

Alcide d'Orbigny (1802–1857) : sa vie et son œuvre

Marie-Thérèse Vénec-Peyré

Laboratoire de paléontologie, UMR 8569, Muséum national d'histoire naturelle, 8, rue Buffon, 75005 Paris, France

Reçu le 3 septembre 2002 ; accepté le 30 septembre 2002

Rédigé à l'invitation du Comité éditorial

Abstract – Alcide d'Orbigny (1802–1857): his life and his work. Numerous fields of Life and Earth Sciences as well as Human Sciences are indebted to Alcide d'Orbigny for his huge and innovating work. From his long journey in South America, he brought back a rich wealth of scientific collections and information related to Botany, Zoology, physical and human Geography, Geology, and Ethnography. Founder of Micropalaeontology, by his foraminiferal studies, and of Biostratigraphy, he is still present in Sciences today thanks to the numerous implications of his works in numerous domains of both academic research and economic sector. *To cite this article: M.-T. Vénec-Peyré, C. R. Palevol 1 (2002) 313–323.* © 2002 Académie des sciences / Éditions scientifiques et médicales Elsevier SAS

d'Orbigny / Palaeontology / Micropalaeontology / Zoology / South America

Résumé – Par son œuvre colossale et novatrice, d'Orbigny a beaucoup apporté aux sciences de la Vie, de la Terre, de l'Homme et de la Société. Du long séjour qu'il effectua en Amérique du Sud, au titre de voyageur naturaliste du Muséum national d'histoire naturelle, il rapporta une moisson scientifique considérable dans les domaines de la botanique, de la zoologie, de la géographie physique et humaine, de la géologie et de l'ethnographie. Fondateur de la micropaléontologie, par ses études sur les foraminifères, et de la biostratigraphie, il est toujours présent dans la science d'aujourd'hui, à travers les multiples implications de ses travaux dans la recherche académique et le secteur économique. *Pour citer cet article : M.-T. Vénec-Peyré, C. R. Palevol 1 (2002) 313–323.* © 2002 Académie des sciences / Éditions scientifiques et médicales Elsevier SAS

d'Orbigny / paléontologie / micropaléontologie / zoologie / Amérique du Sud

Abridged version

One of his biographers, Heron-Allen [12], wrote about Alcide d'Orbigny that, in the list of his publications, “it would be easy to select half a dozen, anyone of which might have constituted the life-work of any ordinary man”. Nevertheless, beyond the extent of his works, what is interesting in the life of this great scientist is the diversity of the fields in which he was involved.

Alcide Dessalines d'Orbigny was born on 6 September 1802 in Couëron (near Nantes, France). When he was young, he was already highly interested in the study of a group of microscopic animals, that he named ‘Foraminifers’. The observation of about 600 recent and fossil species led him to establish the first classification of this group that he raised to ordinal rank, setting the foundation of a new science, Micropalaeontology [18].

This impressive work on foraminifers, published at the age of 23, led the professors of the ‘Museum national d'histoire naturelle’ (Paris) to appoint him as a naturalist traveller for an expedition to South America. After almost a year of preparation, attending the courses of Cuvier, Geoffroy-Saint-Hilaire, Latreille, Blainville, and Cordier, he left the port of Brest in July 1826 and landed to Rio de Janeiro two months later. This voyage lasted seven years and led him to Brazil, Argentina, Uruguay, Chile, Bolivia, and Peru. Six years earlier than Darwin in South America, he observed everything related to Life and Earth sciences as well as Human sciences. From this expedition, he came back with an impressive scientific harvest, composed of 9330 species of plants and animals: mammals (157 species), birds (783), reptiles (94), amphibians (25), fishes (166), molluscs (718), arthropods (4 834), annelids (17), echinoderms and madrepores (163), foraminifers (81), plants (2370) [4, 30], geolo-

gical and mineralogical materials, an extensive ethnographic and anthropological collection (two mummies, twelve skulls, vocabularies of thirty-six Indian languages, musical scores, potteries, statues, drawings of all the monuments and temples that he had visited) [29], more than 500 plates and drawings [13]. All his discoveries are reported in a huge publication entitled *Voyage dans l'Amérique méridionale*, published between 1835 and 1847 [19]. This publication in nine tomes and 11 volumes (more than 4000 pages and 500 plates) includes a scientific part, one volume devoted to *L'Homme américain*, one to the historical part and two others to the account of his travel. With this work, he highly contributed to the improvement of knowledge on the animal and vegetal kingdoms by describing several thousand living species and was among the pioneers of 'Americanist' ethnography [26–28]. These publications reveal that Alcide d'Orbigny was also a great humanist. He protested against the poor conditions of life of Indians and was greatly concerned with the welfare of women. He claimed: "We shall begin by declaring that our personal conviction is that, amongst men there is but a single and same species" [19].

One of the best compliments paid to this publication is that of Charles Darwin when he said that the description of South America given by Alcide d'Orbigny is "one of the monuments of the science of the 19th century".

Back in France, his American palaeontological discoveries incited him to perfect his knowledge of the Geology of France and to gather a palaeontological collection, which was composed of more than 100 000 specimens [16]. This collection gave him the basis to produce a huge palaeontological work; it constitutes now a patrimony of an exceptional richness, which is still very actively consulted by specialists from the whole world and still serves as a reference on an international scale. The *Paléontologie française* [21] is composed of eight volumes (4000 pages, 1440 plates), the scientific importance of which is related by Fischer [8]. In the *Prodrome de paléontologie stratigraphique* [23] (more than 1000 pages), he put in order the nomenclature of invertebrates, keeping only 18 000 valid names among the 40 000 species names that he checked in the literature, and arranged these species in a stratigraphical order. These studies led him to formalise the notion of stratigraphic stage and to create the first geological scale, establishing the basis of Biostratigraphy in the *Cours élémentaire de paléontologie et de géologie*

stratigraphique [22]. In this publication, he presented his interpretation of Life history, according to which periods of biological equilibrium were interrupted by catastrophic events. All his life long, he worked on foraminifers, and was the first to recognise their importance and to foresee their place in Geology.

Despite this huge work, he obtained, only in 1853, a position of Professor in the 'Muséum national d'histoire naturelle', when the Chair of Palaeontology was created especially for him by Napoleon III, and against the will of his colleagues. Unfortunately, he died four years later on 30 June 1857, at the age of 55.

During his life, d'Orbigny's work was not given its real value. He had to face the hostility of his colleagues, who thought that Palaeontology was not a science: zoologists envied his production and geologists protested against "the daily growing abuse of application of Palaeontology to Geology" [24]. They reproached him his low position of naturalist traveller and to have been a disciple of Cuvier. After the publication of Darwin's work [5], d'Orbigny was strongly criticised by evolutionists for his 'catastrophism' and his views of 'new creations'. This critics did not understand that d'Orbigny was more interested in the appearance and disappearance of species in order to obtain stratigraphic markers than in species filiation, and have unjustly tarnished his image [10], and underestimated his huge influence in Geosciences [8, 15, 25, 31].

The life of d'Orbigny was very fruitful. Thanks to his interest in the Sciences of Life and Earth as in the Human Sciences, his boundless enthusiasm, his great tenacity, and his passion for extensive projects, he left behind him an immense scientific and cultural inheritance. He was a pioneer in many domains and produced more than 300 publications. Today, his work still finds applications in various fields of academic research and economic sector. Stratigraphy and Micropalaeontology greatly contribute to the extension of our understanding about the Earth's history, to petroleum prospection and to major underground constructions, such as the building under the tunnel beneath the Channel [17]. Foraminifera, since the 1960s, are also extensively used in palaeoceanographic research and in the study of climatic change [2], with a view to a better management of the Earth's environment.

