

Le patrimoine paléontologique

Des trésors du fond des temps



Liberté • Égalité • Fraternité

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

AMBASSADE DE FRANCE EN ROUMANIE
Service de Coopération et d'Action Culturelle



Le patrimoine paléontologique

Des trésors du fond des temps

Coordinateurs

Jean-Paul Saint Martin

Simona Saint Martin

Gheorghe Oaie

Antoneta Seghedi

Dan Grigorescu



INSTITUT NATIONAL DE GÉOLOGIE ET GÉOÉCOLOGIE MARINE (GeoEcoMar) - ROUMANIE

23-25 Rue Dimitrie Onciul 024053 Bucarest,

Tel./Fax: +40-021-252 25 94

contact: cristina.poenaru@geoecomar.ro

Projet cofinancé par l'Ambassade de France en Roumanie

Publication assistée par ordinateur:

Carmen BIRIȘ

ISBN 978-973-0-09533-3

© 2010 GeoEcoMar

Tous droits réservés

www.smartprint.ro

TABLE DES MATIÈRES

<i>Michel FARINE</i> Préface	5
<i>Jean-Paul SAINT MARTIN, Simona SAINT MARTIN, Antoneta SEGHEDI, Gheorghe OAIE, Dan GRIGORESCU</i> Avant-propos. Le patrimoine paléontologique. Des trésors du fond des temps	7
<i>Theodor NEAGU</i> La paléontologie aux sources de la connaissance dans les Sciences de la Terre	21
<i>Bruno CAZE, Jean-Paul SAINT MARTIN, Didier MERLE, Simona SAINT MARTIN</i> Intérêt des motifs colorés résiduels des coquilles de mollusques pour la valorisation des sites paléontologiques et des collections : l'exemple du Badénien de Roumanie	27
<i>Gheorghe OAIE</i> Le patrimoine paléochronologique de la vie primitive en Dobrogea (Roumanie)	39
<i>Stănilă IAMANDEI, Puica Eugenia IAMANDEI</i> Trésors du fond des bois d'autrefois (Bois pétrifiés du Musée National de Géologie de Bucarest)	47
<i>Dan GRIGORESCU</i> La naissance des collections de Paléontologie à l'Université de Bucarest	59
<i>Marie-Thérèse VÉNEC-PEYRÉ, Annachiara BARTOLINI</i> Histoire de la Collection de Micropaléontologie du Muséum National d'Histoire Naturelle	73
<i>Sylvain CHARBONNIER</i> Les gisements à conservation exceptionnelle dans les collections : l'exemple de La Voulte et de Montceau-les-Mines (France)	95
<i>Jean-Michel PACAUD</i> La typhothèque dans les collections d'invertébrés fossiles du Muséum National d'Histoire Naturelle de Paris	113
<i>Florent GOUSSARD, Didier GEFFARD-KURIYAMA, Gaël CLEMENT</i> Investigations non destructives et conservation préventive : techniques et apports de l'imagerie 3D en sciences naturelles	125
<i>Didier MERLE, Patrick DE WEVER</i> Stratotype Lutétien: un livre pour faire connaître le patrimoine géologique.....	139

Table des matières

<i>Antoneta SEGHEDI, Mădălina NAILIA</i> Pour un musée vivant, le Musée National de Géologie de l'Institut Géologique de Roumanie.....	153
<i>Brigitte SENUT</i> L'éducation par les musées : vers le développement durable ?	173
<i>Jean-Paul SAINT MARTIN, Simona SAINT MARTIN, Antoneta SEGHEDI, Madalina NAILIA</i> Le rôle des associations de médiation scientifique et de valorisation du patrimoine géologique et paléontologique, intérêt et limites	197
<i>Simona SAINT MARTIN, Jean-Paul SAINT MARTIN, Vincent GIRARD, Didier NÉRAUDEAU</i> L'ambre, la résine d'arbre qui cache la forêt ?.....	209
<i>Martin PICKFORD</i> Marketing Palaeoanthropology: The Rise of Yellow Science.....	215
<i>Alexandru ANDRĂȘANU</i> Paléontologie, vulgarisation et géoparcs	271
<i>Dan GRIGORESCU</i> Les prémisses géologiques et paléontologiques de la théorie darwiniste.....	285

