fossile de Maëstricht, et un animal géant dont les restes venaient d'être découverts au Paraguay. Il écrit « mais quelle étoit cette terre primitive ? Quelle étoit cette nature qui n'étoit pas soumise à l'empire de l'homme ? Et quelle révolution a pu l'anéantir au point de n'en laisser pour trace que des ossemens à demi-décomposés ? » (Cuvier, 1795, p. 444) ; il ne répond pas à ces questions qu'il laisse explicitement aux philosophes. Par la suite, il reconnut dans le fossile du Paraguay un paresseux géant qu'il nomma *Megatherium* (Cuvier 1796a) et identifia également le premier reptile volant, un ptérodactyle (Cuvier 1809). Il montra aussi que le rhinocéros connu comme fossile de Sibérie et d'Allemagne est distinct des espèces d'Asie et d'Afrique (Cuvier, 1797 et 1798a). Or, constata-t-il, aucun explorateur n'a mentionné avoir rencontré des spécimens vivants de ces espèces, et leur taille n'aurait pu les faire échapper aux observations. Il en déduit que ces espèces sont disparues. Une telle déduction est nouvelle, car elle va à l'encontre d'une création divine dont tous les organismes auraient une raison d'être, et donc dont la disparition serait impensable.

Après une publication parisienne (Cuvier 1798b), Cuvier publie en 1801 des extraits de son ouvrage en cours dans le *Journal de Physique, de Chimie, d'histoire Naturelle et des Arts*, revue largement diffusée en France et auprès des sociétés savantes du monde entier. Ses travaux sur les grands quadrupèdes fossiles (éléphants, mastodontes, rhinocéros, ours des cavernes, etc.) montrent « qu'aucun de ces quadrupèdes véritablement fossiles qu'il m'a été possible de comparer exactement, ne s'est trouvé semblable à aucun de ceux aujourd'hui vivans » (Cuvier, 1801, p. 261). La question se pose alors pour lui d'expliquer le hiatus entre les vingt-trois espèces fossiles de grands mammifères qu'il a déjà réunies en 1801 et les espèces actuelles, toujours différentes : « il s'agit surtout de rechercher si les espèces qui existaient alors ont été entièrement détruites, ou seulement si elles ont été modifiées dans leur forme, ou si elles ont simplement été transportées d'un climat dans un autre » (Cuvier, 1801, p. 256) ; plus loin, il pose déjà les jalons de sa réponse à ces questionnements, quand il se demande

Comment ces êtres antiques furent-ils détruits ? Comment ceux qui leur ont succédé furent-ils formés ? La métaphysique même, n'est elle pas plus embarrassée encore par ces faits que la simple physique ; et cette nouvelle production d'êtres organisés n'est-elle pas peut-être plus inconcevable que toutes les autres parties du phénomène ? (Cuvier, 1801, p. 266).

La vue de Cuvier sur la fixité des espèces dans le temps sera constante dans son œuvre. Le principe de *corrélacion des parties* sera lié au concept téléologique de *type*, suivant la conception d'Aristote (Coleman, 1964). Il parlera en général pour les espèces ou les faunes successives, de « commencement » ou fera référence à la « puissance créatrice », mais ce n'est que pour l'homme qu'il sera plus précis, lorsqu'il parlera du genre humain comme « ce dernier et ce plus parfait ouvrage du Créateur » (Cuvier 1826, p. 172). Cuvier, par son éducation protestante, n'a pas voulu

7 Anspach est l'ancien nom de la ville d'Ansbach, en Bavière, actuellement en Allemagne.

8 Ce fossile découvert entre 1770 et 1774 sera décrit par Cuvier qui reconnaîtra qu'il ne s'agit pas d'un crocodile, mais d'un « grand varan marin » (Cuvier 1812g). Ce fossile est connu actuellement sous le nom de *Mosasaurus* (« grand lézard de la Meuse »).

heurter les visions religieuses de ses contemporains (Cardot, 2009), bien qu'il semble qu'il ne fût pas très religieux, car sa fille Clémentine priait pour sa conversion (Buffetaut, 2002).

Il prédit dès 1801 que les explorateurs ne trouveraient plus de grand mammifères terrestres, car ceux-ci n'auraient pas pu passer inaperçus (« Il est presque impossible qu'aucune des grandes [espèces de quadrupèdes] ait échappé aux poursuites des voyageurs, aux quêtes des naturalistes », Cuvier, 1801, p. 256). Pour l'essentiel, l'histoire lui a donné raison, il n'y a que très peu de grands quadrupèdes qui ont été découverts plus tard, comme l'okapi dans le bassin du Congo, en 1901, ou le grand panda, en Chine, en 1870. Les grands mammifères fossiles décrits par Cuvier ne furent jamais découverts vivants : le mammoth, le mastodonte et le cerf géant d'Irlande avaient bel et bien disparu.

Sa reconstitution des animaux disparus repose sur une connaissance détaillée de l'anatomie. Il a ainsi constaté, par exemple, que l'agencement des os des crânes des mammifères marsupiaux était différent de celui des mammifères placentaires. Rappelons ici que le bassin des marsupiaux comprend une particularité très spéciale : au dessus du pubis, à l'avant, il y a un os marsupial, en forme de petite fourche. Lorsqu'on lui apporte, des gypses de Montmartre, un bloc contenant un fossile dont seule la tête émerge, Cuvier y reconnaît, en particulier par la forme des dents et de l'articulation crâne-mandibule, celui d'un marsupial. Il en informe plusieurs collègues du Muséum et prédit d'y trouver l'os marsupial à l'avant de son bassin, ce qui fut le cas⁹. Cuvier établit alors pour la première fois que dans les carrières de Paris se trouvent, sous plusieurs couches de coquillages marins, des animaux d'un genre « aujourd'hui exclusivement propre à l'Amérique », en l'occurrence une sarigue alors que la faune actuelle de l'Europe ne compte aucun marsupial. Par ailleurs, ce type de démonstration a mené Cuvier à proposer une loi d'anatomie comparée, appelée « principe de corrélation des parties » : les différentes parties de l'organisme agissent les unes sur les autres :

Tous les os, dans l'état de vie, sont attachés les uns aux autres, et forment un ensemble dont toutes les parties sont coordonnées. La place que chacun d'eux occupait est toujours facile à reconnaître par sa forme générale, et on peut juger par le nombre et la position de leurs facettes articulaires, du nombre et de la direction de ceux qui leur étoient attachés (Cuvier 1801, p. 258).

Certains organes ne sont présents qu'en présence d'autres : des dents acérées indiquent un animal carnivore ; ses organes de digestion sont alors « disposés » pour l'alimentation faite de chairs animales, et ses sens et son squelette « sont faits de manière à le rendre habile à apercevoir, à poursuivre et à saisir une proie » (Cuvier 1801, p. 258). Inversement, des animaux quadrupèdes ne possèdent pas de branchies. Les différents types d'organes ne sont pas distribués au hasard dans les organismes que l'on observe, ils sont corrélés les uns aux autres, d'où le nom de principe de *corrélation des parties*. Ce principe trouvera ses limites lorsque furent découverts des espèces dont la combinaison de caractères semblait impossible, comme l'ornithorynque qui est un mammifère qui pond des oeufs¹⁰, ou l'*Archeopteryx*, un oiseau fossile découvert en 1861 et identifié comme tel par ses plumes mais présentant des dents et une queue avec de nombreuses vertèbres non soudées comme les reptiles (Martin, 1985).

9 « Je creusai avec précaution, au moyen d'une fine pointe d'acier, et j'eus la satisfaction de mettre à découvert toute cette portion antérieure du bassin, avec ces deux os surnuméraires ou marsupiaux que je cherchois dans leur position naturelle, et tout semblables à leurs analogues dans les *sarigues*. Cette opération se fit en présence de quelques personnes à qui j'en avais annoncé d'avance le résultat, sans l'intention de leur prouver par le fait la justesse de nos théories zoologiques, puisque le vrai cachet d'une théorie est sans contredit la faculté qu'elle donne de prévoir les phénomènes » (Cuvier 1812c, p. 10 [476]).

10 ce qui fut démontré par Geoffroy dès 1834 (Geoffroy, 1835, p. [13]). Un exemple plus frappant encore est le *Macrotherium* dont les morceaux du squelette furent découverts entre 1837 et 1849, et furent décrits d'abord comme un édenté gigantesque, sur base de ses membres alors que la tête fut décrite sous le nom d'*Anisodon*, un herbivore à sabots. Ce n'est que lors de la découverte d'un squelette complet, en 1891, que l'on comprit qu'il avait existé en France, à l'époque tertiaire, des Mammifères herbivores qui étaient munis de pattes terminées, non par des sabots, mais par des ongles recourbés (Trouessart, 1909, p. 63).

La comparaison entre les couches sédimentaires les plus superficielles, et donc plus récentes et les couches plus profondes, et donc plus anciennes, montre à Cuvier que « plus les couches dans lesquelles on trouve ces os sont anciennes, plus ils sont différents de ceux des animaux que nous connaissons aujourd'hui » (Cuvier 1801, p. 260). L'ouvrage annoncé par Cuvier en 1801 paraîtra en quatre tomes, abondamment illustrés, en 1812, sous le titre *Recherches sur les ossements fossiles de Quadrupèdes, ou l'on rétablit les caractères de plusieurs espèces d'animaux que les révolutions du globe paroissent avoir détruites*. La pensée de Cuvier dans cet ouvrage se précise. En constatant la différence entre éléphants fossiles et actuels, il signale que les espèces actuelles semblent reparaître « comme une création toute nouvelle » (Cuvier 1812a, résumé p. 4 [p. 454])

Cuvier connaissait directement ou indirectement la plupart des fossiles majeurs découverts à son époque. Dans tous ceux-ci ne figure aucun humain, ce qu'il mentionne explicitement dans son *Discours sur les révolutions du globe* : « il est certain qu'on n'a pas encore trouvé d'os humains parmi les fossiles » (Cuvier, 1826, p. 65). Un des seuls cas qui aient été décrits comme homme fossile à cette époque est celui d'un spécimen découvert au début du XVIII^e siècle, à Öhningen, près du Lac de Constance. Le naturaliste suisse Johann Jakob Scheuchzer (1672-1733), vu la grande taille du crâne, identifia celui-ci comme celui d'un homme, et il le décrivit ce fossile en 1726 comme étant celui d'un « homme témoin du déluge »¹¹. Lorsque Cuvier examina le fossile, il y reconnut celui d'une salamandre géante et disparue, grâce en particulier à la forme des vertèbres, du crâne et des membres (Cuvier, 1812h). Cette salamandre géante, d'une longueur d'environ 85 cm, a ensuite été décrite formellement par Friederich Holl (1831, p. 95) sous le nom de *Salamandra scheuchzeri*, nom donné en l'honneur de son découvreur et en faisant nommément référence aux travaux de Scheuchzer et de Cuvier. Johann Jacob von Tschudi (1837) mit par la suite cette espèce dans le genre *Andrias*, déjà utilisé pour les salamandres géantes que l'on connaissait déjà du Japon, ce qui fait que l'espèce est maintenant connue sous le nom de *Andrias scheuchzeri*.

Cuvier reconnaissait les espèces fossiles comme appartenant aux différentes classes décrites par Linné, classification qu'il a suivie dans son premier ouvrage de sciences naturelles (Cuvier 1798c). Les fossiles décrits par Cuvier appartiennent en général à des espèces distinctes des espèces actuelles. En 1826, il synthétise ses observations : il a déterminé et classé plus de 150 mammifères ou quadrupèdes ovipares sous forme fossile ; plus de 90 sont inconnues comme espèces vivantes, 11 ou 12 comme ressemblant très fort à des espèces actuelles (Cuvier emploie l'adjectif de « connus ») et pour les espèces restantes, les ressemblances avec les espèces actuelles sont nombreuses, mais les détails manquent pour établir une identification certaine (Cuvier 1826, p. 53).

Son analyse de l'anatomie des animaux faisait référence. Lors de son séjour en Normandie, il avait disséqué de nombreux organismes marins, dont des mollusques. Sa connaissance étendue de la zoologie l'a mené à reconnaître « quatre formes principales [...] d'après lesquelles tous les animaux semblent avoir été modelés, et dont les divisions ultérieures [...] ne sont que des modifications assez légères, fondées sur le développement ou l'addition de quelques parties, qui ne changent rien à l'essence du plan » (Cuvier, 1817, p. 57) : animaux vertébrés (*Animalia vertebrata*), animaux mollusques (*Animalia mollusca*), animaux articulés (*Animalia articulata*) et animaux rayonnés (*Animalia radiata*). Cuvier maintiendra toute sa vie que ces quatre plans d'organisation sont distincts, et qu'il ne peut y avoir d'intermédiaires entre eux. Au sein de chacun de ces groupes, les différentes classes présentent des variations anatomiques et une diversité correspondant à celle de leurs modes de vie.

Pour Cuvier, le fixisme des espèces est un principe fondamental permettant leur identification correcte. Les espèces d'un même groupe ont certes des caractères communs, ce qui permet par exemple de reconnaître les mastodontes comme appartenant au même groupe que les éléphants (Cuvier, 1812b). Par contre, il est exclu qu'une espèce descende d'une autre car « l'on devrait

11 Le texte original fut publié en latin. Il a été traduit et republié récemment dans un recueil de travaux de cet auteur (Scheuchzer, 2008).

découvrir quelques formes intermédiaires, et que jusqu'à présent cela n'est point arrivé » (Cuvier, 1817, p. 59). Dans son *Discours sur les Révolutions du Globe*, Cuvier explique comment des faunes ont disparu à la suite de cataclysmes, puis les lieux où elles avaient vécu, devenus vierges, ont par la suite été recolonisés par des animaux en provenance d'autres territoires non touchés par le cataclysme. Il ne réfute pas des vues évolutionnistes, car celles-ci ne sont pas encore dans l'air du temps. Il explique que les espèces sont issues de créations successives, qu'il observe dans les couches géologiques. Entre ces espèces, il ne voit pas de caractère de filiation, mais plutôt celles de disparitions de mondes anciens. Il parle alors de successions ; ainsi, en parlant des quadrupèdes, il écrit : « Il y a eu au moins une et très probablement deux successions dans la classe des quadrupèdes avant celle qui peuple aujourd'hui la surface de nos contrées » (Cuvier, 1817, p. 58).