1. Introduction

L'un de ses biographes, Heron-Allen [12], a dit d'Alcide d'Orbigny qu'il serait facile de sélectionner sur la liste de ses travaux « une demi-douzaine, dont chacun d'entre eux constituerait à lui seul le travail de la vie d'un homme ordinaire ». Bel éloge s'il en est, qui suffirait à lui seul pour camper cette personnalité hors du commun.

Cependant, au-delà de l'ampleur de cette œuvre, ce qui est étonnant chez d'Orbigny, c'est la diversité des champs disciplinaires dans lesquels il s'est impliqué. À tel point que bien des spécialistes de l'une ou l'autre des disciplines qu'il a abordées connaissent généralement peu, ou même ignorent, son apport dans les autres domaines. Il nous a paru utile de dresser, en introduction à ce symposium, un bref récapitulatif de sa vie et de son œuvre pour mieux appréhender l'importance et l'envergure de ce scientifique du début du XIX^e siècle.



Fig. 1. Portrait d'Alcide d'Orbigny jeune (Bibliothèque centrale, MNHN, Paris, France).

Fig. 1. Alcide d'Orbigny, portraited when he was young (Central Library, MNHN, Paris, France).

Ce rapide survol se propose de situer les étapes de sa vie et permettra peut-être aussi de montrer pourquoi ce savant visionnaire ne pouvait avoir tout dit, tout compris dans certains des domaines des géosciences, qui ont occupé des milliers de personnes et se sont considérablement développés depuis qu'il les a mis à l'honneur.

2. Naissance d'un scientifique

Alcide d'Orbigny (Fig. 1) vint au monde le 6 septembre 1802 dans la petite ville de Couëron, située sur les bords de la Loire, près de Nantes. Il était issu d'une famille nombreuse, dont le père, Charles-Marie, médecin de marine et grand amateur de sciences naturelles, avait eu le soin d'inculquer à ses sept enfants l'amour et le respect de la nature ; il intéressa Alcide à un groupe de coquilles minuscules trouvées dans les sables qu'il avait lui-même de plus en plus de mal à examiner, en raison d'une presbytie naissante.

Alcide d'Orbigny se prit d'un tel engouement pour ce groupe, qu'il se fit apporter des sédiments du monde entier par les officiers et les médecins de marine qu'il croisait dans le port de la Rochelle (Fig. 2), afin d'y rechercher de nouvelles espèces. Quelques-uns de ces petits coquillages microscopiques étaient déjà connus et classés parmi les Céphalopodes, en raison de leur forme enroulée. Mais il constata qu'ils étaient différents des autres céphalopodes, non seulement par la taille,



Fig. 2. Flacons de sable de la collection A. d'Orbigny (laboratoire de paléontologie, MNHN, Paris, France).

Fig. 2. Sediment samples from A. d'Orbigny's collection (Laboratory of Palaeontology, MNHN, Paris, France).

mais aussi par leur structure interne : les loges successives n'étaient pas reliées par un siphon, mais étaient séparées par une cloison percée d'un orifice (*foramen* en latin) ; il baptisa ce groupe du nom de « Foraminifères » et en fit un ordre nouveau. Il ne sut en fait que beaucoup plus tard, grâce aux travaux de Dujardin [7], qu'il s'agissait d'animaux unicellulaires.

Après avoir recensé, au terme de six années d'étude, environ 600 espèces différentes, vivantes et fossiles, il présenta la première classification des Foraminifères dans un mémoire publié en 1826 aux *Annales de Sciences naturelles* [18]. Il souhaitait illustrer ce travail par 73 planches (Fig. 3) qu'il avait conçues à cet effet, mais qui, malheureusement, restèrent inédites. Comme c'était aussi un homme de communication, très pédagogue et soucieux de faire partager ses connaissances à ceux qui n'avaient pas de microscope à portée de main, il entreprit de représenter certains spécimens en trois dimensions en les agrandissant entre 40 et 200 fois ; il sculpta ainsi dans un calcaire très dur et très fin 100 modèles, correspondant aux principaux genres (Fig. 4). Il en fit des répliques en plâtre qu'il diffusa dans le commerce. Par ce travail considérable, réalisé avant sa 24^e année, il posait les premiers jalons d'une science qui allait devenir la micropaléontologie.

3. Voyage en Amérique méridionale

Ce premier coup d'éclat lui valut un rapport très élogieux de l'Académie des sciences et la reconnaissance des autorités du Muséum, alors dirigé par G. Cuvier. Séduits par la qualité de ses observations, l'étendue de son savoir et ses talents d'illustrateur, son enthousiasme et sa jeunesse, ils le nommèrent voyageur naturaliste, en lui confiant la mission d'explorer l'Amérique du Sud. De voyages et d'Amérique, Alcide d'Orbigny en avait rêvé [19 (vol. 1, p. 20)], car son

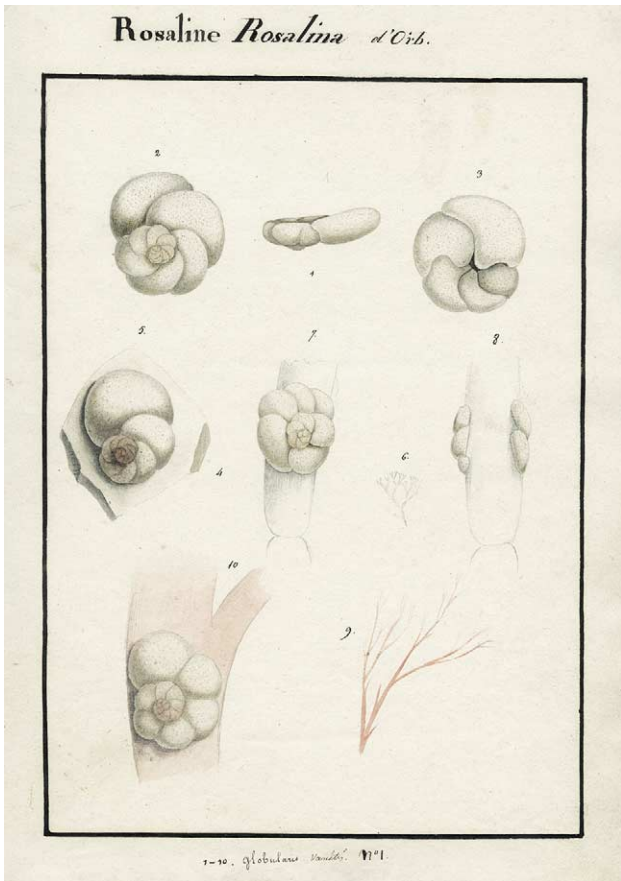


Fig. 3. Planche inédite dessinée par A. d'Orbigny (laboratoire de paléontologie, MNHN, Paris, France).

Fig. 3. Unpublished plate drawn by A. d'Orbigny (Laboratory of Palaeontology, MNHN, Paris, France).

enfance sur les côtes atlantiques, puis son adolescence à la Rochelle, avaient certainement été nourries de récits de grands voyageurs, tels La Pérouse, Bougainville, Cook, Baudin, dont on devait commenter les exploits dans la bonne société rochelaise fréquentée par la famille. Cette dernière comptait aussi parmi ses proches deux naturalistes célèbres qui avaient choisi d'émigrer sur le « nouveau continent », Jean-Jacques Audubon, le voisin et l'ami de Couëron, et Aimé Bonpland, le botaniste rochelais bien connu pour le voyage qu'il avait réalisé en Amérique en compagnie de Humboldt.