PRÉFACE

La coopération franco-roumaine dans le domaine de la connaissance de l'histoire de la Terre plonge ses racines dans une étroite communauté d'esprit et de sensibilité qui s'est exprimée dès le 19^{ème} siècle. Au cours du 20^{ème} siècle, les liens étroits entre géologues et paléontologues des deux pays se sont maintenus, notamment par la formation de scientifiques roumains dans des universités françaises et par l'usage de la langue française dans les publications en Roumanie. Les ateliers scientifiques franco-roumains consacrés au patrimoine paléontologique, soutenus par l'Ambassade de France en Roumanie, ont pu ainsi perpétuer ces rapprochements naturels. De 2007 à 2009, les partenaires de diverses institutions roumaines et françaises se sont réunis pour discuter sur le thème de la valorisation du patrimoine paléontologique à travers les problèmes de préservation de sites, de conservation des collections et de diffusion des connaissances. Ce présent volume constitue donc le témoignage de fructueuses discussions et échanges d'expériences, en prise directe avec les préoccupations du monde culturel et plus généralement de la société. Une des conséquences est qu'il apparaît aujourd'hui plus que nécessaire d'affirmer que l'histoire de la vie sur Terre, qui nourrit implicitement l'idée d'évolution, peut se lire sans ambiguïté dans les témoignages qui nous sont laissés dans les sédiments anciens. Il appartient alors de bien prendre conscience de l'importance des fossiles dont la connaissance n'appartient pas seulement aux sphères scientifiques compétentes, mais également à tout citoyen à qui ce patrimoine apporte un message à intégrer dans notre culture commune.

Michel FARINE

Attaché Scientifique auprès de l'Ambassade de France en Roumanie

AVANT-PROPOS

LE PATRIMOINE PALÉONTOLOGIQUE. DES TRÉSORS DU FOND DES TEMPS

Jean-Paul SAINT MARTIN¹, Simona SAINT MARTIN¹, Antoneta SEGHEDI²,
Gheorghe OAIE², Dan GRIGORESCU³

*¹ Muséum National d'Histoire Naturelle, Département Histoire de la Terre,
Centre de Recherches sur la Paléobiodiversité et les Paléoenvironnements (CR2P)
UMR 7207 du CNRS, 8, rue Buffon, CP 38. jpsmart@mnhn.fr*

*² GeoEcoMar, Institut National de Géologie et Géoécologie Marine, 23-25 rue Dimitrie Onciul,
Bucarest, Roumanie*

*³ Université de Bucarest, Faculté de Géologie et Géophysique, Laboratoire de Géologie et Paléontologie,
Bd. Nicolae Bălcescu 1, Bucarest, Roumanie.*

1. LA BIODIVERSITÉ, UN ENJEU SCIENTIFIQUE ET SOCIÉTAL

La biodiversité occupe une place de plus en plus importante dans les préoccupations des scientifiques, de l'opinion publique et du monde politique. Protéger la biodiversité est devenu un impératif dont la prise de conscience est relativement récente. Chacun d'entre nous est concerné car la diversité biologique constitue une condition essentielle de l'environnement humain. Un des objectifs premiers des scientifiques est de comprendre la complexité des processus qui déterminent l'actuelle biodiversité sur Terre. Dans cette optique, les scientifiques attirent l'attention sur le fait que le monde actuel se lit pour une très grande part à la lumière de son passé. Les formes de vie qui existent aujourd'hui sur la planète sont celles d'un instant; leur évolution, leur disparition, ne sont intelligibles que si on les replace dans leur très longue histoire. Pour retracer l'histoire de la biodiversité et pour l'analyser il faut faire appel aux fossiles qui sont ainsi les clés de la compréhension de l'évolution de la biodiversité (Neagu, 2010).