Outre ses activités scientifiques, Cuvier eut également de nombreuses responsabilités politiques et administratives, malgré les successions de régimes qui ont émaillé l'histoire de France au XIX^e siècle (voir annexe 1). À sa mort, le 13 mai 1832, c'est toutefois son apport par la paléontologie et la reconstruction des faunes fossiles qui est resté dans les esprits, ainsi que l'écrivait en 1833 un chroniqueur du *Magasin Pittoresque* :

Cuvier a pressenti tout ce qu'il y avait de vérités cachées, de faits historiques dans les restes des animaux fossiles dont les débris se trouvaient disséminés dans les entrailles de la terre ; il a pu exhumer des générations entières, rapprocher des ossements sans nom, et créer avec ces éléments réunis des quadrupèdes, des reptiles, dont les dimensions colossales ou les formes bizarres rappellent les créations fabuleuses de l'antiquité (Anonyme, *Magasin Pittoresque*, 1833, p. 3-4).

Portraits des Protagonistes : Étienne Geoffroy Saint-Hilaire (1772-1844)



Figure 3. Étienne Geoffroy Saint-Hilaire vers 1825. (d'après la lithographie de Zéphirin Belliard (1798-1861), dans Werckmeister, 1898-1901, planche 213, collection privée de l'auteur)



Figure 4. Armoiries de Chevalier d'Empire d'Étienne Geoffroy Saint-Hilaire. Tiercé en bande : d'or à une pyramide de sable ; de gueules aux signes des chevaliers légionnaires ; et d'argent à un crocodile d'azur. Titre de chevalier, accordé à Étienne Geoffroy Saint-Hilaire, par le décret du 26 frimaire an XII (26 octobre 1808) le nommant membre de la Légion d'honneur. À noter la présence du crocodile et de la pyramide, signalant par là l'importance de l'expédition d'Égypte aux yeux de Geoffroy (figure par Jimmy Nicolle, Wikimedia Commons, d'après l'Armorial du Premier Empire¹²)

Étienne Geoffroy Saint-Hilaire naquit à Étampe. Après un abandon des études le destinant à la prêtrise, il suit des études médicales. Au collège Cardinal Lemoine, il suivit les cours des grands penseurs de son époque, comme l'abbé René-Just Haüy (1743-1822), le grand cristallographe. Au Collège de France, il suivit les enseignements entre autres du naturaliste Daubenton (1716-1799), du mathématicien Joseph-Louis Lagrange (1736-1813) et du chimiste Antoine Laurent Lavoisier (1743-1794). Plus tard, lors des Massacres de Septembre, il sauva Haüy en le faisant évader (Trouessart, 1909, Le Guyader, 1998). Celui-ci, qui avait remarqué les talents de naturaliste de Geoffroy, appuya sa nomination comme Professeur au Muséum d'histoire naturelle où il fut nommé en 1793, et où il fit toute sa carrière. Ses premiers travaux sur les mammifères furent menés avec Cuvier (Geoffroy & Cuvier, 1795), qu'il avait fait venir à Paris. Par exemple, il publia en 1796 un mémoire important sur le genre *Dasyurus* (Geoffroy, 1796b) dont la parution suivit immédiatement celle du mémoire de Cuvier sur les éléphants.

Dans un mémoire sur les Makis Lémurs, publié en 1796, il avance pour la première fois son idée de plan d'organisation unique pour tous les animaux :

Il semble que la nature s'est renfermée dans de certaines limites, et n'a formé tous les êtres vivans que sur un plan unique, essentiellement le même dans son principe, mais qu'elle a varié de mille manières dans toutes ses parties accessoires (Geoffroy, 1796a, p. 20).

Cette recherche d'un plan unique est semble-t-il issue des enseignements de Haüy qui avait reconnu des constantes géométriques dans les cristaux. Geoffroy recherchait donc ce plan commun, sans au départ y reconnaître de transformisme des espèces (Cardot, 2009).

De 1798 à 1801, Geoffroy participa à la campagne d'Égypte menée par Bonaparte, durant laquelle il étudia la faune et entretenit une correspondance suivie avec Cuvier et d'autres scientifiques restés à Paris (Geoffroy, 1901). Il en rapporta, parmi beaucoup d'autres échantillons, les momies d'ibis qui furent étudiées par Cuvier. Dans la monographie des travaux de l'Institut d'Égypte détaillant les recherches scientifiques menées lors de la campagne d'Égypte, Geoffroy écrivit les parties sur les poissons, les reptiles et les mammifères (Anonyme, 1817-1830).

Après son retour d'Égypte, il arrive à Paris en janvier 1802 et se consacre d'abord à des travaux techniques. Par exemple, Il publie une description détaillée du Polyptère (Geoffroy, 1802), un poisson particulier présentant une poche respiratoire lui permettant de respirer dans l'air plutôt que dans l'eau. Cuvier aurait commenté cette description en disant qu'à elle seule cette découverte

12 Révérend, Vte A., 1895, *Armorial du Premier Empire*, t. 2, Paris, Bureau de l'Annuaire de la Noblesse, p. 228 [disponible sur <https://archive.org/>]

justifiait le voyage d'Égypte (Geoffroy Saint-Hilaire Isidore, 1847, p. 95). Évidemment, le séjour en Égypte a aussi permis à Geoffroy de se familiariser avec les crocodiles, sur lesquels il publiera une première étude en 1809 dans le cadre de la grande monographie des travaux menés par les scientifiques durant cette expédition. Son étude des crocodiles égyptiens (Geoffroy, 1809) couvre en quatre-vingt pages les mœurs et l'anatomie de ces animaux tels qu'il a pu les observer, et examine critiquement les écrits de ses prédécesseurs, jusqu'aux auteurs anciens, en particulier Hérodote. La précision de ses travaux fait alors référence et établit la réputation de Geoffroy comme spécialiste des crocodiles. C'est aussi dans ce texte qu'est pour la première fois nommée la « loi de balancement des organes » :

Les organes des sens, qui ont leur siège [sic] dans la tête, sont tous simultanément et également amplifiés ; conclusion qui encore n'a été admise pour aucun autre animal. On sait au contraire que par-tout ailleurs le développement d'un organe des sens nuit au développement d'un autre, et que réciproquement les habitudes, ajoutant à ces premières données, exaltent aussi la puissance de l'un au dépens de celle de l'autre. Cependant la loi du balancement des organes ne reçoit pas en cette occasion de démenti ; et il n'est effectivement arrivé aux organes qui goûtent, odorent, entendent et voient, d'être ensemble et sans se nuire avec un excès de volume que parce que la boîte cérébrale a pour ainsi dire été sacrifiée (Geoffroy, 1809, p. 198).

Par ailleurs, comme il est en charge des Mammifères au Muséum, il se penche sur les collections du Muséum, en prépare le catalogue (Geoffroy, 1803) et décrit plusieurs espèces et genres nouveaux, en particulier plusieurs marsupiaux (Geoffroy 1804a et 1804b). L'examen de nombreux spécimens le fait passer progressivement de l'anatomie descriptive des spécimens à l'analyse comparée. Il publie en 1807 un premier mémoire sur les poissons (Geoffroy, 1807a). Le début du résumé en est éloquent : « La charpente osseuse du membre pectoral est composée des mêmes pièces que celles de l'extrémité antérieure des autres animaux vertébrés » ; suit alors une description des différents os de la ceinture scapulaire et de leurs relations entre eux, en tenant en compte des variations observées chez les poissons : « Il y a des os du carpe dans quelques genres, et il en manque dans d'autres ». Il montre ainsi os par os les parallèles avec l'anatomie des quadrupèdes, en mettant en évidence le parallèle entre les structures observées chez les poissons et celles observées chez les quadrupèdes ; par exemple « les phalanges sont devenues ces rayons des nageoires pectorales, décrits avec tant de soin par les naturalistes ». Il commence aussi des travaux sur l'anatomie des crânes chez les Vertébrés (Geoffroy, 1807b), et y reconnaît que les mêmes structures peuvent prendre des formes différentes suivant les espèces :

On sait que la nature travaille constamment avec les mêmes matériaux : elle n'est ingénieuse qu'à en varier les formes. Comme si en effet elle étoit soumise à de premières données, on la voit tendre toujours à faire reparoître les mêmes élémens, en même nombre, dans les mêmes circonstances, et avec les mêmes connexions. S'il arrive qu'un organe prenne un accroissement extraordinaire, l'influence en devient sensible sur les parties voisines, qui dès-lors ne parviennent plus à leur développement habituel ; mais toutes n'en sont pas moins conservées, quoique dans un degré de petitesse qui les laisse souvent sans utilité : elles deviennent comme autant de rudimens qui témoignent en quelque sorte de la permanence du plan général (Geoffroy, 1807b, p. 343).

On remarque dans ce texte la recherche d'un plan général de l'anatomie des animaux. Les crânes d'oiseaux ont l'air très différents de ceux des mammifères. Geoffroy Saint-Hilaire s'applique ici à démontrer qu'ils suivent tous deux un même « modèle ».

L'année suivante, en 1808, Geoffroy se rend à Lisbonne pour y réorganiser le Muséum. Plutôt que d'user du droit de réquisition des armées napoléoniennes, il conclut des échanges entre les collections de Paris et de Lisbonne, ce qui expliquera pourquoi les portugais ne réclameront pas à la France, après la chute de Napoléon, les spécimens envoyés à Paris (Hamy, 1908). Ses travaux descriptifs continuent, en particulier par l'examen des collections ramenées du Portugal ; et il continue ses travaux sur les mammifères, y compris un travail général sur les Primates (Geoffroy, 1812).

En 1818, Geoffroy publie une première synthèse de sa conception de l'anatomie, par une analyse des organes respiratoires. Dans cet ouvrage, il se rend bien compte que ses conceptions sont

innovantes. Il est toutefois assez sûr de ses résultats et de ses conclusions, car dès son discours préliminaire, il se place dans la grande tradition de la recherche des lois universelles :

Newton, méditant un jour sur la simplicité et l'harmonie des lois qui régissent l'univers, frappé surtout des rapports et de l'uniformité des masses du système planétaire, abandonnait son âme aux sentimens d'une vive admiration : lorsque, ramenant tout à coup ses pensées sur les animaux ; sur ces êtres, dont la merveilleuse organisation n'atteste pas moins dans un autre genre la grandeur et la suprême sagesse de la puissance créatrice, il s'écrie : *je n'en puis douter ; les animaux sont soumis au même mode d'uniformité*¹³ (Geoffroy, 1818, p. xvi).

et il cite le texte de Newton, en latin :

Idemque dici possit de uniformitate illa, quae est in corporibus animalium. Habent videlicet animalia pleraque omnia bina latera , dextrum. et sinistrum , forma consimili; et in lateribus illis , a posteriore quidem corporis sui parte, pedes binos ; ab anteriori autem parte, binos armos, vel pedes, vel alas , humeris affixos; interque humeros collum , in spinam excurrans , cui affixum est caput ; in coque capite binas aures , binos oculos, nasum , os et linguam; similiter posita omnia , in omnibus fere animalibus¹⁴.

Il y constate que les naturalistes se sont attelés à décrire la diversité des êtres vivants dans leurs multitudes de formes, puis à les classer et à reconnaître des « analogies » entre organes de différents organismes. À cette époque le terme d' « analogie » tel qu'utilisé par Geoffroy et par Cuvier doit se comprendre comme ce que nous appelons une homologie, à savoir une même origine embryonnaire¹⁵. Geoffroy reprend la comparaison classique des membres antérieurs des vertébrés qui peuvent servir « au vol, à la natation, au saut, à la course, etc ; être ici un outil à fouiller, là des crochets pour grimper, ailleurs des armes offensives ou défensives » (Geoffroy, 1818, p. xxii-xxiii). Jusque là rien de bien nouveau. Il précise alors que l'anatomie comparée repose uniquement sur ce qu'il nomme les « connexions », à savoir qu'une partie est définie non par ses formes mais par ses connexions avec les autres parties et pourquoi certaines espèces présentent des organes rudimentaires, qui ne semblent plus leur être utiles, mais sont néanmoins conservés.

En 1819, il rédige un premier travail sur les insectes, qu'il essaie de comprendre comme des vertébrés modifiés. Les deux travaux essentiels sur ce thème sont le *Mémoire sur l'organisation des insectes* (Geoffroy, 1819) et *Considération sur la vertèbre* (Geoffroy, 1822b). La cuticule des insectes est comprise comme une vertèbre à l'intérieur de laquelle les viscères de l'insecte se sont développés :

De ces faits, il y a à conclure que les insectes sont des animaux *vertébrés* : et si tout doit se réduire à une vertèbre, c'est chez les insectes que cette proposition est dans toute son évidence. En dernière analyse, nous allons sur ce résultat : tout animal habite en dedans ou en dehors de sa colonne vertébrale. Nous aurons en effet ce grand caractère pour différencier dorénavant les anciens vertébrés de ces nouveaux, qui auront à prendre rang immédiatement après ceux-là (Geoffroy, 1819, p. 345).