Très enthousiaste, mais conscient de l'énorme charge qui l'attendait, Alcide d'Orbigny voulut parfaire ses connaissances avant de se lancer dans cette grande aventure. Il suivit pendant presque une année les cours spécialement créés au Muséum, quelques années plus tôt, pour former les voyageurs naturalistes. Aux cours théoriques dispensés par les grands scientifiques de l'époque, tels que Cuvier, Geoffroy Saint-Hilaire, Brongnart, Latreille, Blainville et Cordier, s'ajoutait un

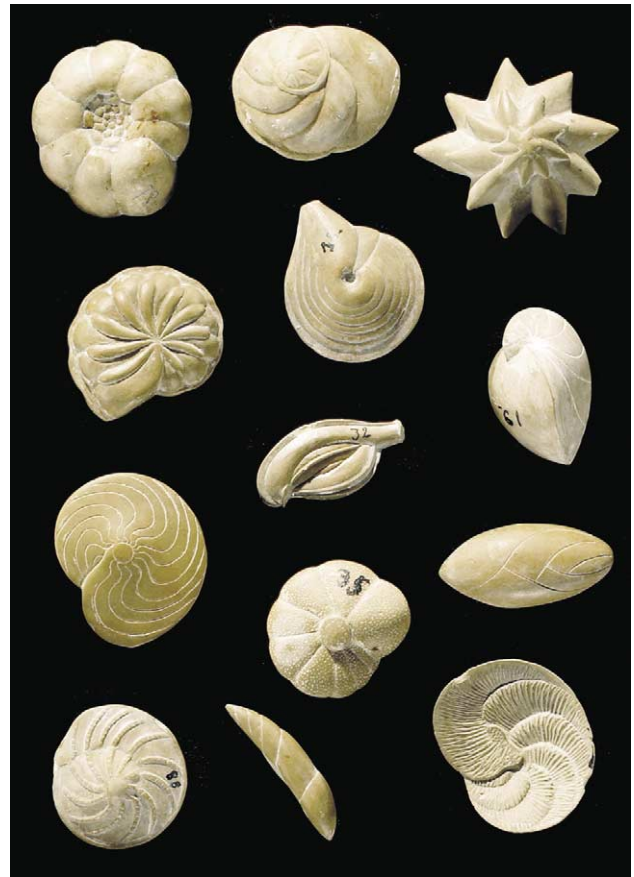


Fig. 4. Modèles de Foraminifères sculptés par A. d'Orbigny (laboratoire de paléontologie, MNHN, Paris, France).

Fig. 4. Models of Foraminifers sculpted by A. d'Orbigny (Laboratory of Palaeontology, MNHN, Paris, France).

enseignement pratique sur les méthodes de naturalisation des animaux, et de préparation des herbiers. Il prit conseil auprès de Humboldt [19 (vol. 1, p. 4)] et, alerté par des personnes plus expérimentées de l'insuffisance de la dotation octroyée par l'administration du Muséum (6000 francs par an), il se mit en quête de crédits supplémentaires et trouva un mécène en la personne du duc de Rivoli, qui lui accordera 3000 francs chaque année, jusqu'en 1830.

La corvette *La Meuse* le conduisit, au terme d'une traversée difficile, du port de Brest à Rio de Janeiro. Il foula le sol américain le 24 septembre 1826, six ans avant Darwin et 27 ans après Humboldt et Bonpland, mais, contrairement à ces derniers, il mit le cap au sud. Commençaient alors une aventure de sept ans et sept mois (Fig. 5) à travers l'Amérique du Sud, libérée de la colonisation, mais souffrant encore d'une certaine instabilité politique. Au cours de ce périple, il allait parcourir des milliers de kilomètres avec les moyens de l'époque, à pied, à cheval, à dos d'âne, en pirogue et en bateau, au mépris des dangers, des souffrances, et

parfois au péril de sa vie. Après un rapide séjour au Brésil, son voyage le conduisit en Argentine, où il explora les rives du Parana pendant plus d'une année. De là, il rejoignit la Patagonie et y séjourna huit mois, puis revint à Buenos Aires. En raison des troubles politiques et des guerres qui ne facilitaient pas ses expéditions, il décida de rejoindre le Chili. Lorsqu'il y débarqua, ce pays était en pleine révolution : devant cette nouvelle infortune, d'Orbigny choisit de répondre à l'invitation du président de la Bolivie, le maréchal A. de Santa Cruz. Ce dernier, depuis peu au pouvoir, avait à faire face à une situation économique désastreuse [6] et demandait au jeune naturaliste de venir faire l'inventaire des richesses naturelles de son pays et de rechercher de nouvelles voies de communication pour favoriser le commerce – la notoriété du jeune naturaliste avait, en effet, dépassé les frontières des pays qu'il avait traversés. Entre les deux hommes naquit une grande estime et, sous ces bons auspices, d'Orbigny consacra trois années à explorer la Bolivie et le Pérou ; traité comme un conseiller par le président Santa Cruz, il dénonça la condition des indiens, lui proposa un certain nombre de réformes touchant au développement industriel et agricole et à la gestion raisonnée des ressources naturelles.

Tout au long de son voyage, le naturaliste décrira tout ce qu'il trouve et tout ce qu'il observe concernant la zoologie, la botanique, la géologie, la géographie, l'anthropologie, l'archéologie et l'ethnographie. Il appartenait à cette nouvelle génération de voyageurs naturalistes du début du XIX^e siècle, dont Humboldt fut un des premiers et brillants représentants, qui savaient allier science et découverte. Ils ne considéraient plus les objets de la nature comme de simples curiosités – il ne suffisait pas de les décrire, il fallait essayer d'expliquer, de dégager des lois. En outre, loin de se limiter à l'observation de la nature, ces nouveaux explorateurs s'intéressaient également aux sociétés qu'ils côtoyaient, élargissant ainsi leur champ d'investigation à un domaine nouveau, celui de sciences humaines.

Son épopée américaine s'acheva à la fin de l'année 1833. Il regagna la France à bord du *Philanthrope* et revit sa terre natale le 24 janvier 1834, avec une émotion tout à fait légitime, en éprouvant « un bonheur que rien ne peut égaler. [...] Toutes mes souffrances passées étaient oubliées » [19 (vol. 3, p. 406)]. Mais ses difficultés n'avaient pas été vaines, il savait qu'il revenait d'Amérique avec une riche moisson scientifique, et qu'il garderait toute sa vie une vive reconnaissance envers ses habitants qui l'avaient « accueilli avec une bienveillance dont le souvenir ne s'effacera jamais » [19 (vol. 1, p. 210)].

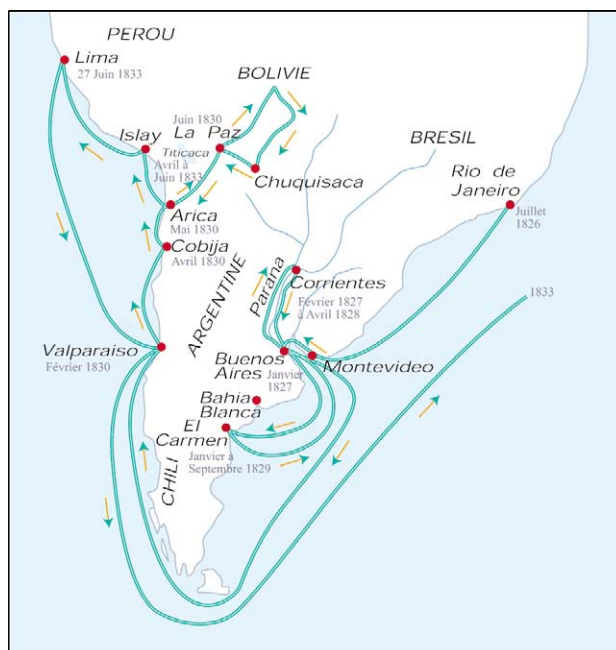


Fig. 5. Carte du voyage d'A. d'Orbigny en Amérique du Sud (laboratoire de paléontologie, MNHN, Paris, France).