2. LA COOPÉRATION FRANCO-ROUMAINE

Dans le droit fil des liens tissés anciennement entre les scientifiques roumains et français, et dans le cadre des liens institutionnels et scientifiques réunissant depuis plusieurs années divers partenaires roumains et français, des actions communes visant à valoriser le patrimoine de la mémoire de la Terre en général et de Roumanie en particulier ont été entreprises. Cette coopération a été structurée en plusieurs

étapes. La première phase a permis la constitution d'un réseau de compétences et l'organisation à Bucarest en 2007 d'un «Atelier Scientifique franco-roumain» (Fig. 1) pour la valorisation des sites roumains remarquables et de réunions *in situ* (Roşcani, judeţul Hunedoara) avec des partenaires locaux. Ces actions ont réuni des collègues de l'Institut Géologique de Roumanie, du Musée National de Géologie, de l'Université de Bucarest, de l'Université de Cluj et du Muséum National d'Histoire Naturelle de Paris. La deuxième phase comprenait des manifestations culturelles et scientifiques dédiées aux grandes collections paléontologiques roumaines. L'objectif était de mieux faire connaître au public et aux autorités, mais aussi de faire vivre, ces inestimables trésors du patrimoine roumain. Plusieurs expositions et réunions ont concrétisé cette phase au cours de l'année 2008, avec comme point d'orgue une grande manifestation à Bucarest réunissant plusieurs institutions et s'intégrant dans le cadre de l'Année Internationale de la Planète Terre décrétée par l'Unesco. A cette occasion un séminaire de réflexion sur les collections (Fig. 2) a été organisé et une exposition présentant les trésors paléontologiques de diverses institutions (Musée National de Géologie de l'Institut Géologique de Roumanie, Université de Bucarest et Muséum National d'Histoire Naturelle de Paris) a été proposée au public au sein du Musée National de Géologie de Bucarest (Fig. 3).



FIGURE 1. Atelier scientifique franco-roumain de 2007. **A.** Affiche. **B.** Quelques participants dans le hall du Musée National de Géologie. **C.** Présentation de S. Filipescu (Professeur de l'Université Babeş-Bolyai de Cluj).