Ce n'est pas un hasard si le premier travail sur ce sujet, en 1819, n'a pas fait l'objet d'une publication du Muséum ou de l'Académie des Sciences. Geoffroy en effet y dénonce l'attitude de Cuvier à son égard. Il l'accuse nommément de prendre parti dans le débat et de profiter de sa position de Secrétaire de l'Académie pour juger les travaux de ses pairs plutôt que de « se borner à une exposition des documens nécessaires » (Geoffroy, 1819, p. 350) ; en laissant au lecteur le pouvoir de juger sur pièces. On perçoit ici le fort ressentiment de Geoffroy à l'égard de Cuvier, qui tente de le disqualifier aux yeux du public. Dans son troisième mémoire sur les insectes, Geoffroy appellera

13 C'est Geoffroy qui souligne.

14 Et la même chose peut être dite à propos de cette uniformité qui existe dans les corps des animaux. De façon évidente, la plupart des animaux possèdent tous deux côtés, le droit et le gauche, qui sont entièrement semblables ; et en chacun de ces côtés, dans la partie postérieure de leur corps, ils ont deux pieds, tandis que dans la partie antérieure, ils ont deux bras, ou deux pieds, ou deux ailes, qui sont attachés à l'épaule ; et entre les épaules, le cou, qui prolonge l'épine dorsale, auquel est attachée la tête ; chaque tête comporte deux oreilles, deux yeux, un nez, une bouche et une langue ; tous ces éléments sont disposés de la même manière dans presque tous les animaux. (traduction Isabelle Koch)

15 Cette acception du terme « homology » a été introduite par l'anatomiste anglais Richard Owen (1804-1892) en 1843 : « the same organ in different animals under every variety of form and function » (Owen, 1843, p. 379).

Cuvier à s'exprimer publiquement, plutôt qu'à le critiquer en privé :

Des allégations improbatives, en termes généraux et répandues dans des lieux où je ne puis me trouver, ne sont pas des argumens, et il n'entre assurément point dans les idées d'un ami de m'affliger sans nécessité. Que M. Cuvier veuille donc s'expliquer. La direction que ses ouvrages ont imprimée à l'anatomie philosophique, l'appui qu'il doit continuer à une science, source pour lui de tant de gloire, l'attente de l'Europe savante, tout lui fait un devoir de cette conduite. Qu'il attaque ma doctrine, qu'il l'attaque tout aussi vivement que le lui prescrira sa conviction; mais que du moins ce soit publiquement. (Geoffroy, 1820, p. 168)

Comme on le verra plus loin, le débat attendu par Geoffroy n'aura lieu que dix ans plus tard, en 1830, quand Cuvier sera forcé de prendre position publiquement.

Parallèlement à ses travaux fondamentaux, Geoffroy continue à publier des descriptions d'animaux dont il a connaissance. Ainsi, par exemple, en 1822 il publie une note « sur une nouvelle espèce de bœuf, nommé Gaour par les indiens, d'une taille gigantesque, et ayant des apophyses épineuses des vertèbres dorsales prolongées extérieurement » (Geoffroy, 1822a). Cette note reprend une traduction française d'une notice rédigée en anglais par un auteur dont le nom est tu (« notice qu'a rédigée M... ») et qui fut transmise à Geoffroy par Eugène Desbassayns, « fils du gouverneur des possessions françaises dans l'Inde ». Comme Geoffroy ne dispose pas de spécimen, il ne peut désigner un type, et il ne valide pas sa description par l'attribution d'un nom scientifique en latin. Le nom scientifique *Bos gaurus* sera donné en 1827 par le militaire anglais Charles Hamilton Smith (1776-1859), dans une traduction anglaise de l'ouvrage de Cuvier sur les mammifères (Griffith *et al.*, 1827, p. 399).

Durant les années 1820, Geoffroy continue ses publications en anatomie comparée, puis en embryologie avec de nombreux travaux sur les causes possibles des variations entre parents et descendants¹⁶. La fin de cette décennie est marquée par le débat entre Cuvier et Geoffroy où apparaissent de manière claire et publique leurs oppositions de points de vue. Le débat s'arrête lors de la mort de Cuvier en 1832. Geoffroy continue alors de publier ses travaux. Il devient aveugle en 1840, et doit abandonner sa chaire au Muséum en 1841. Elle sera reprise par son fils Isidore. Étienne Geoffroy Saint-Hilaire meurt à Paris le 19 juin 1844, et est enterré, comme Cuvier, au cimetière du Père-Lachaise.

La controverse des crocodiles de Normandie

Parmi de nombreuses espèces disparues, Cuvier décrit le premier les fossiles de crocodiles trouvés en Normandie. Ces fossiles furent aussi étudiés par Geoffroy qui en fera une autre interprétation. Les travaux sur les crocodiles ont une position unique, car tant Geoffroy, depuis son mémoire sur les crocodiles du Nil, que Cuvier, pour sa revue des crocodiles du monde, sont reconnus comme compétents.

À la fin du XVIII^e siècle les premiers fossiles de crocodiles furent découverts en Normandie, d'une part à Honfleur, et d'autre part près du Havre. L'Abbé Jacques-François Dicquemare (1733-1789) les a décrits, mais non nommés, et la planche associée ne présente que quatre os ou fragments d'os, dont une omoplate (Dicquemare, 1786). Barthélémy Faujas de Saint-Fond (1741-1819), professeur de géologie au Muséum National d'Histoire Naturelle, fut le premier à traiter de l'ensemble des fossiles de crocodiles alors connus, dans le cadre d'une monographie sur l'histoire naturelle de la Montagne Saint-Pierre (Faujas, 1798-1799), mais celui-ci ne présente aucune figure de fossile de crocodile, et attribue à des crocodiles de nombreux fossiles qui n'en sont pas, ce que Cuvier (1812f) démontra plus tard.

D'autres fossiles de crocodiles, plus nombreux et plus complets que ceux de Dicquemare ont été récoltés au XVIII^e siècle par l'Abbé Bachelet dans les alentours de Honfleur, dont les collections furent déposées à l'École Centrale de Rouen. Une première annonce de ces découvertes est publiée

16 Ces travaux ont été discutés récemment par Nouailles (2017).

par Cuvier en 1800. La description est sommaire, mais relève déjà les points importants :

Les mâchoires de ce crocodile de Honfleur ressemblent, par leur allongement, à celles du Gavial, seulement les dents y sont moins égales, et les sutures des os autrement figurées ; la différence la plus frappante est dans les vertèbres du col. Celles de tous les crocodiles connus ont la face antérieure de leur corps concave, et la postérieure convexe. Dans celui de Honfleur, c'est précisément le contraire (Cuvier, 1800, p. 159).

L'année suivante, il mentionne cette trouvaille dans son appel concernant les grands quadrupèdes fossiles : « Enfin je viens de découvrir récemment l'existence, auprès de Honfleur, d'ossements d'une espèce de crocodile, très-voisine de celle appelée gavial ou du Gange, mais cependant facile à en distinguer par des caractères frappants » (Cuvier, 1801, p. 264). La première description ne sera complétée et illustrée que 12 ans plus tard, lors de la révision de l'ensemble des crocodiles par Cuvier¹⁷. Sa discussion des fossiles de Honfleur (Cuvier, 1812f) commence par signaler que le découvreur des fossiles, l'abbé Bachelet, pensait qu'il s'agissait d'un cachalot à cause des nombreuses dents similaires les unes aux autres. Il relève que les roches qui contiennent ces fossiles sont plus anciennes que celles des gypses de Paris, vu qu'ils ont été trouvés dans de la marne située sous les couches de craie très épaisses de la côte. Bien que la forme générale de la mandibule découverte soit similaire à celle d'un cachalot, les sutures entre les os montrent bien qu'elles appartiennent à un crocodile. Cuvier présente alors une description détaillée des différents fragments. Une des difficultés auxquelles il est confronté est l'absence de crâne complet, les plus grands morceaux présentés étant les mandibules. De plus, les différents morceaux viennent d'origines différentes, et sont donc des fragments de plusieurs individus. Après avoir observé les différences avec la mandibule d'un dauphin ou d'un cachalot, il note qu'« un examen attentif ne tarde pas à y découvrir des caractères particuliers qui la distinguent tout aussi clairement de celle d'un *gavial*¹⁸ » (Cuvier, 1812f, p. 19 [p. 564]) : il relève alors sept différences avec le gavial, dont une différence de longueur relative des branches de la mandibule, un angle plus aigu entre elles, 22 dents sur chaque mandibule au lieu de 25 chez le gavial, et l'absence de trou dans les branches. De plus, il relève que certains groupes de vertèbres sont concaves sur les faces antérieure et postérieure, et que d'autres sont convexes antérieurement et concaves postérieurement¹⁹, alors que les crocodiles actuels présentent tous une concavité sur la face antérieure et une convexité sur la face postérieure. Après une description d'une dizaine de pages, démontrant le caractère original de l'anatomie de ces fossiles parmi lesquels il reconnaît donc deux espèces, qui ne peuvent se rattacher à aucune espèce actuelle, Cuvier conclut :

Maintenant j'espère que ceux qui auront eu la patience de lire cette longue description, ne penseront plus que l'on puisse expliquer les différences extraordinaires qui distinguent ces deux sortes d'os de ceux du gavial, par l'influence de l'âge, de la nourriture, du climat ou du passage à l'état de pétrification, ainsi que l'a voulu M. Faujas dans le passage cité au commencement de ce chapitre. Toutes ces causes réunies auroient-elles pu mettre en avant la convexité que les autres crocodiles ont en arrière de leurs vertèbres ? Auroient-elles pu changer l'origine des apophyses transverses, aplatir les bords des orbites, diminuer le nombre des dents, etc. ? Autant vaudroit dire que toutes nos espèces vivantes viennent les unes des autres (Cuvier, 1812f, p. 28-29 [573-574])

Ces commentaires sont une attaque à peine voilée à la *Philosophie zoologique* de Lamarck (1809), un des premiers professeurs du Muséum, et toujours actif à 78 ans en 1812²⁰. Cuvier ne voit dans les séries fossiles aucun lien de descendance, tout au plus des variations sur des plans d'organisation figés. Dans sa discussion et sa description des fossiles de crocodiles, Cuvier ne parle que de deux espèces disparues de crocodiles et bien distinctes du gavial du Gange actuel ; nulle part il ne nomme

17 Présenté d'abord à la société philomathique de Paris (Cuvier, 1807) puis publié cinq ans plus tard (Cuvier, 1812d et 1812e).

18 C'est Cuvier qui souligne.

19 On reconnaîtra plus tard que ce dernier type de vertèbres n'appartient en fait pas à des crocodiles, mais à des dinosaures théropodes du genre *Streptospondylus* (Buffetaut, 2008, p. 157).

20 Il publiera encore en 1817-1818 vingt notices dans le « Nouveau Dictionnaire d'histoire naturelle », et en 1820 son ouvrage *Système analytique des connaissances positives de l'homme* [<http://www.lamarck.cnrs.fr/>].

formellement ces espèces disparues. Jean-Vincent-Félix Lamouroux (1779-1825) décrira formellement en 1820 un crâne découvert en 1817 à Allemagne²¹, près de Caen, et le baptisera *Crocodylus cadomensis*, le « crocodile de Caen » (planche 1).

En 1825, Geoffroy publie à son tour une analyse des fossiles normands de crocodiles, dont le titre est sans équivoque :

Recherches sur l'organisation des gavials; Sur leurs affinités naturelles, desquelles résulte la nécessité d'une autre distribution générique, *Gavialis*, *Teleosaurus* et *Steneosaurus*, et sur cette question, si les Gavials (*Gavialis*), aujourd'hui répandus dans les parties orientales de l'Asie, descendent, par voie non interrompue de génération, des Gavials antédiluviens, soit des Gavials fossiles, dits Crocodiles de Caen (*Teleosaurus*), soit des Gavials fossiles du Havre et de Honfleur (*Steneosaurus*) (Geoffroy, 1825).

Dans ce travail important, Geoffroy introduit les noms scientifiques des genres *Teleosaurus* et *Steneosaurus*. *Teleosaurus* est donné à l'espèce précédemment décrite sous le nom de *Crocodylus cadomensis* par Lamouroux, qui deviendra donc *Teleosaurus cadomensis*, nom sous lequel cette espèce est toujours connue. Deux espèces de *Steneosaurus*, *S. rostro-major* et *S. rostro-minor*, sont aussi formellement décrites, mais malheureusement sans références claires à des spécimens désignés²².

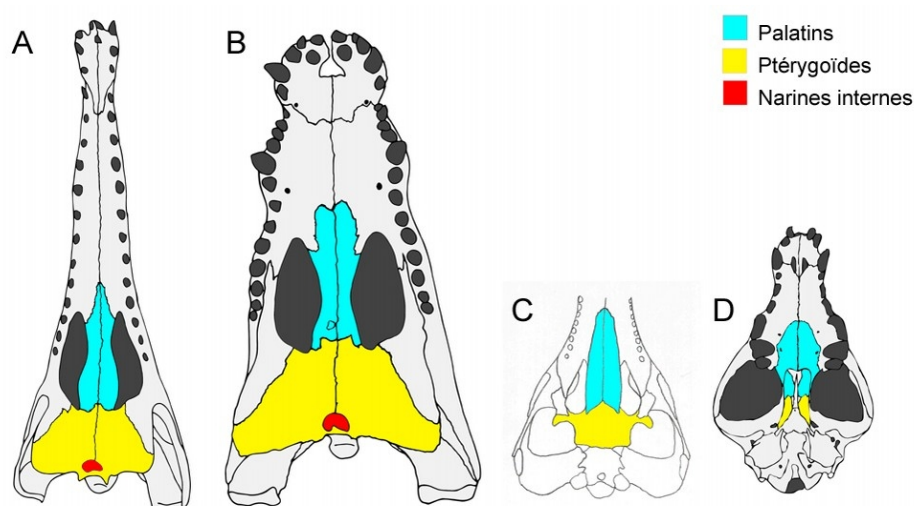


Figure 5. Crânes de A : gavial, *Gavialis gangeticus* (Spécimen ZOO-04721), B : crocodile, *Crocodylus niloticus* (Spécimen ZOO-04720), C : fossile de *Teleosaurus cadomensis*, redessiné d'après Jouve 2009 et Geoffroy 1825, D : chien, *Canis lupus* (Spécimen ZOO-04792), tous en vue ventrale. Chez *Teleosaurus* et *Canis*, les narines internes sont situées verticalement sous l'arrière de la voûte palatine. Le spécimen de *Teleosaurus* étudié par Geoffroy, déposé au Muséum de Paris, fut aussi examiné par Jouve (2009). Les spécimens A, B et D proviennent de la collection de zoologie, Faculté des Sciences de St-Charles, Aix-Marseille Université (dessins originaux de Charlie Bodin).