Fig. 5. Map of the Voyage of A. d'Orbigny in South America (Laboratory of Palaeontology, MNHN, Paris, France).

Ses récoltes d'outre-Atlantique enrichirent considérablement les collections du Muséum d'histoire naturelle. Elles comportaient plus de 9000 espèces, dont un grand nombre étaient nouvelles pour la science, appartenant aux mammifères (157 espèces), oiseaux (783), reptiles (94), amphibiens (25), poissons (166), mollusques (718), arthropodes (4834), annélides (17), échinodermes et polypiers (163), foraminifères (81), végétaux (2370) [4, 30]. Ces collections étaient assorties d'une grande quantité de dessins d'une qualité remarquable (Fig. 6), dont beaucoup furent réalisés en double exemplaire, pour parer à d'éventuelles pertes lors des transports [13]. Expertisées par une commission de l'Académie des sciences, elles valurent à d'Orbigny, malgré leur importance, un rapport nuancé de la part de certains rapporteurs (en substance, bon élève, mais aurait pu mieux faire !) [3].

Dès son retour en France, il entreprit d'étudier ses collections, seul ou en collaboration avec des spécialistes de certains groupes. Les résultats sont consignés dans le célèbre *Voyage dans l'Amérique méridionale* [19], publié entre 1835 et 1847 et dédié au roi. Cet ouvrage immense, composé de neuf tomes en onze volumes, comprend la relation du voyage, la partie scientifique couvrant l'ethnologie, la géographie, la géologie, la paléontologie, la zoologie (mammifères, oiseaux, reptiles, poissons, mollusques, zoophytes crustacés, insectes), la botanique (cryptogames et palmiers),

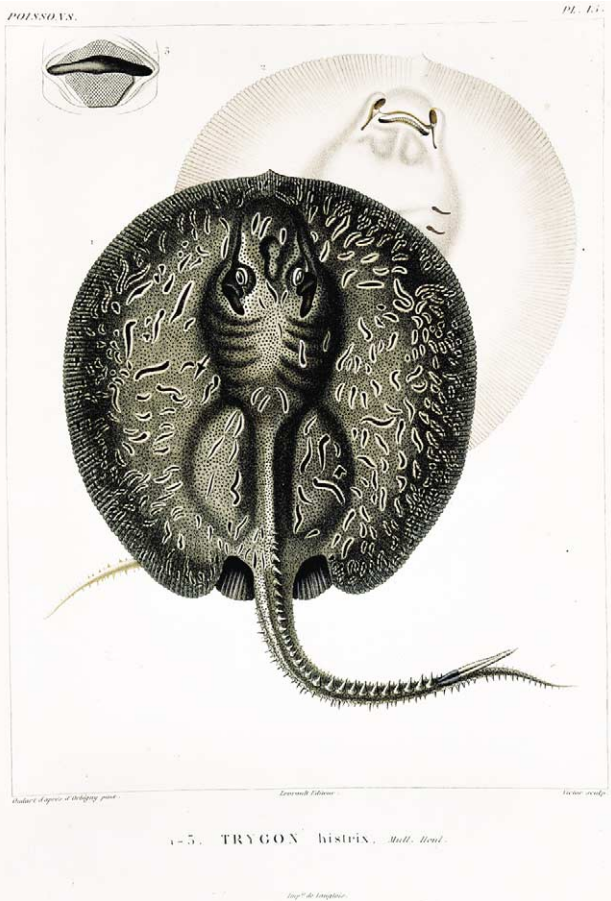


Fig. 6. *Trygon histrix*, dessin de Oudart d'après A. d'Orbigny, extrait du *Voyage dans l'Amérique méridionale* (Bibliothèque centrale, MNHN, Paris, France).

Fig. 6. *Trygon histrix*, drawing by Oudart after A. d'Orbigny, from the *Voyage dans l'Amérique méridionale* (Central Library, MNHN, Paris, France).

et totalise plus de 4000 pages et de 500 planches. Le plus bel hommage rendu à cette œuvre colossale est certainement celui de Darwin, son concurrent, qui parcourut aussi l'Amérique du Sud de 1831 à 1834, et qui jugea la description de l'Amérique méridionale de d'Orbigny « comme un des monuments de la science du XIX^e siècle ».

Ce travail lui permit d'augmenter considérablement les connaissances de l'époque sur le règne animal et le règne végétal, en faisant connaître non seulement de nouvelles espèces, mais en donnant également, en parfait écologiste, toutes les informations relatives à leur milieu d'origine et à leur mode de vie.

Sur le plan géologique, il récolta une grande collection de fossiles et de minéraux et rapporta de nombreuses coupes de terrain et de nombreuses cartes. Il émit l'hypothèse que les continents américains et européens avaient été en relation avant le Crétacé. Il fut probablement un des premiers à faire un sondage dans

l'océan par 160 m de fond au large du cap Horn. La carte de l'Amérique du Sud qu'il publia en 1842 fut couronnée par le prix de la Société de géographie.

Dans le domaine des sciences humaines, il peignit avec une lucidité et une précision remarquables les sociétés urbaines, dans toute leur complexité ethnique, comme les sociétés rurales, les communautés indiennes comme les communautés créoles, dont il partagea le mode de vie en s'adaptant à toutes les situations. Dans chaque ville ou chaque village qu'il traversait (Fig. 7), il relevait avec soin les coordonnées géographiques, l'altitude, la distance les séparant des villages d'alentours ; il décrivait avec minutie les coutumes (Fig. 8), les pratiques agricoles, commerciales et industrielles, et faisait de nombreuses statistiques démographiques, calculant la densité des populations, la fécondité des couples, les proportions d'hommes et de femmes, de gens mariés, de veufs, de militaires etc. Rien n'échappait à sa sagacité. C'est ainsi qu'il démontra, mesures à l'appui, que les Patagons (Fig. 9) n'étaient pas des géants, comme le laissaient croire les récits datant du voyage de Magellan. Il apporta un soin particulier à l'étude des missions implantées lors de la colonisation. Les collections ethnographiques qu'il a rapportées comprennent deux momies (Fig. 10), douze crânes, des poteries, une grande variété d'outils, des statues, des dessins des nombreux monuments archéologiques qu'il visita [29]. À l'écoute des populations et particulièrement doué pour la communication, il apprit le guarani, étudia le vocabulaire de 36 langues indiennes et transcrivit – ou fit transcrire – de nombreuses partitions de musique. Sa publication intitulée *L'homme américain de l'Amérique méridionale, considéré sous ses rapports physiologiques et moraux* [19 (vol. 4)], dédiée à Humboldt, connut un succès dépassant largement le cercle restreint des scientifiques ; tirée à plus de 500 exemplaires en 1839, elle fut rééditée à plusieurs reprises [32]. Rivet, fondateur du musée de l'Homme, souligne la finesse de son analyse et, le comparant à Humboldt, conclut que d'Orbigny « supporte la comparaison avec son grand devancier » [26 (p. 26)]. Il ne tarit pas d'éloges à son égard : « Il se révèle anthropologiste, ethnographe, sociologue, statisticien, linguiste, archéologue, et dans chacun de ces champs d'études si divers, son observation est féconde. [...] d'Orbigny brille au premier rang de ceux qui ont étudié l'homme de l'Amérique du Sud et doit être considéré comme un des fondateurs de l'américanisme scientifique » [26 (p. 26)]. Compliments auxquels font écho, près de 70 ans plus tard, ceux de Riviale [27, 28].