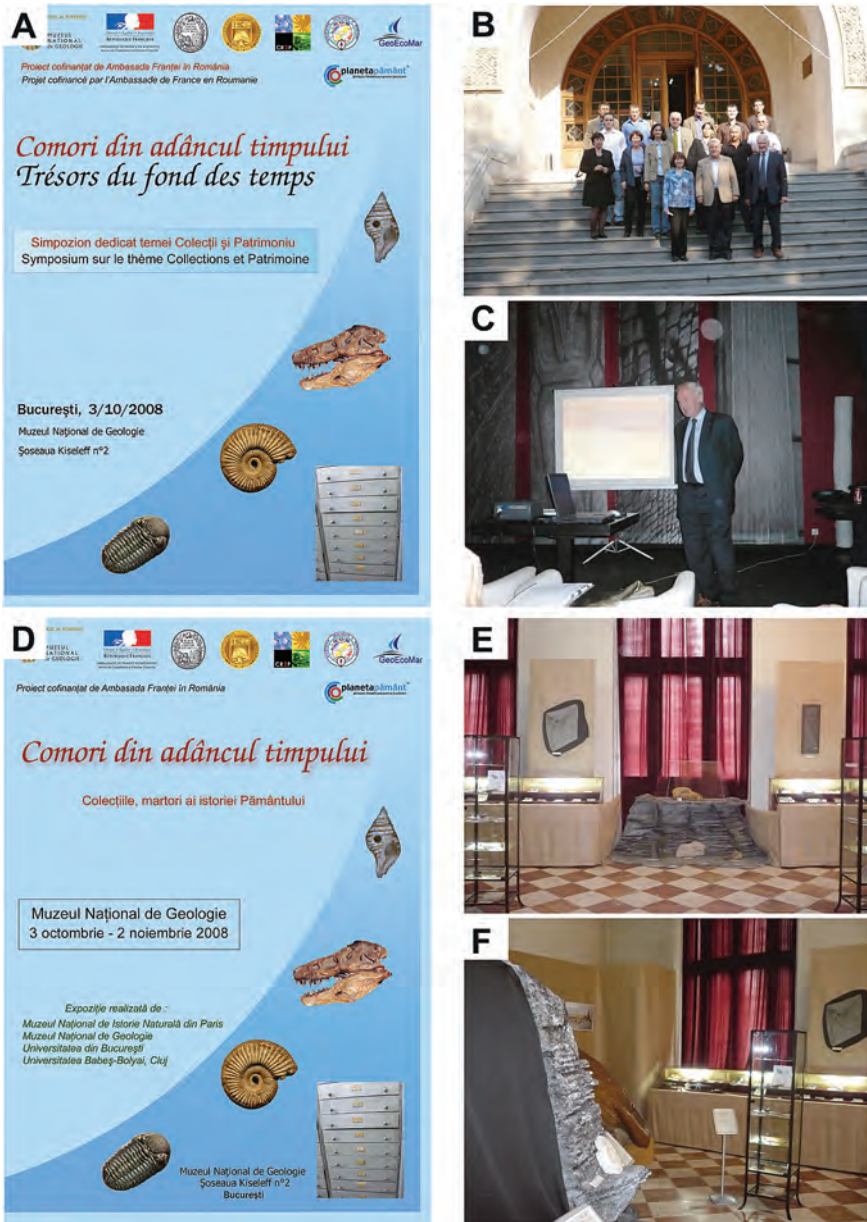


FIGURE 2. Atelier scientifique franco-roumain de 2008. **A.** Affiche de du séminaire. **B.** Participants sur le perron de Musée National de Géologie. **C.** Conférence publique du professeur P. Taquet (Muséum National d'Histoire Naturelle de Paris, Académie des Sciences de Paris). **D.** Affiche de l'exposition. **E.** Vue partielle de l'exposition. **F.** Vue du « couloir des couleurs » présentant, au sein de l'exposition, les motifs colorés des coquilles fossiles sous lumière ultra-violet.



FIGURE 3. Atelier scientifique franco-roumain de 2009. **A.** Affiche de l'atelier. **B.** Participants. **C.** Conférence publique de C. de Muizon (Muséum National d'Histoire Naturelle de Paris) sur l'évolution des Cétacés.

Enfin, la dernière phase, en 2009, s'inscrivait dans un contexte scientifique international particulier. En effet, la communauté scientifique célébrait le bicentenaire de la naissance de Charles Darwin et les 150 ans d'un événement majeur pour la connaissance universelle. En 1859, paraissait en effet *L'Origine des espèces*, livrant à la postérité deux idées révolutionnaires : 1) les espèces sont le fruit d'un long processus de transformation ; 2) les causes de la transformation des espèces se comprennent comme une lutte du vivant dans un environnement changeant ne laissant subsister que les espèces les mieux adaptées. Ces idées ont imprégné durablement toutes les conceptions et la compréhension de l'histoire de la vie sur Terre. Il s'agissait lors de ce troisième atelier scientifique franco-roumain, de réfléchir sur les moyens et les écueils de la transmission des connaissances en paléontologie (Fig. 4). Ce séminaire d'échange a été accueilli aimablement au sein du 7^{ème} Symposium Roumain de Paléontologie, organisé à l'Université Babeș-Bolyai de Cluj-Napoca, par la Chaire de Géologie et Paléontologie.