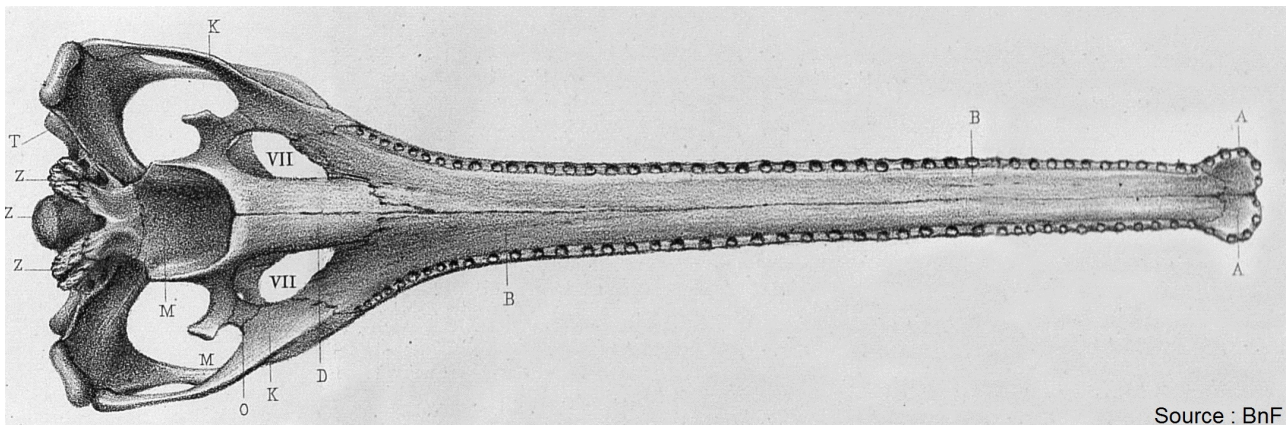
Une partie de la discussion de l'anatomie particulière des crânes fossiles repose sur la structure d'un os que Geoffroy appelle hérisséal²³. Cet os est situé sur la partie inférieure du crâne, à l'arrière du palatin (voir figure 5). Geoffroy précise que chez les gavials ces os « terminent la voûte palatine fort en arrière du crâne et à très-petite distance du condyle occipital » (Geoffroy, 1825, p. 125). Chez les gavials, comme chez tous les crocodiles actuels, cette structure ferme le conduit nasal vers le bas, et le prolonge ainsi jusque vers l'arrière de la cavité buccale. Sur le crâne de Caen, décrit par

21 Ce village fut renommé Fleury-sur-Orne par son Conseil Municipal en 1916 (Le Guyader, 1998, p. 308).

22 Les spécimens désignés par le nom de *Steneosaurus rostro-major* sont désignés maintenant soit par le nom *S. megistorhynchus* (Deslongchamps, 1866), soit par le nom de *S. edwardsi* (Deslongchamps, 1866) suite à l'absence de désignation formelle de matériel type par Geoffroy dans son mémoire de 1825 (Vignaud, 1998) et *S. rostro-minor* est maintenant mis en synonymie avec *Plesiosuchus manselii* (Hulke, 1870), suite à la recommandation 67B du code international de nomenclature zoologique (Young *et al.*, 2012).

23 Cet os est nommé actuellement os ptérygoïde.

Lamouroux (1820), que Geoffroy baptise *Teleosaurus* (Cuvier dans sa description des fossiles avait soigneusement évité de donner un nom formel), ces os présentent une ouverture et l'arrière de la cavité nasale se termine ventralement avec les os palatins, et non par l'hérisséal comme chez le gavial. Cette structure observée chez *Teleosaurus* est similaire à celle trouvée communément chez les Mammifères, comme le chien (figure 5), Geoffroy la cite en premier dans sa liste de six caractères crâniens originaux de *Teleosaurus* (Geoffroy, 1825, p. 136-140). Les cinq autres sont (1) Chaque ptéryroïde (« hérisséal ») est renversé de côté au lieu de former la continuation de la région palatine, (2) les ouvertures arrières de la cavité nasale (les « arrière-narines ») sont plus grandes que chez les crocodiles, (3) l'os postorbitaire (que Geoffroy identifie comme le jugal) est de grande taille, et en arrière sa suture avec le squamosal (« temporal ») est similaire avec celle des mammifères (4) la fosse temporale est plus grande que chez le crocodile, et le jugal (que Geoffroy appelle l'« adorbital ») est deux fois plus long que chez le crocodile (5) le squamosal (« temporal ») ne fait pas partie de la « surface externe et supérieure du crâne : c'est une pièce latérale et recouverte pas des muscles²⁴ ». Geoffroy considère alors *Teleosaurus* comme « un amalgame de Saurien et de Mammifère. Il est en effet ramené vers les Mammifères par une composition analogue du canal cranio-respiratoire » (Geoffroy, 1825, p. 136). Le nom même de *Teleosaurus*, donné par Geoffroy, « exprime les conditions d'un saurien, étant en rapport avec des êtres beaucoup plus parfaits » (Geoffroy, 1825, p. 144).



Source : BnF

Figure 6. Face ventrale du crâne de *Teleosaurus cadomensis*. D : os palatin, M : ptérygoïdes. Ce spécimen et d'autres découverts en Normandie par Jacques-Amand Eudes-Deslongchamps et son fils Eugène furent détruits lors de la bataille de Normandie en 1944 ; Hueber (2014) a réalisé une reconstitution du rostre de *Teleosaurus*, basée sur les publications d'Eudes-Deslongchamps (voir aussi planche 1). Le spécimen original de *Teleosaurus* étudié par Cuvier et Geoffroy, plusieurs moulages et la reconstitution de son crâne sont actuellement dans les collections de la galerie de paléontologie du Muséum de Paris. (D'après la planche XI, Eudes-Deslongchamps 1866; source : Bibliothèque nationale de France)

Geoffroy examine ensuite le fossile de Honfleur, qu'il sépare en deux espèces, et nomme *Steneosaurus rostro-major* et *Steneosaurus rostro-minor*, en faisant référence aux travaux de Cuvier (1812f). Bien que « leurs longs museaux ont beaucoup contribué à les faire prendre pour des gavials », le reste de la tête est assez particulier : les yeux sont grands et placés plus latéralement, et la boîte crânienne est plus étroite. Il conclut « pour montrer tous ces animaux en série naturelle » des « reptiles de Honfleur [*Steneosaurus*], qu'ils doivent suivre le genre *Crocodile* à quelque distance et du *Teleosaurus*, qu'il devra immédiatement précéder ce genre » (Geoffroy, 1825, p. 149). Geoffroy, dès la description des fossiles, veut les placer suivant un ordre chronologique. Il reconnaît que les conditions anciennes du globe doivent avoir entraîné des changements sur les organes suivant les deux lois de Lamarck, qu'il cite. En appliquant ces principes, il va très loin dans ses conclusions en énonçant « il n'y a rien de fixe dans la nature » comme axiome général. Appliqué aux êtres vivants (« productions organisées-vivantes »), cela entraîne, d'après Geoffroy, que leur

24 Les actualisations de nomenclature sont faites par comparaison avec l'étude récente de Stéphane Jouve (2009).

« essence repose effectivement sur la transmutation et la métamorphose des parties », un phrasé étonnamment proche des écrits de Maupertuis, cités en introduction. On est ici très loin d'une description d'espèces immuables dans le temps, et créées indépendamment les unes des autres, il reconnaît explicitement la filiation entre les espèces fossiles et actuelles :

Il ne répugne point à la raison, c'est-à-dire aux principes physiologiques, que les Crocodiles de l'époque actuelle ne puissent descendre par une succession non interrompue des espèces antediluviennes, retrouvées aujourd'hui à l'état fossile sur notre territoire (Geoffroy, 1825, p. 152-153).

Cuvier, qui a examiné de nombreux fossiles, n'a jamais reconnu de filiation entre ceux-ci, ni entre eux ni avec les espèces actuelles. En 1825, Cuvier n'est plus dans de grandes œuvres descriptives, car il est pris par de nombreuses tâches administratives, mais il précise encore sa pensée dans divers écrits, comme la notice « Nature » publiée dans un dictionnaire d'histoire naturelle qu'il termine par nous n'apercevons aucune nécessité d'une échelle des êtres, ni d'une unité de composition, et nous ne croyons pas même à la possibilité d'une apparition successive des formes diverses ; car il nous paroît que dès le principe la diversité a été nécessaire à cette harmonie et à cette conservation; seuls buts que notre raison puisse apercevoir à l'arrangement du monde (Cuvier, 1825, p. 268).

Ce refus explicite d'une « unité de composition » est une prise de position sans équivoque opposée à celle de son collègue Geoffroy.

Le débat de 1830

En 1830 un mémoire intitulé « Quelques considérations sur les mollusques » est soumis à l'Académie des sciences par MM. Laurencet et Meyranx²⁵. Cuvier, en sa qualité de Secrétaire Perpétuel, doit le soumettre à deux membres pour lecture et commentaires. Ceux-ci sont l'entomologiste Pierre-André Latreille (1762-1833) et Geoffroy. Dans ce mémoire, jamais publié et dont le texte est perdu, les auteurs font un parallèle entre l'organisation des Mollusques et celle des Vertébrés, dont les « viscères [...] sont placés dans les mêmes connexions²⁶ » ; ceci montrerait que les mollusques et les vertébrés présentent un même plan d'organisation. Comme Geoffroy avait déjà montré les liens entre les Arthropodes et les Vertébrés, le travail de Laurencet et Meyranx permettrait d'y adjoindre les Mollusques. Des quatre plans d'organisation soutenus par Cuvier, seul reste indépendant celui des Radiés. Cuvier s'oppose violemment au rapport présenté en séance publique le 15 février 1830, par la publication d'une note présentée en séance publique le 22 février 1830. On y lit que les céphalopodes

ont été rapprochés des mammifères par MM. Merans [sic] et Laurencet ; au moyen d'une fiction qui a paru fort ingénieuse à M. le rapporteur, ils ont supposé qu'ils étaient pliés en deux sur eux-même et en arrière, et qu'il suffisait de les redresser par la pensée pour mettre leurs organes dans la même situation où nous les trouvons chez les mammifères²⁷.

La réponse de Cuvier est très nette, il y développe les différences entre les vertébrés et les mollusques, en montrant leur différences de composition :

Je le demande maintenant : comment avec ces nombreuses, ces énormes différences, en moins d'un côté, en plus de l'autre, pourrait-on dire qu'il y a entre les céphalopodes et les vertébrés *identité de composition, unité de composition* sans détourner les mots de la langue de leur sens le plus manifeste ?

Je ramène tous ces faits à leur véritable expression, en disant que les céphalopodes ont plusieurs organes qui leur sont communs avec les vertébrés, et qui remplissent chez eux des fonctions semblables; mais que ces organes sont autrement disposés entre eux, souvent construits d'une autre manière, qu'ils y sont accompagnés de plusieurs organes que les

25 Le texte de ce mémoire est perdu. Il ne subsiste que les débats qu'il a suscités. Pierre Stanislas Meyranx (1792-1832) était médecin à Montpellier et enseignant de sciences naturelles au Lycée Charlemagne. Laurencet était un médecin lyonnais établi à Paris après 1820, mais il n'a pu être identifié plus précisément (Le Guyader, 1998, p. 293).

26 Le rapport de Latreille et Geoffroy a été publié par ce dernier (Geoffroy, 1830).

27 Journal des débats politiques et littéraires, 23 février 1830, p. [2]

vertébrés n'ont pas, tandis que ces derniers en ont aussi, de leur côté, plusieurs qui manquent aux céphalopodes²⁸.

Il s'en suit un débat de semaine en semaine où Cuvier et Geoffroy vont confronter leurs vues. Certains vont se désolidariser de Geoffroy, comme Latreille et Meyranx. Ce dernier écrit alors à Cuvier : « nous étions bien éloignés de croire qu'à l'occasion d'une simple et seule considération sur l'organisation des mollusques, on pût tirer des conséquences aussi exagérées » (Le Guyader 1998, p. 117-118). D'autres au contraire, comme le physicien André-Marie Ampère (1775-1836), vont soutenir Geoffroy²⁹.

Le débat fait l'objet d'articles dans la presse, dont le très officiel *Journal des Débats politiques et littéraires*. Cette publication fait la part belle au discours de Cuvier dont la beauté de l'argumentation est louée :

Le Mémoire suivant de M. Cuvier a excité au plus haut degré l'attention et l'intérêt de l'Académie. Les personnes même étrangères à l'étude de la Zoologie en suivront facilement les raisonnements développés par l'auteur avec une merveilleuse clarté. [...]

M. Cuvier termine ainsi ce Mémoire important : Voilà, je le proteste, la théorie de notre confrère sur l'hyoïde des poissons ; je l'ai extraite de son Mémoire avec beaucoup de peine, mais enfin je l'en ai extraite fidèlement, et maintenant qu'elle est dépouillée du langage figuré qui l'enveloppait, je laisse à chacun à la juger.

Cette théorie de l'hyoïde des poissons, qui avait été donnée comme l'un des plus heureux produits et comme l'une des meilleures preuves de la doctrine des analogues serait renversée par chacun des argumens que je lui oppose. Quand même on souscrirait à toutes les translations, à toutes les intercalations, à toutes les bascules et les culbutes qu'elle suppose ; quand même on admettrait les muscles dont on y fait intervenir l'action et qui n'existent pas, on n'aurait encore satisfait à rien ; ni les éléments des organes, ni leurs connexions ne seraient conservés³⁰.

Les arguments de Cuvier reposent sur des éléments matériels et il s'oppose aux spéculations de son confrère Geoffroy. Il rappelle en particulier les discontinuités dans le registre fossile et son concept de « corrélation des parties ». Il semble que la plupart des témoins de l'époque penchèrent du côté de Cuvier, mais Geoffroy eut aussi ses partisans, comme le journal *Le Temps* :

En résumé,

1° M. Geoffroy est arrivé à la théorie qu'il proclame par des recherches qui lui sont propres.