Alcide d'Orbigny fut aussi un grand humaniste. C'était en effet l'époque où, en raison de l'étonnante diversité physique constatée et relatée par les voya-

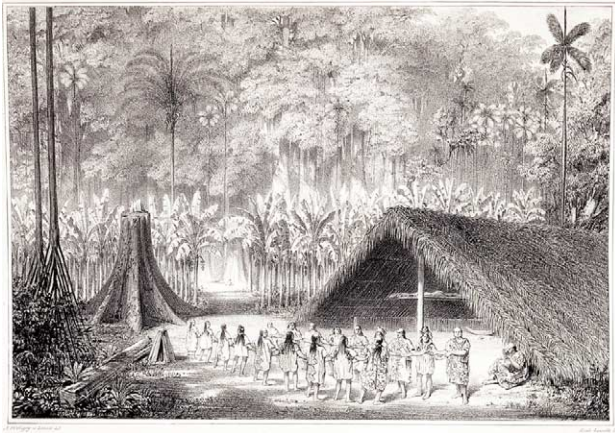


Fig. 7. Village dessiné par A. d'Orbigny, extrait du *Voyage dans l'Amérique méridionale* (Bibliothèque centrale, MNHN, Paris, France).

Fig. 7. Village drawn by A. d'Orbigny; from the *Voyage dans l'Amérique méridionale* (Central Library, MNHN, Paris, France).

geurs de plus en plus nombreux à travers le monde, on remettait en cause les travaux du XVIII^e siècle, qui concluaient à l'unicité de l'espèce humaine. D'Orbigny déclara d'emblée : « Notre conviction intime est que, parmi les hommes, il n'y a qu'une seule et même espèce » [19 (vol. 4, t.1, p. 51)]. Il dénonça avec vigueur les outrages dont étaient victimes les Indiens assujettis aux corvées les plus dégradantes, telles que le portage. En fervent défenseur des droits de l'homme, il réclamait pour eux le droit au respect, à l'éducation et à la santé. Il était, en particulier, scandalisé par la condition des femmes indiennes, souvent réduites à

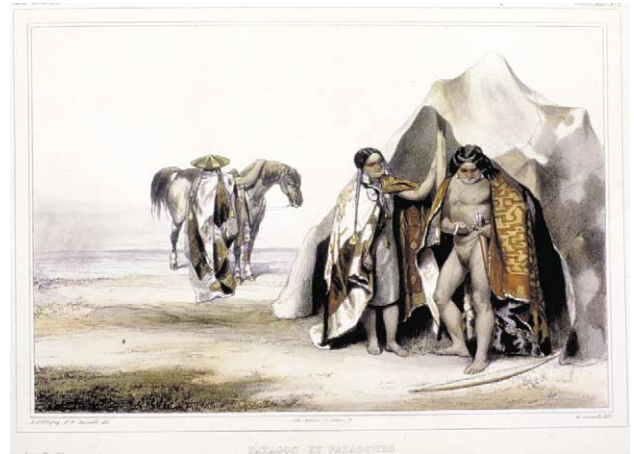


Fig. 9. Patagons, dessin d'A. d'Orbigny, extrait du *Voyage dans l'Amérique méridionale* (Bibliothèque centrale, MNHN, Paris, France).

Fig. 9. Patagones, drawn by A. d'Orbigny; from the *Voyage dans l'Amérique méridionale* (Central Library, MNHN, France).

l'état d'esclaves. Par ailleurs, il trouvait aussi que l'éducation des femmes de la bonne société laissait une trop large place aux futilités et aux apparences et qu'on devrait leur enseigner, tout comme aux jeunes gens, les sciences et les lettres. Ce souci de la condition féminine l'honore d'autant plus qu'il était jeune et qu'il vivait dans un monde et à une époque où le machisme était de règle !

Outre les écrits se rapportant aux sciences naturelles et aux sciences humaines, le *Voyage dans l'Amérique*



Fig. 8. Danse des Indiens Aymaras, dessin de d'Orbigny extrait du *Voyage dans l'Amérique méridionale* (Bibliothèque centrale, MNHN, Paris, France).

Fig. 8. Dance of Indians Aymaras, drawn by d'Orbigny; from the *Voyage dans l'Amérique méridionale* (Central Library, MNHN, Paris, France).

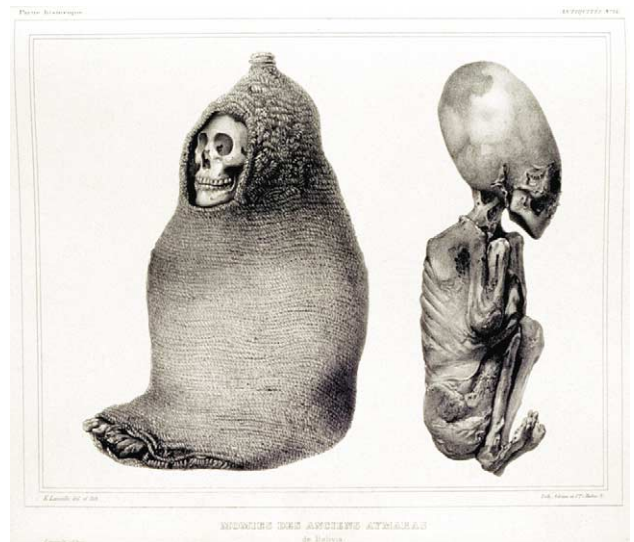


Fig. 10. Momies des anciens Aymaras rapportées par A. d'Orbigny, extrait du *Voyage dans l'Amérique méridionale* (Bibliothèque centrale, MNHN, Paris, France).

Fig. 10. Mummies of ancient Aymaras brought back by A. d'Orbigny from the *Voyage dans l'Amérique méridionale* (Central Library, MNHN, Paris, France).

méridionale comporte deux volumes concernant le récit de son périple, sorte de journal de bord de 1600 pages, dans lequel l'auteur relate avec talent sa vie quotidienne, ses découvertes, ses aventures, ses joies et ses malheurs. Au cours de ce voyage, il fut souvent séduit par la gentillesse, l'accueil des populations et la richesse de leur culture, tout comme il fut ébloui à de nombreuses reprises par la beauté et la diversité des paysages : « En Amérique, tout est grandiose », se plaisait-il à écrire [19]. Mais ce périple fut également source de désagréments et de difficultés en tous genres : il dut affronter de nombreux dangers dans des régions inhospitalières, infestées d'animaux particulièrement agressifs, comme les moustiques, ou dangereux, comme le jaguar, sur des chemins difficiles jonchés d'embûches de toutes natures, ou sur des mers déchaînées ; il contracta des fièvres récidivantes, perdit une phalange, connut la détresse et le découragement ; il eut également à souffrir de l'instabilité politique : pris pour un espion, il éprouva l'âpreté des geôles à Montevideo, et fut contraint de prendre les armes, malgré ses idées pacifistes, pour défendre le fort de Carmen de Patagones, assailli par quelques tribus indiennes. Si ses écrits scientifiques témoignent de sa grande rigueur, de son énorme puissance de travail et de sa curiosité insatiable, la relation du voyage révèle bien d'autres aspects de sa personnalité : une énergie époustouflante, une volonté de fer, une ténacité à toute épreuve, une grande patience, ainsi qu'une grande courtoisie et surtout une grande tolérance vis-à-vis des communautés ethniques qu'il rencontra. S'il sut mettre les populations locales à contribution pour l'aider à découvrir des espèces inconnues de lui, il sut aussi leur faire partager ses connaissances, car il avait un sens inné de la pédagogie, et mettre ses recherches et ses idées au service des progrès qu'elles étaient susceptibles d'apporter [11]. Ce récit passionnant autant qu'instructif et les lettres adressées à sa famille témoignent de son profond attachement à l'Amérique du Sud, ce continent qui combla ses années de jeunesse en découvertes passionnantes et lui offrit de vivre une expérience humaine hors du commun. Il reçut en retour une profonde reconnaissance de la part de ses habitants, comme l'attestent encore aujourd'hui le nombre de rues ou d'écoles, et même de villages, qui portent son nom. Le maréchal Santa Cruz lui rendit hommage en le nommant citoyen d'honneur de la Bolivie.