L'illustration de l'ensemble des interventions et débats, constitue l'objet de ce présent ouvrage qui rassemble un large éventail des sujets évoqués par les participants au cours des ateliers scientifiques franco-roumains successifs. Certains de ces articles apparaîtront éventuellement comme polémiques, n'engageant bien

entendu que la liberté des auteurs à s'exprimer, mais ils reflètent aussi sans doute un état d'esprit très actuel du monde de la paléontologie entre désenchantement, en lien avec la société mondialisée qui s'invite dans la sphère scientifique, et espoirs par l'apport de nouvelles approches et méthodes d'étude.

3. TRESORS DU FOND DES TEMPS : UNE CONNAISSANCE A PARTAGER

3.1. Gisements fossilifères, le patrimoine de la biodiversité du passé

Les gisements fossilifères représentent les témoins essentiels pour déchiffrer les variations de la biodiversité. Comme tous les éléments de notre environnement, ils sont cependant fragiles et cette mémoire du passé peut s'effacer complètement. Certains gisements ont ainsi disparu pour diverses raisons : érosion, urbanisation, désintérêt des instances publiques, pillage... Même si la législation de nombreux pays européens prend en compte cet aspect patrimonial national ou international, il est devenu impératif de reconsidérer les gisements fossilifères. Il ne s'agit plus seulement de constituer les listes de fossiles les plus complètes et de décrire les espèces, mais surtout de comprendre l'expression de la biodiversité ainsi conservée dans son environnement originel. De nouvelles investigations s'avèrent ainsi nécessaires, avec des stratégies de fouilles repensées.

La Roumanie, de par la complexité de son histoire géologique, le contexte particulier de la mise en place la chaîne carpatique, recèle des gisements fossilifères de première importance qui ont donné lieu à de nombreux travaux de grande qualité. Il en est ainsi des célèbres gisements miocènes de la région de Deva, auprès des villages de Lăpugiu de Sus et de Coștei. Connus et décrits depuis 1845, ces gisements ont été étudiés par de nombreux auteurs et ont fourni du matériel à plusieurs collections dont les principales se trouvent au Musée de Vienne et au Musée de Paléontologie-Stratigraphie de l'Université Babeș-Bolyai de Cluj en Roumanie. Certains auteurs évaluent actuellement à environ 1000 espèces le potentiel de biodiversité conservé dans ces sédiments : il s'agit là d'un des gisements les plus diversifiés au monde, constituant ce qu'il est maintenant convenu d'appeler un „hot spot” de la biodiversité. Quelques travaux scientifiques récents permettent actuellement de renouveler la connaissance sur l'environnement de cette biodiversité à caractère tropical. Une nouvelle façon de valoriser un patrimoine de ce type consiste à appliquer des méthodes novatrices d'investigation. La prise en compte récente des motifs colorés résiduels sur les coquilles de mollusques révélés par une exposition aux rayons UV permet de revisiter d'une manière inhabituelle une biodiversité ancienne déjà bien inventoriée (Caze *et al.*, 2010). A la fois soumis à des récoltes mercantiles, au recouvrement par la végétation ou aux activités agricoles et sylvestres, les affleurements frais connus par les anciens auteurs ne sont plus toujours disponibles. Parfois le hasard fait surgir de nouveaux gisements et ainsi,

très récemment, le talutage d'une route entre Roșcani et Panc a permis de dégager une succession de sédiments fossilifères intéressants. Cependant, la valorisation *in situ* de ce type de richesse paléontologique s'avère délicate, voire illusoire, malgré des bonnes volontés et initiatives locales auxquelles des partenaires des ateliers scientifiques franco-roumains ont participé (Fig. 4).



FIGURE 4. Réunions sur le patrimoine paléontologique de la région de Deva et le développement durable à Roșcani avec les partenaires locaux, en marge des ateliers scientifiques franco-roumains. **A.** Discussions en 2007. **B.** Un moment de convivialité franco-roumaine après des débats fructueux en 2007. **C.** Séance de présentations en 2008. **D.** Participants en 2008. **E.** Introduction des présentations en 2008 par M. Ovidiu Munteanu. **F.** Reportage d'une chaîne de télévision régionale. **G.** Visite d'un affleurement riche en coquilles du Miocène moyen (Badénien) des environs de Roșcani, récemment mis à jour.