2° L'ancienne école n'admet, avec M. Cuvier, le principe de l'analogie que dans certaines limites; M. Geoffroy, ne reconnaît point d'exception à son principe de composition organique.

3° La marche que suit M. Geoffroy dans les études zoologiques est essentiellement différente de celle qu'avait adoptée ses prédécesseurs. Ils cherchaient à établir leurs analogies d'après la considération des formes, d'après celle des fonctions, enfin d'après celle que fournit l'anatomie. M. Geoffroy veut que toute recherche zoologique soit fondée uniquement sur l'anatomie ; et avec ce seul élément de recherche convenablement employé, il arrive à des conséquences beaucoup plus étendues que celles auxquelles étaient bornés ses devanciers (Rédacteurs du Temps, 1830, p. 203).

Il semble donc que la portée du discours de Geoffroy ait convaincu un certain nombre de ses contemporains malgré la position dominante de Cuvier tant à l'Académie des Sciences que dans la société en général. La situation a été bien résumée par Jean-Baptiste Dumas (1800-1884) dans son éloge funèbre d'Isidore Geoffroy Saint-Hilaire :

Étienne Geoffroy Saint-Hilaire, plein de vie et de gloire, appuyé par Goëthe et Ampère, soutenait contre Cuvier au sein de l'Académie des sciences la plus grande discussion philosophique du siècle, tenant en suspens tous les savants de l'Europe et partageant les jeunes talents en deux camps. (Dumas 1873, p. CCVIII)

Le discours descriptif très précis de Cuvier a à la longue toutefois moins convaincu que les idées novatrices et synthétiques de Geoffroy. Jean-Baptiste Dumas, qui fut élève de Geoffroy, déclara lors son éloge funèbre de ce dernier : « Dès le premier jour du débat, chacun se prit à souhaiter que les vues de Geoffroy Saint-Hilaire fussent confirmées ; *chacun comprit que l'esprit humain allait faire*

28 Ibid.

29 Ainsi qu'en atteste une lettre de Geoffroy à Ampère datée du 23 février 1832 [www.ampere.cnrs.fr/amp-corr1129.html] ; voir aussi : Appel, 1987, p. 170.

30 Journal des débats politiques et littéraires, 6 avril 1830, p. [1-3]

*un grand pas*³¹ » (cité par Isidore Geoffroy, p. 379). Le débat passionna le grand écrivain Johann Wolfgang von Goethe (1749-1832), qui en publia un résumé à l'intention du public allemand (Trouessart, 1909 ; Tort, 1983). Après la séance académique du 19 juillet 1830, Goethe en fit un commentaire éloquent à Johann Peter Eckerman (1792-1854) : « Nous avons pour toujours en Geoffroy Saint-Hilaire un allié puissant. La manière synthétique d'envisager la nature, introduite par lui en France, ne peut plus rétrograder³² ». Il est un peu paradoxal que les naturalistes allemands aient ainsi loué les travaux de Geoffroy, alors que c'est Cuvier qui, éduqué dans le Duché de Wurtemberg, connaissait le mieux la *Naturphilosophie* allemande, dont il s'était éloigné.

Après la mort de Cuvier, Geoffroy publie un ensemble de mémoires sur de nouvelles analyses des fossiles de *Teleosaurus* et *Stenosaurus*, suite à l'obtention de nouveaux spécimens (Geoffroy , 1833).

Dans ce texte, Geoffroy procède à l'inventaire des différentes écoles de naturalistes. Il constate que, pour tous les naturalistes, les premières tâches consistent à nommer, à enregistrer et à décrire, mais regrette que nombreux sont ceux qui se cantonnent dans ces rôles. Il l'exprime par une parabole, ce qui est une forme tout à fait inhabituelle d'écrit dans une revue scientifique :

Des faits , même très industrieusement façonnés par une observation intelligente, ne peuvent jamais valoir, à l'égard de l'édifice des sciences, s'ils restent isolés, qu'à titre de matériaux plus ou moins heureusement amenés à pied d'œuvre. Or comme on ne saurait porter trop de lumière sur cette thèse, je ne craindrai pas d'employer le secours de la parabole suivante : .

Paul a le désir et les moyens de se procurer toutes les jouissances de la vie : il est intelligent, inventif, et il s'est appliqué à rechercher et à rassembler ce qu'il suppose lui devoir être nécessaire. Il approvisionne son cellier des meilleurs vins ; il remplit son bûcher de tout le bois que réclamera son chauffage : il agit avec le même discernement pour tous les autres objets de sa consommation probable. Les qualités sont bien choisies, les objets habilement rangés, et un ordre savant règne partout. Mais arrivé là, Paul s'arrête. De ce vin, il ne boira pas ; de ce bois , il ne se chauffera pas ; de toutes les autres pièces de son mobilier, il n'usera pas. Mais, me direz-vous, votre Paul est un fou. Je l'accorde.

Gardons-nous cependant d'une entière application. Toutefois, que dire d'un savant qui déclare s'en tenir à la production, ou à la bonne disposition de faits positifs ? S'il ne se plaît qu'à bien élaborer ses matériaux et qu'à les livrer parfaitement façonnés, pour être un jour employés, il renonce à ce qu'il y a de plus vif, de plus enivrant, et de plus profondément philosophique dans la vie des sciences (Geoffroy, 1833, p. 137).

On aura évidemment reconnu ici une caricature de Cuvier, décédé l'année précédente (1832).

Épilogue

Les recherches menées au XX^e siècle en biologie ont montré la grande unicité du monde vivant. Trois des quatre plans d'organisation reconnus par Cuvier correspondent à peu près aux embranchements modernes des Cordés (pour les Vertébrés), des Arthropodes (pour les Articulés) et des Mollusques. Ces trois premiers groupes reconnus par Cuvier présentent tous une symétrie bilatérale : les parties droite et gauche des organismes sont symétriques l'une à l'autre. Cette symétrie, dans l'histoire évolutive, a une origine unique, et tous les animaux qui la présentent font partie du groupe des Bilatériens. En ce sens, les Mollusques, les Vertébrés et les Arthropodes ont bien une origine commune (Lecointre & Le Guyader 2001), mais les traits communs relevés par Geoffroy ne correspondent pas à cette histoire. Les homologues qu'il relève entre la vertèbre des Vertébrés et le segment de cuticule des insectes ne correspond pas à une homologie et les modes de développement des mollusques sont fondamentalement différents de ceux des Vertébrés. Les Radiaires, tels que définis par Cuvier, sont un groupe hétérogène, comprenant à la fois des Annélides, comme le ver de terre, et des Échinodermes, comme les étoiles de mer. On sait maintenant que les Échinodermes sont apparentés aux Vertébrés, avec lesquels ils partagent le caractère d'une formation postérieure de la bouche par rapport à l'anus lors du développement

31 C'est Isidore Geoffroy qui souligne.

32 Eckermann Johann Peter, 1848, *Gespraechte mit Goethe in den letzten Jahren seines Lebens*, Magdebourg, cité et traduit par Tort (1996b).

embryonnaire, caractéristique qui les positionne dans le groupe des Deutérostomiens. Par contre, les Annélides, comme le ver de terre, sont des Protostomiens, où l'anus se forme postérieurement à la bouche. Les groupes animaux des Protostomiens et Deutérostomiens ont été décrits par le zoologiste allemand Karl Grobben (1854-1945) en 1908, soit bien postérieurement aux travaux de Cuvier et Geoffroy.

Chez les crocodiles, les espèces que Geoffroy a nommées *Teleosaurus* et *Steneosaurus* ne sont pas des intermédiaires avec d'autres groupes, ni des mammifères ni des varans. Dans une courte autobiographie écrite à la fin de sa vie en 1864, le paléontologue normand Jacques-Amand Eudes-Deslongchamps (1794-1867), qui avait collaboré avec Geoffroy en lui communiquant ses découvertes de fossiles normands, a ainsi décrit les vues transformistes de Geoffroy :

Nos nouvelles pièces furent encore le sujet de diverses communications à l'Académie des sciences ; Geoffroy avait alors le projet de faire un grand travail descriptif de nos Téléosauriens pour lequel il me demanda ma collaboration. Mais, tout en continuant ses communications à l'Académie sur nos fossiles, Geoffroy Saint-Hilaire sembla perdre de vue son plan primitif, et nos pièces ne furent plus que des motifs ou des exemples pour la poursuite de ses idées théoriques sur la composition de la tête des vertébrés, et autres élucubrations beaucoup plus dans ses goûts que des travaux purement descriptifs (Eudes-Deslongchamps, 1896, p. 48).

Les vues de Geoffroy étaient donc loin de faire l'unanimité !

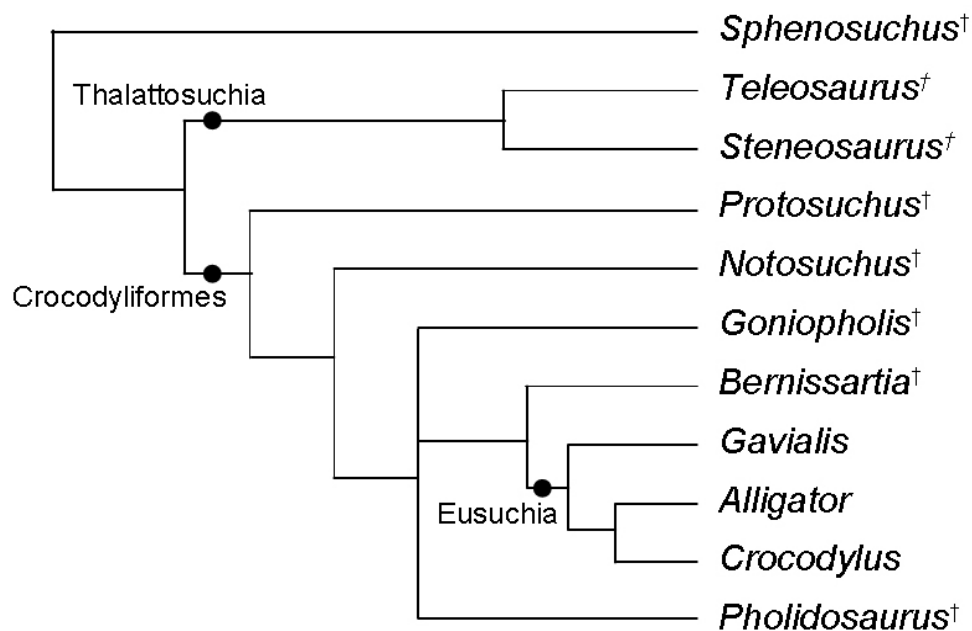


Figure 7.

Phylogénie des Crocodylomorphes actuels et fossiles (†). Seuls quelques-uns des plus de soixante genres actuels et fossiles ont été repris ici. On remarque que les crocodiles actuels font tous partie du groupe appelé Eusuchia, alors que *Teleosaurus* et *Steneosaurus* font partie des Thalattosuchia, groupe entièrement éteint, reconnu récemment comme étant le groupe frère des Crocodyliformes (redessiné d'après Wilberg, 2015).

Le paléontologue Stéphane Jouve a publié en 2009 une analyse détaillée du statut de *Teleosaurus*, suite à un examen minutieux des spécimens disponibles au Muséum d'histoire Naturelle de Paris, les mêmes spécimens qui furent examinés deux cents ans plus tôt par Geoffroy et Cuvier. Il en ressort que tant *Steneosaurus* que *Teleosaurus* sont bien des crocodiles, mais appartiennent à un groupe distinct des espèces actuelles, faisant toutes parties d'un groupe appelé Eusuchia (figure 7). Les crocodiles, tant actuels que fossiles, ont pour ancêtres des espèces terrestres, datant du Trias, il y a environ 220 millions d'années. La conquête du milieu aquatique n'a eu lieu que plus tard, au Jurassique, avec des adaptations morphologiques variées retrouvées chez les nombreux fossiles de cette période. Le mode de vie semi-aquatique, et ses adaptations morphologiques, que l'on retrouve

chez les espèces actuelles, ne présente plus qu'une partie des cas que l'on observe dans de nombreuses espèces fossiles du Jurassique (Martin, 2008). La fermeture inférieure du ptérygoïde (figure 5), élément clé dans l'analyse de Geoffroy, n'a eu lieu que dans la superfamille des Eusuchia (Figure 7) bien postérieurement à sa séparation du groupe des crocodiles fossiles du groupe des Thalattosuchia, auquel appartiennent *Teleosaurus* et *Steneosaurus* (Wilberg, 2015). Les mammifères forment un groupe fortement différent, et se distinguent entre autres par la structure de leurs mandibules formées chaque fois d'un seul os (au lieu de six chez les crocodiles, comme l'avait bien décrit Cuvier 1812e, p. 10 [524]), et les mammifères possèdent une oreille moyenne bien plus complexe que celle des crocodiles, plusieurs os de l'oreille des mammifères ayant pour origine des os de mandibule de leurs ancêtres reptiliens (Hartenberger, 1997). De plus, tant *Teleosaurus* que *Steneosaurus* ont été découverts dans le calcaire de Caen, appartenant à l'âge Bathonien, zone à Progracilis, de la période Jurassique moyen, daté d'environ 161 millions d'années (Dugué et al., 1998, p. 51 et 121), soit bien après l'avènement des mammifères dont le premier fossile, *Morganucodon*, date du Trias, il y a 205 millions d'années (Hartenberger, 1997). Par ailleurs, Cuvier et Geoffroy ont fait le parallèle entre les rostres des crocodiles fossiles de Normandie et celui du gavial, mais il a été montré que cette ressemblance est le fruit d'adaptations convergentes à un mode de vie semi aquatique similaire. En effet, les structures des rostres des gavials et ceux des *Teleosaurus* et *Steneosaurus* sont très différentes ; en particulier, les os nasaux des rostres des fossiles sont beaucoup plus courts que ceux des gavials actuels (Wilberg, 2015).