4. Voyage à travers les temps géologiques

Après avoir parcouru l'Amérique, et toujours envoûté par les grands projets, il céda à la curiosité de percer le

mystère des temps géologiques. Connaissant les fossiles depuis sa plus tendre enfance, il était convaincu, dès les premières comparaisons entre les fossiles de France et d'Amérique, de leur valeur pour dater le passé. À son retour, il prit conscience que, dans ce domaine, les fossiles d'animaux invertébrés étaient trop sous-estimés et qu'il n'existait en France à cette époque aucune collection de fossiles d'invertébrés digne de ce nom. Il décida d'y remédier en sillonnant la France, comme le relate l'article de Fischer et Lauriat-Rage [9], et en se créant un réseau de correspondants. Sa collection, composée de plus de 100 000 spécimens, est conservée au Muséum national d'histoire naturelle à Paris [16].

Alcide d'Orbigny soutint deux thèses en 1846, une sur les ammonites et une sur les bélemnites, poursuivit ses recherches sur les foraminifères [33] et publia un grand nombre d'articles concernant la paléontologie et la géologie. Il écrivit en particulier trois ouvrages fondamentaux qui sont en fait complémentaires : la *Paléontologie française*, le *Prodrome de Paléontologie stratigraphique universelle* et le *Cours élémentaire de paléontologie et de géologie stratigraphique*, dans lequel il synthétisa l'ensemble de ses recherches.

4.1. La *Paléontologie française*

Dans cet ouvrage [21], composé de huit volumes, 4000 pages et 1440 planches, parus entre 1840 et 1860, dont Fischer [8] rappelle les principes et l'importance, il décrit 2800 espèces d'invertébrés fossiles, parmi lesquelles 2100 étaient nouvelles pour la science. Son souci était de donner de chaque espèce une description très précise, utilisable sans ambiguïté par les autres spécialistes afin de faciliter les comparaisons et d'établir des corrélations. Il reçut par deux fois, pour ce gigantesque travail, le prix Wollaston décerné par la Société géologique de Londres.

4.2. Le *Prodrome de paléontologie stratigraphique universelle*

Après avoir mis de l'ordre dans la description des espèces, il entreprit de les classer, microfossiles et invertébrés, selon leur ordre d'apparition dans les temps géologiques. Au prix d'un important travail de révision, il ne retint que 18 000 noms valides sur les 40 000 noms d'espèces fossiles qu'il avait recensés dans la littérature en consultant plus de 200 000 références. Cette publication en trois volumes, parus entre 1850 et 1852 [23], comporte plus de 1000 pages. Il dira de ce travail titanesque : « Nous ne savons quel jugement en porteront les hommes consciencieux, mais nous pouvons affirmer que c'est de tous nos travaux, celui qui nous a le plus coûté à exécuter, et le plus grand sacrifice que, dans notre existence, exclusivement consa-

créée à l'étude, nous avons pu faire aux sciences naturelles » [23 (p. xxxii)].

4.3. Le Cours élémentaire de paléontologie

Cet ouvrage en trois tomes et 1138 pages [22], très complet pour l'époque, fut l'aboutissement de 25 ans d'observations et de réflexions. D'Orbigny présenta lui-même, dans son *Introduction*, les quatre parties : « La première, sous le titre d'*Éléments divers*, sera consacrée aux éléments de la science ; aux explications nécessaires pour fixer le sens que nous donnons aux expressions employées en Paléontologie, à la détermination des termes généraux relatifs aux corps fossiles, à leur état de conservation, à leur transformation organique, aux substances minérales qui concourent à leur pétrification, et enfin aux divers procédés de fossilisation. La seconde partie sera consacrée aux *Éléments stratigraphiques*, c'est-à-dire à tout ce qui concerne la formation des couches terrestres et les conditions si variées dans lesquelles les corps organisés s'y sont déposés. [...] nous nous bornerons dans notre troisième partie, consacrée aux *Éléments zoologiques*, à l'examen comparatif des caractères que la fossilisation ne fait pas disparaître et qui sont toujours à la disposition du géologue. [...] La quatrième partie contiendra l'application des éléments stratigraphiques et zoologiques à la classification des couches sédimentaires du globe et aux grandes questions qui se rattachent directement ou indirectement à l'histoire chronologique des couches sédimentaires et des corps organisés qu'elles renferment. »

Dans ce travail, il présenta son interprétation de l'histoire de la Vie. Pour lui, les faunes et les flores se développaient sur Terre pendant de longues périodes d'équilibre, au terme desquelles elles se trouvaient brusquement anéanties par des événements catastrophiques liés à la tectonique ; comme ces derniers avaient scandé l'histoire de la Terre, il considérait qu'ils pouvaient servir de repères pour dater les temps géologiques. La notion de date lui semblait en effet fondamentale : « [...] la première notion à obtenir dans l'étude paléontologique, c'est la date. Sans ces recherches préalables, point de paléontologie possible, ou seulement le chaos » [23 (p. xv)]. Cette approche lui permit de conceptualiser la notion d'étage, de présenter la première échelle stratigraphique, composée de 27 étages précédant la période actuelle, et de poser les fondements de la biostratigraphie. Mais sa vision du renouvellement des faunes par « créations successives » après chaque catastrophe lui attira beaucoup de critiques et sera partiellement responsable de sa disgrâce, longtemps après sa mort.

Dans un souci de pédagogie, pour matérialiser en quelque sorte ce concept d'étage, il choisit pour chacun d'entre eux une coupe de terrain qu'il considéra comme un « étalon », anticipant ainsi la notion de « strato-type ».

D'Orbigny reconnaissait que la géologie historique était née en Angleterre [23 (p. xxxi)]. Son apport dans ce domaine est d'avoir été le premier à mettre de l'ordre dans le « chaos » des idées de l'époque, tout comme il l'avait fait dans la description des espèces fossiles. Cette obsession de l'ordre et sa volonté de procéder avec méthode pour en finir avec le « chaos » – mot qui revient souvent dans ses écrits – sont très présentes dans son œuvre. Comme l'a dit Rioult [25], Alcide d'Orbigny recherchait dans sa conception de la stratigraphie « un langage clair, intelligible, rationnel et universel, basé à la fois sur les observations géologiques et dans la nature actuelle ».

Sur les 27 étages qu'il a utilisés dans cette première échelle, 19 figurent encore parmi les 92 étages de l'échelle stratigraphique en cours aujourd'hui. On est frappé de voir qu'il avait des fossiles comme des organismes actuels une conception moderne de l'espèce [31]. Son expérience de zoologiste lui avait montré l'importance de la variabilité morphologique des individus d'une même espèce dans l'Actuel, et il en tenait compte dans l'étude des fossiles. Ses successeurs eurent, jusqu'au développement des méthodes statistiques en paléontologie, une vision beaucoup plus étroite que lui dans ce domaine.