Geoffroy avait des idées révolutionnaires et a convaincu certains de ses contemporains, y compris en dehors des scientifiques (Appel, 1987, p. 176). Il a ainsi reçu l'appui de l'historien Edgar Quinet (1803-1875) et des écrivains George Sand (1804-1876) et Honoré de Balzac (1799-1850), qui fit l'éloge de Geoffroy dans l'avant-propos de *La Comédie humaine* (Balzac, 1912, p. xxvi)³³. Toutefois, les exemples sur lesquels il basait son raisonnement se sont finalement révélés utilisés de manière erronée, ce que Eudes-Deslongchamps (1896), par exemple, avait bien déploré, même si Geoffroy avait raison sur l'existence d'un transformisme des espèces au cours du temps. Lors de la traduction française de *l'Origine des Espèces* de Charles Darwin, en 1862, la traductrice Clémence Royer (1862) loue la reconnaissance du transformisme, en montrant sa supériorité sur le catastrophisme :

La vieille théorie de Lamarck, telle qu'il l'a exposée à la fin du siècle dernier [le XVIII^e], [...], telle surtout qu'elle est devenue avec les deux Geoffroy-Saint-Hilaire, était donc déjà à tous égards préférable à la théorie des créations indépendantes (Royer, 1862, p. xliv).

Au XX^e siècle, il a été reconnu que les diverses branches du monde animal, et même de l'ensemble du monde vivant, ont bien une origine commune (Lecointre & Le Guyader, 2001), et les crocodiles tant vivants que fossiles descendent bien d'un ancêtre commun, mais ces conceptions n'ont été adoptées en biologie qu'après Darwin, et ceci est une autre histoire...

Conclusion

Dans le cadre d'un cursus général de sciences expérimentales et de sciences humaines, il peut sembler futile de discuter d'un débat qui a eu lieu au début du XIX^e siècle. Les cours modernes de sciences naturelles, ou plutôt de biologie et géologie pour le cas qui nous occupe, présentent en général la science telle qu'elle se pratique aujourd'hui, avec ses paradigmes contemporains, en faisant le plus souvent abstraction des errements de ses prédécesseurs. La présentation détaillée du débat entre Cuvier et Geoffroy présente plusieurs facettes intéressantes, dans le cadre d'un enseignement de sciences en articulation avec les sciences humaines.

Premièrement, les rapports entre données d'observation et théories ne sont pas simples. Cuvier et

33 Plus récemment, l'écrivain Georges Perec (1936-1982) (1991, p. 62) a également fait référence à la position phylogénétique des crocodiles en discutant les travaux imaginaires du professeur Léon Burp (Gotlib, 1974, p. 34-35).

Geoffroy ont examiné les mêmes fossiles et crânes de crocodiles, et pourtant sont arrivés à des conclusions opposées. Leurs divergences de vue les entraîna dans un débat public qui obligea chacun des protagonistes à expliciter les principes de base de leurs déductions, ce qui a nécessairement élevé le niveau du débat. Cuvier décrivait des animaux et des mondes disparus, alors que Geoffroy pressentait la paléontologie naissante comme un moyen de comprendre l'histoire du vivant. Le débat de 1830 montra qu'aucune observation ne pouvait les faire changer d'opinion.

Deuxièmement, Geoffroy a recherché toute sa carrière à déduire des lois pour les processus de transformation des êtres vivants, en y appliquant les idées de Lamarck, et il a synthétisé ses vues théoriques dans *Philosophie anatomique*, publié en 1818. Cuvier, de son côté, a détaillé les remplacements des faunes au cours des âges géologiques, sans s'attacher ni aux détails de la chronologie biblique ni à dénombrer les remplacements. En ce sens, ce débat cristallisa l'opposition entre deux visions philosophiques du monde. La valeur scientifique des écrits de Geoffroy et de Cuvier n'est pas remise en cause ; l'opposition de leurs conclusions montre que la science est faite par des hommes et non par des déductions automatiques et uniques au départ des observations empiriques, en utilisant une méthode prédéfinie. L'activité scientifique pratiquée par un individu est donc toujours à comprendre également en fonction du contexte social et historique dans lequel cette activité s'inscrit, ce qu'avait bien compris Cuvier : « Le système de philosophie dominant à chaque époque a toujours nécessairement exercé de l'influence sur les sciences naturelles » (Cuvier³⁴, 1845, p. 313).

Enfin, a posteriori, les vues transformistes de Geoffroy semblent proches de celles développées par la biologie du XX^e siècle. Toutefois, il ne faut pas oublier que les exemples choisis par Geoffroy pour défendre ses idées transformistes se sont avérées par la suite être des exagérations. Certains scientifiques de l'époque, comme Eudes-Deslongchamps, considéraient déjà les vues de Geoffroy comme des élucubrations, mais cela n'a pas empêché des savants d'autres disciplines, voire à une partie de l'intelligentsia parisienne d'adhérer aux idées de Geoffroy, grâce à son argumentation plutôt qu'aux données techniques, partiellement erronées, comme nous l'avons vu. Cuvier avait aussi des soutiens nombreux, en particulier parmi les praticiens de l'anatomie comparée. La controverse entre Cuvier et Geoffroy n'a ainsi eu ni vainqueur ni vaincu ; le paléontologue américain Stephen Jay Gould (1941-2002) a ainsi qualifié cette controverse de match nul (« draw »), suite à l'apparente victoire immédiate de Cuvier et à la « victoire » à long terme de certains arguments de Geoffroy (Gould 2002, p. 309). Les avancées scientifiques sont loin d'être un fleuve tranquille.

Au vu de ces éléments, nous espérons que les étudiants, et les lecteurs du présent volume, comprendront que pratiquer la science n'est pas facile, car cela demande à la fois la maîtrise technique de son sujet et une certaine originalité. L'histoire montre que les scientifiques qui ont permis les meilleures avancées dans leur domaine ont toujours fait preuve d'imagination, pour à la fois poser de nouvelles questions et trouver des manières originales de les résoudre.

Enfin, la comparaison de la diffusion des éléments du débat entre Cuvier et Geoffroy au XIX^e siècle avec la diffusion scientifique contemporaine, montre qu'alors le débat scientifique intéressait le grand public cultivé. Les grands journaux de l'époque ont fait des articles détaillés sur la teneur des débats entre Cuvier et Geoffroy, en prenant éventuellement position pour l'un ou pour l'autre. Cela montre que le public était intéressé par ce débat, et même en dehors du monde francophone, comme la contribution de Goethe l'a montré. Actuellement, les débats scientifiques semblent hélas hors d'atteinte du grand public, et ne sont pas relayés par les organes de presse, même spécialisés. Les débats ne sont alors compris que comme déstabilisants pour les théories scientifiques, en supposant que s'il y a débat, c'est qu'il y a une base d'ignorance. La science d'aujourd'hui est souvent présentée comme une suite de découvertes factuelles qui permettent des avancées théoriques, en oubliant trop

34 Ce texte posthume semble bien de la main de Cuvier : il est écrit à la première personne, alors que les parties ajoutées par de Saint-Agy mentionnent Cuvier à la troisième personne.

souvent que ce sont les intuitions théoriques qui suscitent les observations permettant les découvertes majeures, et les débats scientifiques ont leur place dans cette démarche, car justement les débats sont l'occasion pour chaque scientifique d'interroger le bien fondé des méthodes et des hypothèses à la base de son questionnement. Si les étudiants de la licence *Sciences et Humanités* comprennent que les débats en sciences sont féconds, alors nous admettons que nous avons atteint un de nos objectifs pédagogiques.

Bibliographie

Les travaux originaux de Geoffroy Saint-Hilaire et de Cuvier ont été longtemps difficiles d'accès, car publiés dans diverses revues scientifiques, et peu ou pas réédités depuis. Leur consultation n'était possible que dans certaines bibliothèques de Muséums ou universitaires (dont celle du site Saint Charles de l'Université d'Aix-Marseille, héritière du fonds de la Faculté des Sciences de Marseille). Bien entendu, les documents anciens nécessitant de grands soins, il n'est pas possible de photocopier ni d'emprunter ces documents précieux. Actuellement, les efforts de plusieurs bibliothèques pour numériser les fonds anciens, d'importance scientifique indéniable et libres de droit, permettent un accès gratuit en ligne à l'essentiel de ces documents. Les principaux portails d'accès à ces documents sont la Bibliothèque nationale de France (<http://gallica.bnf.fr/>) et un consortium, essentiellement américain, de bibliothèques de sciences naturelles qui ont rassemblé leurs travaux sous le nom de Biodiversity Heritage Library (<http://biodiversitylibrary.org/>). Pour certains grands auteurs, des sites particuliers publient en ligne leurs écrits, ainsi que des commentaires, des traductions et autres documents. Citons en particulier sur Buffon : <http://www.buffon.cnrs.fr/>, sur Lamarck : <http://www.lamarck.cnrs.fr/> et sur Darwin : <http://darwin-online.org.uk/>.

[Dans la version publiée de ce texte, les crochets ont été omis dans la bibliographie. Ils signalent des informations qui ne sont pas disponibles dans les publications originales, mais qui ont pu être établies *a posteriori*. Ainsi par exemple, la publication de Geoffroy & Cuvier (1795) est signée par « les citoyens Geoffroy et Cuvier », alors que les noms des auteurs sont bien sûr Étienne Geoffroy Saint-Hilaire et Georges Cuvier. De même les dates renseignées originellement dans le calendrier républicain ont été transposées dans le calendrier grégorien]

ANONYME, 1817-[1830]. Description de l'Égypte, histoire naturelle, Paris, imprimerie impériale 1809-1813, imprimerie royale 1817-[1830].

ANONYME, 1833, « Cuvier, sa vie, ses travaux, histoire de l'homme fossile », *Le Magasin Pittoresque*, vol. 1 : p. 3-4.

APPEL Toby A., 1987, *The Cuvier-Geoffroy Debate : French Biology in the Decades before Darwin*, New York, Oxford University Press, 305 p.

BALZAC Honoré de, 1912, « La comédie humaine », texte révisé et annoté par Marcel BOUTERON et Henri LONGNON, t. 1, Paris, Louis Conard, 451 p.

BRUNET Mathieu, 2008, « Récits d'enfantement monstrueux et d'autres singularités de la nature et critique de la normativité de l'imitation dans le discours esthétique du XVIII^e siècle. », dans GIAVARINI Laurence, *Construire l'exemplarité. Pratiques littéraires et discours historiens (XVI-XVIII^e siècles)*, Dijon, Éditions Universitaires de Dijon, 2008, p. 115-126.

BUFFETAUT Éric, 2002, *Cuvier: le découvreur de mondes disparus*, Paris, Belin, coll. Les génies de la science n°2, 160 p.

BUFFETAUT, Éric, 2008. À l'aube de la paléontologie des Vertébrés: Cuvier, Geoffroy Saint-Hilaire et les «gavials» de Honfleur, du Havre et de Caen. *Bulletin de la Société Géologique de Normandie et des Amis du Muséum du Havre*, 95 (2), p. 153–162.

BUFFON Georges-Louis Leclerc [Comte de], 1749-1788, *Histoire Naturelle, générale et particulière, avec la description du Cabinet du Roy*, 29 tomes, Paris, Imprimerie Royale.

CARDOT Claude, 2009, *Georges Cuvier: la révélation des mondes perdus*, Besançon, Sékoya, 413 p.

COLEMAN William, 1964, *Georges Cuvier Zoologist*, Cambridge (Mass., U.S.A.), Harvard University Press, 212 p.

CONDORCET Marquis de, 1790, *Éloge de M. le Comte de Buffon*, Paris, Buisson, 82 p.

- CUVIER G[orges], 1796a, « Notice sur le squelette d'une très-grande espèce de quadrupède inconnue jusqu'à présent, trouvé au Paraguay, et déposé au cabinet d'Histoire naturelle de Madrid », *Magasin encyclopédique, ou journal des sciences, des lettres et des arts*, t. 1, p. 303-310.
- CUVIER G[orges], 1796b, « Mémoire sur les espèces d'Eléphants tant vivantes que fossiles, lu à la séance publique de l'Institut national le 15 germinal an IV », *Magasin encyclopédique, ou journal des sciences, des lettres et des arts, seconde année*, t. 3, p. 440-445.
- CUVIER [Georges], [1797], « Sur les différentes espèces de rhinocéros », *Bulletin des sciences, par la société philomatique*, Paris, t. 1, n° 3, p. 17.
- CUVIER [Georges], 1798a, « Extrait d'un mémoire sur les ossemens fossiles de quadrupèdes ». *Magasin encyclopédique, ou journal des sciences, des lettres et des arts*, IV^e année, tome troisième, p. 145-150.
- CUVIER [Georges], Fructidor, an 6 de la République [1798b], « Extrait d'un Mémoire sur les Ossemens fossiles de quadrupèdes », *Bulletin des sciences, par la société philomatique*, Paris, t. 1, n°18, p. 137-139.
- CUVIER G[orges], an 6 [1798c]. Tableau élémentaire de l'histoire naturelle des animaux. Paris : Baudouin, 710 p., 14 pl.
- CUVIER [Georges], 1800, « Sur une nouvelle espèce de Crocodile fossile ». *Bulletin des sciences de la Société Philomathique*, Paris, t. 2, n° 44, p. 159.
- CUVIER G[orges], 1801, « Extrait d'un ouvrage sur les espèces de quadrupèdes dont on a trouvé les ossemens dans l'intérieur de la terre, adressé aux savans et aux amateurs des sciences », *Journal de Physique, de Chimie et d'histoire Naturelle*, t. 52, p. 253-267.
- CUVIER [Georges], 1807, « Mémoire sur les différentes espèces de crocodiles vivans, et sur leurs caractères distinctifs », *Nouveau Bulletin des Sciences par la Société Philomathique de Paris*, t. 1, p. 10-14.
- CUVIER G[orges], 1809, « Sur le squelette fossile d'un reptile volant des environs d'Aichstedt, que quelques naturalistes ont pris pour un oiseau, et dont nous formons un genre de Sauriens, sous le nom de Petro-Dactyle [sic] », *Annales du Muséum national d'Histoire Naturelle*, t. 13, p. 424-437.
- CUVIER [Georges], 1812a, « Sur l'hippopotame et son ostéologie », dans CUVIER Georges, *Recherches sur les ossemens fossiles de Quadrupèdes, ou l'on rétablit les caractères de plusieurs espèces d'animaux que les révolutions du globe paroissent avoir détruites, t. 2 contenant les pachydermes des couches meubles et des terrains d'alluvion*, Paris, Deterville, p. 1-30 [p. 101-135].
- CUVIER [Georges], 1812b, « Sur différentes dents du genre des Mastodontes, mais d'espèces moindres que celles de l'Ohio, trouvées en plusieurs lieux des deux continens », dans CUVIER Georges, *Recherches sur les ossemens fossiles de Quadrupèdes, ou l'on rétablit les caractères de plusieurs espèces d'animaux que les révolutions du globe paroissent avoir détruites, t. 2 contenant les pachydermes des couches meubles et des terrains d'alluvion*, Paris, Deterville, p. 1-20 [p. 423-442].
- CUVIER [Georges], 1812c, « Mémoire sur le squelette presque entier d'un petit quadrupède du genre des sarrigues, trouvé dans la pierre à plâtre des environs de Paris », dans CUVIER Georges, *Recherches sur les ossemens fossiles de Quadrupèdes, ou l'on rétablit les caractères de plusieurs espèces d'animaux que les révolutions du globe paroissent avoir détruites, t. 3, contenant les os fossiles des environs de Paris*. Paris, Deterville, 16 p. [p. 467-483].
- CUVIER [Georges], 1812d, « Ossemens de quadrupèdes ovipares. sur les différentes espèces de crocodiles vivans, et sur leurs caractères distinctifs », dans CUVIER Georges, *Recherches sur les ossemens fossiles de Quadrupèdes, ou l'on rétablit les caractères de plusieurs espèces d'animaux que les révolutions du globe paroissent avoir détruites, t. 4, contenant les ruminans, les onguiculés et les reptiles fossiles*, Paris, Deterville, 59 p. [p. 452-510].
- CUVIER [Georges], 1812e, « Observations sur l'ostéologie des crocodiles vivans », dans CUVIER Georges, *Recherches sur les ossemens fossiles de Quadrupèdes, ou l'on rétablit les caractères de plusieurs espèces d'animaux que les révolutions du globe paroissent avoir détruites, t. 4, contenant les ruminans, les onguiculés et les reptiles fossiles*, Paris, Deterville, 26 p. [p. 516-541].
- CUVIER [Georges], 1812f, « sur les ossemens fossiles de crocodiles, et particulièrement sur ceux des environs du Havre et de Honfleur, avec des remarques sur les squelettes de sauriens de la Thuringe », dans CUVIER Georges, *Recherches sur les ossemens fossiles de Quadrupèdes, ou l'on rétablit les caractères de plusieurs espèces d'animaux que les révolutions du globe paroissent avoir détruites, t. 4, contenant les ruminans, les onguiculés et les reptiles fossiles*, Paris, Deterville, 40 p. [p. 546-586].
- CUVIER [Georges], 1812g, « Sur le grand animal fossile des carrières de Maestricht », dans CUVIER Georges, *Recherches sur les ossemens fossiles de Quadrupèdes, ou l'on rétablit les caractères de plusieurs espèces d'animaux que les révolutions du globe paroissent avoir détruites, t. 4, contenant les ruminans, les onguiculés et les reptiles fossiles*, Paris, Deterville, 32 p. [p. 588-622].

- CUVIER [Georges], 1812h, « sur le prétendu homme fossile des carrières d'Eningen, décrit par Scheuchzer, que d'autres naturalistes ont regardé comme un silure, et qui n'est qu'une salamandre, ou plutôt un protée, de taille gigantesque et d'espèce inconnue », dans CUVIER Georges, *Recherches sur les ossements fossiles de Quadrupèdes, ou l'on rétablit les caractères de plusieurs espèces d'animaux que les révolutions du globe paroissent avoir détruites, t. 4, contenant les ruminans, les onguiculés et les reptiles fossiles*, Paris, Deterville, 5^e partie, 5^e chapitre, p. 11-20 [p. 634-643].
- CUVIER [Georges] 1817. *Le règne animal distribué d'après son organisation : pour servir de base à l'histoire naturelle des animaux et d'introduction à l'anatomie comparée, t. 1, contenant l'introduction, les mammifères et les oiseaux*, Paris, Deterville, 540 p.
- CUVIER G[orges], 1825, « Nature », dans *Dictionnaire des sciences naturelles, dans lequel on traite méthodiquement des différens êtres de la nature, considérés soit en eux-mêmes, d'après l'état actuel de nos connoissances, soit relativement à l'utilité qu'en peuvent retirer la médecine, l'agriculture, le commerce et les arts*, t. 34, Strasbourg, Levrault, p. 261-268.
- CUVIER G[orges], 1826. *Discours sur les révolution de la surface du globe et sur les changements qu'elles ont produit dans le règne animal*, Paris, Dufour, 196 p.
- CUVIER Georges, complétée par T. Magdeleine DE SAINT-AGY, 1845, *Histoire des sciences naturelles depuis leurs origines jusqu'à nos jours, chez tous les peuples connus, troisième partie, contenant la fin de la deuxième moitié du 18^e siècle et une partie du 19^e*, t. 5 complémentaire, Paris, Fortin, Masson et Cie, 342 p.
- DARWIN Erasmus, 1794-1796. *Zoonomia ; or, the laws or organic life*, 2 volumes, London, Johnson, 586 et 772 p.
- DICQUEMARE Abbé [Jacques-François], 1786, « Suite des observations : ostéolithes », *Observations sur la Physique, sur l'histoire naturelle et sur les arts*, vol. 7, p. 406-414.
- DIDEROT Denis, 1875a, « Le Rêve de d'Alembert », dans ASSÉZAT J[ules], *Œuvres complètes de Diderot revues sur les éditions originales comprenant ce qui a été publié à diverses époques et les manuscrits inédits conservés à la bibliothèque de l'Ermitage, t. 2, Paris, Garnier*, p. 122-181.
- DIDEROT Denis, 1875b, « Eléments de physiologie », dans ASSÉZAT J[ules], *Œuvres complètes de Diderot revues sur les éditions originales comprenant ce qui a été publié à diverses époques et les manuscrits inédits conservés à la bibliothèque de l'Ermitage, t. 9, Paris, Claye*, p. 235-440.
- DUGUÉ Olivier, FILY Guy et RIOULT Michel, 1998, « Le Jurassique des côtes du Calvados: biostratigraphie, sédimentologie, paléoécologie, paléogéographie et stratigraphie séquentielle », *Bulletin Trimestriel de la Société Géologique de Normandie et des Amis du Muséum du Havre*, t. 85, fascicule 2, p. 3-132.
- DUMAS [Jean-Baptiste], 1873, « Éloge historique de Isidore Geoffroy Saint-Hilaire », *Mémoires de l'Académie des Sciences de l'Institut de France*, t. 38, p. CLXXVII-CCXII.
- EUDES-DESLONGCHAMPS [Jacques-Amand], 1866, « Note sur trois espèces de Téléosauriens du calcaire de Caen, se rapprochant du 1^{er} type créé par Geoffroy-Saint-Hilaire sous le nom de *Teleosaurus cadomensis* », *Bulletin de la Société Linnéenne de Normandie*, 2^e série, t. 1, p. 326-353, pl. XI et XII.
- EUDES-DESLONGCHAMPS Jacques-Amand, 1896, « Histoire d'une vocation. Découverte du premier individu de *Teleosaurus Cadomensis* », *Bulletin de la Société Linnéenne de Normandie*, 4^e série, t. 10, p. 26-49.
- FARLEY John et GEISON Gerald L., 1991, « Le débat entre Pasteur et Pouchet : science, politique et génération spontanée au XIX^e siècle en France », dans CALLON Michel et LATOUR Bruno, *La science telle qu'elle se fait*, Paris, La Découverte, p. 87-145.
- FAGOT Anne, 1975, « Le « transformisme » de Maupertuis », dans *Actes de la Journée Maupertuis*, Paris, Vrin, p. 163-178.
- FAUJAS DE SAINT-FOND B[arthélémy], an 7 [1798-1799], *Histoire naturelle de la montagne de Saint-Pierre de Maestricht*, Paris, Jansen, 263 p.
- GEOFFROY [SAINT-HILAIRE Étienne], 1796a, « Mémoire sur les rapports naturels des Makis Lemur, L. et description d'une espèce nouvelle de Mammifère », *Magasin encyclopédique, ou Journal des sciences, des lettres et des arts*, 2^e année, t. 1, 1796, p. 20-50.
- GEOFFROY [SAINT-HILAIRE Étienne], 1796b, « Dissertation sur les animaux à bourse (*Didelphis*, L.), lue dans les séances du mois de messidor dernier à la Classe des Sciences mathématiques et physiques de l'institut national ». *Magasin encyclopédique, ou journal des sciences, des lettres et des arts*, 2^e année, t. 3, p. 445-472.
- GEOFFROY [SAINT-HILAIRE É]tienne], 1802, « Histoire naturelle et description anatomique d'un nouveau genre de poisson du Nil nommé Polyptère », *Annales du Muséum National d'Histoire naturelle*, t. I, p. 57.

[GEOFFROY SAINT-HILAIRE Étienne, 1803], *Catalogue des mammifères du Muséum national d'histoire naturelle*³⁵.

GEOFFROY [SAINT-HILAIRE] E[tienne], 1804a, « Mémoire sur les espèces du genre *Dasyure* ». *Annales du Muséum d'Histoire Naturelle*, tome 3, an 12, 1804, p. 353-363.

GEOFFROY [SAINT-HILAIRE] E[tienne], 1804b, « Sur un nouveau genre de Mammifères à bourse, nommé Péramèles ». *Annales du Muséum d'Histoire Naturelle*, tome 4, an 12, p. 56-65

GEOFFROY SAINT-HILAIRE [Étienne], 1807a, « Premier mémoire sur les Poissons, où l'on compare les pièces osseuses de leurs nageoires pectorales avec les os de l'extrémité antérieure des autres animaux à vertèbres. », *Annales du Muséum d'Histoire naturelle*, t. 9, 1807, p. 357-372.

GEOFFROY SAINT-HILAIRE [Étienne], 1807b, « Considérations sur les pièces de la tête osseuse des animaux vertébrés, et particulièrement sur celles du crâne des oiseaux », *Annales du Muséum d'Histoire naturelle*, t. 10, p. 342-360.

GEOFFROY SAINT-HILAIRE Étienne, 1809, « Descriptions des crocodiles d'Égypte et des mœurs des crocodiles », dans *Description de l'Égypte, histoire naturelle*, t. 1, vol. 8, Paris : Imprimerie Impériale, p. 185-263.

GEOFFROY SAINT-HILAIRE [Étienne], 1812, « Tableau des Quadrumanes ou des animaux composant le premier ordre de la Classe des Mammifères », *Annales du Museum d'Histoire naturelle*, t. 19, p. 85-122.

Geoffroy Saint-Hilaire [Étienne], 1818, *Philosophie anatomique : des organes respiratoires sous le rapport de la détermination et de l'identité de leurs pièces osseuses*, Paris, Baillière, 517 p.

GEOFFROY SAINT-HILAIRE [Étienne], 1819, « Mémoire sur l'organisation des insectes. Premier mémoire sur un squelette chez les insectes dont toutes les pièces identiques entre elles dans les divers ordres du système entomologique correspondent à chacun des os du squelette dans les classes supérieures, lu à l'Académie des sciences le 3 janvier 1820 », *Journal complémentaire du Dictionnaire des Sciences médicales*, t. 5, p. 340-351.

GEOFFROY SAINT-HILAIRE [Étienne], 1820, « Troisième mémoire, sur une colonne vertébrale et ses côtes dans les insectes apiropodes, lu à l'Académie des sciences le 12 février 1820 », *Journal complémentaire du Dictionnaire des Sciences médicales*, t. 6, p. 138-168.

GEOFFROY SAINT-HILAIRE [Étienne], 1822a, « Sur une nouvelle espèce de bœuf, nommé Gaour par les indiens, d'une taille gigantesque, et ayant des apophyses épineuses des vertèbres dorsales prolongées extérieurement », *Mémoire du Muséum d'Histoire Naturelle*, t. 9, p. 71-75.

GEOFFROY SAINT-HILAIRE [Étienne], 1822b, « Considération sur la vertèbre », *Mémoire du Muséum d'Histoire Naturelle*, t. 9, p. 89-114.

GEOFFROY SAINT-HILAIRE [Étienne], 1825, « Recherches sur l'organisation des gavials; Sur leurs affinités naturelles, desquelles résulte la nécessité d'une autre distribution générique, *Gavialis*, *Teleosaurus* et *Steneosaurus*, et sur cette question, si les Gavials (*Gavialis*), aujourd'hui répandus dans les parties orientales de l'Asie, descendent, par voie non interrompue de génération, des Gavials antédiluviens, soit des Gavials fossiles, dits Crocodiles de Caen (*Teleosaurus*), soit des Gavials fossiles du Havre et de Honfleur (*Steneosaurus*) », *Mémoire du Museum d'Histoire Naturelle*, t. 12, p. 97-155.

GEOFFROY SAINT-HILAIRE [Étienne], 1830. Principes de philosophie zoologique discutés en mars 1830 au sein de l'Académie Royale des Sciences. Paris, Pichon et Didier, 226 p.

GEOFFROY SAINT-HILAIRE Étienne, 1833, « Divers mémoires sur de grands sauriens trouvés à l'état fossile vers les confins maritimes de la Basse Normandie, attribués d'abord au crocodile, puis déterminés sous les noms de Téléosaurus et Sténéosaurus », *Mémoires de l'Académie royale des Sciences de l'Institut de France*, 12, p. 3-138.

GEOFFROY SAINT-HILAIRE Étienne, 1835, *Études progressives d'un naturaliste pendant les années 1834 et 1835, faisant suite à ses publications dans les 42 volumes des Mémoires et Annales du Muséum d'Histoire Naturelle*, Paris, Roret, 209 p.


GEOFFROY SAINT-HILAIRE Étienne, 1901, *Lettres écrites d'Égypte*, publiées par E[mnest]-T[héodore] Hamy, Paris, Hachette, 280 p.