5. L'ingratitude de ses pairs

Malgré ce travail considérable, Alcide d'Orbigny s'est heurté de son vivant à l'hostilité et à la mesquinerie de ses pairs, et en particulier à ses collègues du Muséum, lui qui avait tellement enrichi les collections et qui aurait dû être la fierté de cet établissement, en raison de la puissance de ses travaux scientifiques. Napoléon III créa spécialement pour lui la chaire de paléontologie par un décret du 5 juillet 1853, contre l'avis des professeurs du Muséum. Ces derniers, courroucés par cet acte d'autorité les désavouant, reléguèrent d'Orbigny dans des locaux en piteux état [12]. L'Académie de sciences ne lui accorda pas plus de crédit et ne l'admit jamais en son sein, malgré sept candidatures, dont les échecs sont analysés par Boone [3].

Ce poste si mérité de professeur au Muséum, Alcide d'Orbigny ne l'occupait que très peu de temps. Il décéda prématurément, le 30 juin 1857, à l'âge de 55 ans, à Pierrefite-sur-Seine, où il est inhumé. Il laissait derrière lui une famille de quatre enfants, issus de deux maria-

ges. Après le décès de sa première femme, disparue à l'âge de 32 ans, il avait épousé Marie Gaudry, dont le frère deviendra, quelques années plus tard, titulaire de la chaire de paléontologie du Muséum.

La vie scientifique d'Alcide d'Orbigny fut extrêmement féconde, il fut précurseur dans de nombreux domaines et comptait à son actif environ 300 publications [1]. Malgré cela, il ne fut jamais reconnu à sa juste valeur. Après la disparition de Cuvier, qui avait dirigé le Muséum pendant de longues années et s'était attiré de nombreuses inimitiés, il eut sans doute à pâtir d'avoir été son élève et, sûrement, d'avoir épousé la cause « catastrophiste ». D'Orbigny fut aussi probablement victime de sa conception avant-gardiste de la science, en prônant la pluridisciplinarité avant l'heure, l'importance du travail de terrain, la nécessité d'envisager les phénomènes géologiques à l'échelle mondiale.

Il avait en effet une vision globale des relations biosphère-géosphère, mais évidemment avec les éléments dont il disposait à son époque. Il était, de ce fait, convaincu de l'intérêt des liens entre les différentes disciplines ; ne disait-il pas : « Pour s'occuper fructueusement de paléontologie, il ne suffit pas d'être zoologiste. [...] Pour s'occuper de paléontologie, il ne suffit pas non plus d'être géologue » [22 (vol. 1, p. 3)]. D'Orbigny multipliait ainsi le nombre de ses ennemis, en prêtant le flanc à la critique sur tous les fronts, car, malheureusement, certains zoologistes enviaient sa production, d'autres lui reprochaient d'être resté trop éloigné des préoccupations de la physiologie, discipline naissante à l'époque, alors que les géologues étaient inquiets de l'importance croissante de la paléontologie dans les sciences de la Terre. Constant Prévost alla jusqu'à écrire [24 (p. 374)] : « Je proteste en conséquence contre les abus que l'on fait chaque jour de plus en plus de l'application de la paléontologie à la géologie. »

C'était également un homme de terrain. Il affirmait dans ses écrits : « La géologie n'est pas une science qu'on puisse faire dans le cabinet. [...] pour arriver à des idées justes, il faut beaucoup voyager » [23 (p. xxv)]. Ou encore : « [...] dans notre conviction, quelques mois d'étude de la répartition des êtres dans les terrains et les étages, faite sur les lieux, sous une bonne direction, en apprendront plus qu'une vie entière passée à rédiger des compilations dans le cabinet » [23 (p. xv)]. De tels propos furent probablement mal perçus, puisque à cette époque il était souvent d'usage que les scientifiques étudient le matériel que les voyageurs naturalistes avaient pour mission de rapporter. D'Orbigny non seulement récolta une quantité phénoménale de collections et d'informations, mais il eut en plus l'outrecuidance de vouloir analyser son matériel, ou participer à

l'étude de celui-ci, outrepassant ainsi ses fonctions de voyageur naturaliste.

Il était, en outre, absolument convaincu que la géologie était une science destinée « à embrasser le monde entier », et que la réponse aux différentes questions soulevées par les études géologiques ne pouvait « sortir d'un cercle d'études trop restreint, mais bien de l'universalité des faits et des lieux » [23 (p. xxvii)]. Pour beaucoup de géologues cantonnés à l'étude d'une région, ces propos résonnaient évidemment comme des reproches.

Il est permis de penser que toutes ces prises de position ont dû lui valoir de solides inimitiés de son vivant. Lorsque l'œuvre magistrale de Darwin sur l'origine des espèces [5] parut, deux ans après le décès de d'Orbigny, celui-ci devint alors la cible de vives critiques de la part des évolutionnistes. Ses détracteurs ne semblent pas avoir compris qu'en quête d'événements repères pour définir les étages stratigraphiques, d'Orbigny s'était plus impliqué dans les recherches sur les apparitions et disparitions d'espèces que dans l'étude des filiations, qu'il reconnaissait par ailleurs [23 (p. xxxviii)]. En jetant le discrédit sur une partie de son œuvre, ils ternirent son image et contribuèrent à maintenir dans un certain oubli l'impulsion formidable qu'il avait donnée à la paléontologie [10].

6. Conclusions

En dépit de ses imperfections, l'œuvre de d'Orbigny ne peut que forcer l'admiration par l'ampleur et la qualité de ses études, la modernité de ses idées et l'influence durable qu'elles ont exercée [8, 15, 25, 31]. Dans l'ensemble de ses travaux, ceux qui ont eu le plus de répercussions dans la science du XX^e siècle sont certainement ses recherches sur les foraminifères et sur la biostratigraphie, en raison des nombreuses implications qu'elles ont eues dans le secteur académique comme dans le secteur industriel.

Toute sa vie, d'Orbigny s'intéressa aux foraminifères. Il était fasciné par l'étonnante prodigalité de ces êtres capables de former des roches et avait plaisir à dire que « la capitale de la France est presque bâtie avec des Foraminifères, ainsi que les villes et villages de quelques-uns des départements qui l'entourent » [20 (p. ix)]. Mais son génie dans ce domaine fut avant tout de pressentir l'importance que prendraient un jour ces microorganismes pour définir les âges et caractériser les milieux. Cependant, il devait être bien loin d'imaginer l'ampleur des développements que prendrait un jour l'étude des Foraminifères dans la recherche pétrolière, et plus tard dans les études paléocéanographiques et

paléoclimatiques [2]. Pouvaient-ils seulement imaginer qu'ils contribueraient un jour à construire le tunnel sous la Manche [17], en guidant le tunnelier dans sa progression au sein de la craie bleue du Cénomanien, la plus adaptée pour recevoir cet édifice ? Dans le registre des clins d'œil de l'histoire, on peut rappeler que le premier projet fut présenté en 1802, l'année de la naissance de d'Orbigny, et que le tunnel fut finalement creusé dans les dépôts du Cénomanien, étage qu'il avait créé en 1847. Il est également savoureux de constater que le patronyme de ce défenseur de la théorie des catastrophes, à l'esprit empreint d'universalité, est désormais associé à celui d'une météorite qui prit pour

cible un village d'Argentine, nommé d'Orbigny en souvenir du célèbre naturaliste [14].

Nul n'est prophète en son pays. En son temps, d'Orbigny a plus été jugé à l'aune de ce qu'il n'avait pas réalisé que sur ce qu'il avait réellement apporté à la science. La reconsidération de ses travaux dans le contexte scientifique de l'époque, où tout était à faire et pour lequel il fit beaucoup, et leur mise en perspective à la lumière de 150 années d'avancées scientifiques montrent que bien des domaines des sciences de la Vie, de la Terre, de l'Homme et de la Société lui sont redevables et qu'il est toujours présent dans la science d'aujourd'hui.

Remerciements. Il m'est agréable de remercier toutes les personnes avec qui j'ai partagé « l'aventure » du bicentenaire de la naissance d'A. d'Orbigny dans ses différentes composantes. Je remercie plus particulièrement P. Taquet et J.-C. Fischer (MNHN), C. Moreau (université de la Rochelle) et M. Villeneau (président de l'association Alcide-d'Orbigny) pour leur soutien, H. Lavina, P. Loubry et D. Serrette pour la réalisation et/ou la numérisation des documents photographiques.

Références

- [1] S. Barta-Calmus, Liste des travaux de d'Orbigny, C. R. Palevol 1 (2002) 663–680.
- [2] W.H. Berger, Cesare Emiliani, pioneer of isotope stratigraphy, C. R. Palevol 1 (2002) 479–487.
- [3] C. Boone, Alcide d'Orbigny ou l'immortalité refusée, in : P. de Laborde Pédelahore (Ed.), Alcide d'Orbigny. À la découverte des nouvelles républiques sud-américaines, Ed. Atlantica, Biarritz, 2000, pp. 387–400.
- [4] E. Brygoo, La zoologie du voyage d'Alcide d'Orbigny, 118^e Congrès nat. soc. hist. scient. Pau, Naturalistes, 1993, pp. 261–275.
- [5] C. Darwin, On the origin of species by means of natural selection, or the preservation of the favoured races in the struggle for life, J. Murray, London, 1859.
- [6] D. Dory, Alcide d'Orbigny et la Bolivie (1825–1857), C. R. Palevol 1 (2002) 491–498.
- [7] F. Dujardin, Recherches sur les organismes inférieurs, Ann. Sci. Nat. Zool. Biol. Anim. 2 (4) (1835) 343–376.
- [8] J.-C. Fischer, Conception et suites de la *Paléontologie française* d'Alcide d'Orbigny, C. R. Palevol 1 (2002) 599–613.
- [9] J.-C. Fischer, A. Lauriat-Rage, Les voyages biostratigraphiques d'Alcide d'Orbigny en France et dans les régions limitrophes, C. R. Palevol 1 (2002) 549–554.
- [10] J.-C. Fischer, M.-T. Vénec-Peyré, Le « créationnisme » d'Alcide d'Orbigny et les fondements de la théorie biostratigraphique, C. R. Palevol 1 (2002) 359–364.
- [11] A. Gioda, J.-C. Roux, Alcide d'Orbigny, voyageur philosophe en Amérique, Pour la Science 296 (2002) 68–74.
- [12] E. Heron-Allen, Presidential address, 1916–1917: Alcide d'Orbigny, his life and his work, J. R. Microsc. Soc. 47 (1917) 1–103.
- [13] P. Heurtel, Faire voir et faire savoir, in : P. Taquet (Ed.), Dessins et manuscrits du voyage d'Alcide d'Orbigny en Amérique du Sud, Un voyageur naturaliste, Alcide d'Orbigny, Du Nouveau Monde au Passé du Monde, Nathan/VUEF et Muséum national d'histoire naturelle, Paris, 2002, pp. 121–123.
- [14] E. Jagoutz, R. Jotter, M.E. Varela, R. Zartman, G. Kurat, G.W. Lufmair, Pb–U–Th isotopic evolution of the d'Orbigny Angrite, Lunar Planet. Sci. 23 (2002) 1043.
- [15] G. Laurent, Paléontologie et évolution en France de 1800 à 1860, Une histoire des idées de Cuvier à Lamarck et Darwin, CTHS, Paris, 1987.
- [16] A. Lauriat-Rage, La collection d'invertébrés fossiles d'Alcide d'Orbigny et la salle d'Orbigny, C. R. Palevol 1 (2002) 615–627.
- [17] P. Margron, Tunnel sous la Manche, Géochronique 27 (1988) 13–17.
- [18] A. d'Orbigny, Tableau méthodique de la classe des Céphalopodes, Ann. Sci. Nat. 7 (1826) 245–314.
- [19] A. d'Orbigny, Voyage dans l'Amérique méridionale (le Brésil, la république orientale de l'Uruguay, la république Argentine, la Patagonie, la république du Chili, la république de Bolivie, la république du Pérou), exécuté pendant les années 1826, 1827, 1828, 1829, 1830, 1831, 1832 et 1833, Pitois–Levrault, Paris, 1835–1847 (9 tomes en 11 volumes).
- [20] A. d'Orbigny, Foraminifères, in : R. de la Sagra (Ed.), Histoire physique, politique et naturelle de l'île de Cuba, Arthus Bertrand, Paris, 1839.
- [21] A. d'Orbigny, Paléontologie française, Arthus Bertrand, Paris, 1840–1842.
- [22] A. d'Orbigny, Cours élémentaire de paléontologie et de géologie stratigraphiques, Masson, Paris, 1849–1852.
- [23] A. d'Orbigny, Prodrome de paléontologie stratigraphique universelle des animaux mollusques et rayonnés, Masson, Paris, 1850–1852.
- [24] C. Prévost, Sur la chronologie des terrains et le synchronisme des formations, Bull. Soc. géol. France, Ser. 2ii (1845) 366–374.
- [25] M. Rioult, Alcide d'Orbigny et les étages du Jurassique (colloque du Jurassique, Luxembourg, 1967), Mém. BRGM 75 (1971) 17–33.
- [26] P. Rivet, D'Orbigny, ethnologue, Commémoration du voyage d'Alcide d'Orbigny en Amérique du Sud, 1826–1833, Publ. Mus. natl Hist. nat. 3 (1933) 15–26.
- [27] P. Riviale, L'œuvre archéologique d'Alcide d'Orbigny, in : P. de Laborde Pédelahore (Ed.), Alcide d'Orbigny. À la découverte des nouvelles républiques sud-américaines, Ed. Atlantica, Biarritz, France, 2000, pp. 363–386.
- [28] P. Riviale, Alcide d'Orbigny, « l'homme péruvien » et les débuts de l'anthropologie. À la redécouverte des Amériques, les voyageurs européens au siècle des indépendances, Presses Universitaires du Mirail, Toulouse, 2002, pp. 37–52.
- [29] K.H. Schwerin, The American collectionism of Alcide d'Orbigny, Museol. Sci. 6 (1990) 205–215.
- [30] P. Taquet, Préface, in : P. Taquet (Ed.), Un voyageur naturaliste, Alcide d'Orbigny, Du Nouveau Monde au passé du Monde, Nathan/VUEF et Muséum national d'histoire naturelle, Paris, 2002, pp. 8–13.
- [31] H. Tintant, Alcide d'Orbigny (1802–1857) ou la progression des faunes, Mémoires de la Section des Sciences, Comité des Travaux historiques et scientifiques, Paris 13, 1997, pp. 163–174.
- [32] P. Vayssières, D'Orbigny et la redécouverte des Amériques, À la redécouverte des Amériques, les voyageurs européens au siècle des indépendances, Presses Universitaires du Mirail, Toulouse, 2002, pp. 253–258.
- [33] M.-T. Vénec-Peyré, Les travaux micropaléontologiques d'Alcide d'Orbigny, C. R. Palevol 1 (2002) 449–459.