GEOFFROY [SAINT-HILAIRE Étienne] et CUVIER [Georges], 1795, « Mémoire sur une nouvelle division des Mammifères, et sur les principes qui doivent servir de base dans cette sorte de travail, lu à la société d'histoire naturelle, le premier floréal de l'an troisième », *Magazin [sic] encyclopédique, ou journal des sciences, des lettres et des arts*, t. 2, p. 164-190.

GEOFFROY SAINT-HILAIRE Isidore, 1847, *Vie, travaux et doctrine scientifique d'Étienne Geoffroy Saint-Hilaire*, Paris, P. Bertrand, 479 p.

GOTLIB [Marcel], 1974 ; *Rubrique-à-brac*, t. 5. Paris, Dargaud, 80 p.

35 Ce livre ne fut jamais mis sur le marché, car son auteur n'en était pas satisfait, et le destina au pilon. Seuls quelques exemplaires, sans page de titre, survécurent, car distribués par Geoffroy à certains collègues (Appel, 1987, p. 83).

- GOULD Stephen Jay, 2002. *The Structure of Evolutionary Theory*, Cambridge (Mass., U.S.A.), The Belknap Press of Harvard University Press, 1464 p.
- GRIFFITH Edward, SMITH C[harles] H[amilton] , PIDGEON E[dward], 1827, *The animal Kingdom arranged in conformity with its organisation, by the Baron Cuvier, with additional descriptions of all the species hitherto named and of many not before noticed, Mammals*, vol. 4, London, Whittaker, p. 399.
- GROBBEN Karl, 1908, « Die systematische Einteilung des Tierreichs », *Verhandlungen der zoologisch-botanischen Gesellschaft in Wien*, t. 58, p. 491-511.
- HAMY E[rnest]-T[héodore], 1908. « La mission de Geoffroy Saint-Hilaire en Espagne et en Portugal (1808), histoire et documents », *Nouvelles Archives du Muséum* , 4^e série, t. 10, p. 1-66.
- HARTENBERGER Jean-Louis, 1997, « La radiation des mammifères », *Pour la Science*, dossier hors série, janvier 1997, p. 56-61.
- HOLL, Friederich, 1831 [réimpression 1843]. *Handbuch der Petrefactenkunde : eine Beschreibung aller bis jetzt bekannten Versteinerungen aus dem Thier- und Pflanzenreiche*. Quedlinburg und Leipzig: Ernst'schen Buchhandlung, 489 p.
- HUEBER Alma, 2014, « Les crocodiles marins du Jurassique normand, étude et restauration de fossiles et épreuves en plâtre conservés au Muséum National d'Histoire Naturelle », *CeROArt* [En ligne], mis en ligne le 19 mars 2014, [http://ceroart.revues.org/4023]
- JOUBE Stéphane, 2009, « The skull of *Teleosaurus cadomensis* (Crocodylomorpha; Thalattosuchia), and phylogenetic analysis of Thalattosuchia », *Journal of Vertebrate Paleontology*, t. 29, p. 88-102.
- LAMARCK J[ean] B[aptiste], 1801, « discours d'ouverture , prononcé le 21 floréal an 8 », dans LAMARCK Jean-Baptiste, *Système des animaux sans vertèbres, ou Tableau général des classes, des ordres et des genres de ces animaux*, Paris, Deterville, p. 1-48.
- LAMARCK J[ean]-B[aptiste]-P[ierre]-A[ntoine de Monet, Chevalier de], 1809, *Philosophie zoologique , ou exposition des considérations relatives à l'histoire naturelle des animaux ; à la diversité de leur organisation et des facultés qu'ils en obtiennent ; aux causes physiques qui maintiennent en eux la vie et donnent lieu aux mouvemens qu'ils exécutent ; enfin, à celles qui produisent, les unes le sentiment, et les autres l'intelligence de ceux qui en sont doués*. Paris, Dentu, 428 p.
- LAMARCK Jean-Baptiste-Pierre-Antoine Demonet De , 1818, « Nature (la) », dans *Nouveau dictionnaire d'histoire naturelle, appliquée aux arts, à l'agriculture, à l'économie rurale et domestique, à la médecine, etc.*, t. 22, Paris, Deterville, 1818, p. 363-399.
- LAMOUREUX [Jean-Vincent-Félix], 1820, « Sur le crocodile fossile trouvé dans les carrières du bourg d'Allemagne, à un quart de lieue de Caen », *Annales générales de Sciences physiques*, t. 3, p. 160-164.
- LE GUYADER Hervé, 1998, *Geoffroy Saint-Hilaire, un naturaliste visionnaire*, Paris, Belin, coll. « Un savant, une époque », 352 p.
- LECOINTRE Guillaume et LE GUYADER Hervé, 2001, *Classification phylogénétique du vivant*. Paris, Belin, 543 p.
- MARTIN Larry Dean, 1985, « Archeopteryx », dans CAMPBELL Bruce et LACK Elisabeth, *A Dictionary of Birds*, Calton, Poyser, p. 20-22.
- MARTIN Jérémy E., 2008, « Un aperçu de l'évolution des Crocodyliens au Mésozoïque », *Bulletin de la Société Géologique de Normandie et des Amis du Muséum du Havre*, t. 95, p. 179-192.
- MAUPERTUIS [Pierre-Louis Moreau] de, 1756, « Système de la Nature », dans *Oeuvres de Mr de Maupertuis*, nouvelle édition corrigée et augmentée, t. 2, Lyon, chez Jean-Marie Bruyset, Libraire, p. 135-184.
- MORGAN Chrystel, 2006, « Le monstre et le transformisme chez Diderot », *Voix plurielles*, v. 3, n° 1, p. 2-8.
- NOUAILLES Bertrand, 2017, *Le monstre, la vie, l'écart: la tératologie d'Étienne et d'Isidore Geoffroy Saint-Hilaire*. Paris, Classiques Garnier, Paris. 456 p.
- OWEN Richard, 1843, *Lectures on the comparative anatomy and physiology of the invertebrate animals, delivered at the Royal College of Surgeons in 1843*, London, Longman, 392 p.
- PEREC Georges, 1991, *Cantatrix sopranica L. et autres écrits scientifiques*. Paris, Seuil, 118 p.
- RÉDACTEURS DU TEMPS, 1830, « Premier résumé des doctrines relatives à la ressemblance philosophique des êtres », dans GEOFFROY SAINT-HILAIRE [Étienne], *Principes de Philosophie zoologique discutés en mars 1830 au sein de l'Académie royale des Sciences*, Paris, Pichon et Didier, p. 191-204.
- ROYER Clémence-Auguste, 1862, « Préface du traducteur », dans DARWIN Charles, *De l'origine des espèces ou des lois du progrès chez les êtres organisés*, Paris, Guillaumin, p. xiv-lxiv.

- SCHEUCHZER Johann Jakob, [présenté par GAUDAN Jean, et traduit par BOUILLET Geneviève], 2008, *Les fossiles témoins du déluge*, Paris, Presse de l'École des Mines, 161 p.
- TSCHUDI, I. J. [Johann Jacob von], 1837. « Über den Homo diluvii testis, Andrias Scheuchzeri ». *Neues Jahrbuch für Mineralogie, Geognosie, Geologie und Petrefaktenkunde*, Jahrgang 1837, p. 545-547.
- TORT Patrick, 1983. *Geoffroy St Hilaire, Cuvier, La querelle des analogues, précédée de Goethe, dernière pages sur la philosophie naturelle*, Plan de la Tour, Éditions d'Aujourd'hui, 300 p.
- TORT Patrick, 1996a. « Anaximandre de Milet », dans TORT Patrick, *Dictionnaire du Darwinisme et de l'Évolution*, Paris, Presses Universitaires de France, p. 86.
- TORT Patrick, 1996b. « Goethe, Johann Wolfgang von », dans TORT Patrick, *Dictionnaire du Darwinisme et de l'Évolution*, Paris, Presses Universitaires de France, p. 1998-2003.
- TROUSSERT Édouard-Louis, 1909, *Cuvier et Geoffroy Saint-Hilaire d'après les naturalistes allemands*, coll. Les hommes et les idées, vol 16, Paris, Mercure de France, 75 p.
- VIGNAUD Patrick, 1998, « Une nouvelle espèce de *Steneosaurus* (Thalattosuchia, Teleosauridae) dans le Callovien du Poitou (France) et la systématique des *Steneosaurus* longirostres du Jurassique Moyen d'Europe Occidentale », *Palaeovertebrata*, t. 27, p. 19.-44.
- WERCKMEISTER Karl (Ed.), 1898-1901, *Das Neunzehnte Jahrhundert in Bildnissen*, Berlin, Photographischen Gesellschaft.
- WILBERG Eric W., 2015. « What's in an outgroup ? the impact of outgroup choice on the phylogenetic position of Thalattosuchia (Crocodylomorpha) and the origin of Crocodyliformes ». *Systematic Biology*, t. 64, p. 621-637.
- YOUNG Mark T., BRUSATTE Stephen L., BRANDALISEN DE ANDRADE Marco, DESOJO Julia B., BEATTY Brian L., STEEL Lorna, FERNÁNDEZ Marta S., SAKAMOTO Manabu, RUIZ-OMEÑACA Jose Ignacio, SCHOCH Rainer R., 2012, « The cranial osteology and feeding ecology of the Metriorhynchid Crocodylomorph genera *Dakosaurus* and *Plesiosuchus* from the Late Jurassic of Europe ». *PLoS ONE*, t. 7(9), e44985.

Annexe 1.

Repères chronologiques et activités administratives de Georges Cuvier

1769 : Naissance à Montbéliard, dépendance du Duc de Wurtemberg

1784-1788 : Études de droit, d'économie et de sciences de l'administration à l'Institut Caroline, à Stuttgart

1788-1794 : Précepteur auprès du comte Achille de Héricy, en Normandie

1793 : Le Comté de Montbéliard devient français, et donc Georges Cuvier, français

1795 : Nommé à l'Institut de France

1800 : Professeur d'Histoire Naturelle au Collège de France

1802 : Professeur d'Anatomie Comparée au Muséum National d'Histoire Naturelle

1803 : Secrétaire perpétuel de l'Institut

1813 : Nommé au Conseil d'État par Napoléon

1818 : Académie Française

1819 : Fait Baron par Louis XVIII

1827 : Ministre des Cultes non-catholiques

1831 : Pair de France par Louis Philippe

1832 : Georges Cuvier meurt à Paris le 13 mai

La carrière de Georges Cuvier fut fulgurante : dès 1795 il fut nommé Première Classe à l'Institut de France et il fut alors suppléant à la chaire d'anatomie du Muséum d'Histoire Naturelle. En 1802, il fut nommé titulaire de cette chaire qu'il nomma alors « anatomie comparée » et y restera jusqu'à sa mort en 1832. Ses qualités d'administrateur furent très tôt reconnues, car en 1802 il fut nommé Inspecteur général des études. C'est à ce titre que lors d'un second mandat en 1808-1814, il voyagea en Italie pour y réorganiser les études supérieures. Dès 1803, il fut secrétaire perpétuel de la Première classe de l'Institut, l'équivalent d'alors de l'Académie des Sciences. De 1809 à 1832, il fut vice-recteur de la Faculté des Sciences de Paris. À la fin de sa vie, en 1827, il fut nommé Ministre des Cultes non-catholiques. Ces diverses fonctions étaient menées de front, et des rapports anecdotiques montrent qu'il participait à des débats tout en lisant des dossiers qui lui avaient été soumis. Sa puissance de travail et sa grand mémoire lui permettait de traiter de très nombreux dossiers simultanément. On estime qu'il aurait eu à traiter dix mille affaires par an lors de ses fonctions au Conseil d'État³⁶.

36 Anonyme 1833.

Annexe 2.

Repères chronologiques d'Étienne Geoffroy Saint-Hilaire

Repères chronologiques

1772 : Naissance à Étampe (Essonne), le 15 avril

1790 : Élève au collège Cardinal Lemoine où il suit les cours de René-Just Haüy

1792 : Sauve Haüy des massacres de septembre

1793 : Professeur-administrateur au Muséum National d'Histoire Naturelle

1798-1801 : Expédition en Égypte

1807 : Académie des Sciences

1807 : Séjour à Lisbonne

1818 : Publication de « Philosophie anatomique »

1840 : Étienne Geoffroy Saint-Hilaire devient aveugle

1844 : Étienne Geoffroy Saint-Hilaire meurt à Paris le 19 juin



TELEOSAURUS CADOMENSIS
 GEOF.-ST.-HIL.
 PORTION DE CRÂNE
 (Cuv. oss. fos. 1.235 - fig. 1-5)
 Bathonien de Caen (Calvados)
 M^r Lamouroux

COLL. Lamouroux. N° AC. 8746
Teleosaurus cadomensis
 Geof. St. Hil.
 NIV. Bathonien de Caen
 (Calvados).
 LOC. Allemagne, 3 Km au S. de
 Colea
 MUSEUM NATIONAL D'HISTOIRE NATURELLE
 INSTITUT DE PALÉONTOLOGIE - PARIS

COLL. AC 8746 N° RSN 464
Teleosaurus cadomensis
 Holotype
 NIV. Pierre de Caen
 LOC. Allemagne, Normandie, France
 MUSEUM NATIONAL D'HISTOIRE NATURELLE - PARIS
 COLLECTION DE PALÉONTOLOGIE

Planche 1. A. Spécimen type de *Teleosaurus cadomensis*, en vue ventrale, avec ses étiquettes, le terme holotype, écrit en rouge, indique que le spécimen est celui ayant servi de base à la description scientifique de l'espèce. Ce spécimen a été examiné par Cuvier et Geoffroy, qui l'a placé dans le genre *Teleosaurus*. B. Reconstitution du demi-crâne complet, réalisée par Alma Hueber en 2014 sur base de fossiles existants et de la publication de Eudes-Deslongchamps (1866).

(spécimens Muséum National d'Histoire Naturelle, Collection de Paléontologie, clichés G. Nève)