Le patrimoine paléontologique ne se compose pas uniquement de restes d'êtres vivants fossilisés. Les traces d'activité biologiques anciennes relevées dans les sédiments représentent un autre aspect de la vie sur terre, concernant alors le comportement (déplacement, actions trophiques, pontes...) des organismes. C'est ainsi que l'on peut découvrir en Dobrogea les plus anciennes traces fossiles de Roumanie et il est bien évident qu'il s'agit là de trésors qu'il conviendrait de préserver soigneusement (Oaie, 2010).

L'intérêt suscité par certaines stars fossiles comme le sont les dinosaures est un moyen d'attirer l'attention des autorités et du public sur l'intérêt de préserver le patrimoine paléontologique *in situ*. Dans ce sens, la création du Géoparc de Hațeg répond au souci de valoriser une région à travers ses trésors enfouis dans les sédiments (Andrășanu, 2010).

3.2. Collections, un patrimoine scientifique et historique

A travers les collections de Paléontologie, les fossiles nous racontent la longue histoire d'une fantastique aventure, celle de l'évolution des espèces. Ces collections sont le témoignage d'une continuité dans l'activité scientifique et s'enrichissent encore aujourd'hui par l'enthousiasme et la passion des paléontologues qui écrivent de nouvelles pages de l'histoire de la connaissance. Les plus anciennes de ces collections de Bucarest sont encore préservées aujourd'hui au Musée National de Géologie et à l'Université de Bucarest (Laboratoire de Paléontologie), offrant aux scientifiques un précieux matériel d'étude (Fig. 5). Elles constituent ainsi un patrimoine universel que nous avons le devoir de protéger et de faire connaître.

L'Institut de Géologie de Roumanie détient un impressionnant patrimoine culturel scientifique représenté par les collections remarquables de minéralogie, pétrographie et paléontologie, reconnues sur le plan mondial et accessibles aux scientifiques. La Collection de Paléontologie contient 25.000 échantillons de paléozoologie et paléobotanique (Iamandei & Iamandei, 2010), dont 1730 sont exposés au sein du musée dans les salles consacrées à la systématique, la géologie historique et la géologie de la Roumanie.

A l'Université de Bucarest, le Laboratoire de Paléontologie conserve une impressionnante collection de fossiles qui a été réunie en ce lieu à partir de 1905, au moment de la création de la Chaire de Paléontologie (Grigorescu, 2010a). Au cours du temps, des paléontologues passionnés ont contribué à l'enrichissement de ce trésor qui comprend: la collection des Invertébrés avec plus de 30 000 échantillons, la collection des Vertébrés qui rassemble plusieurs centaines d'espèces fossiles en grande partie représentées par des poissons, des dinosaures et des mammifères, la collection de Micropaléontologie qui est illustrée surtout par des foraminifères et des ostracodes et, enfin, la collection de Paléobotanique.

COLECȚII DIN PATRIMONIUL PALEONTOLOGIC ROMÂNESC

O ISTORIE VECHĂ

Dialogul cultural tradițional între România și Franța se exprimă cu aceeași intensitate și în domeniul științelor naturate. Nume ilustre ale Geologiei și Paleontologiei din România care, în secolul XIX au pus bazele acestor științe în țara noastră, s-au format mai ales la Universitatea din Paris (Sorbona). De-a lungul secolelor, alături de emulația crescândă a teoriilor științifice mai ales privind ideea de evoluție a speciilor, rolul colecțiilor de paleontologie devine din ce în ce mai important, fosilele fiind elementele indispensabile pentru reconstituirea evoluției vieții pe Pământ.

Cele mai vechi colecții de Paleontologie din București sunt păstrate și astăzi la Muzeul Național de Geologie și Universitatea din București (Laboratorul de Paleontologie) oferind cercetătorilor științifici un material prețios.



Universitatea din București



Paris: Universitatea Sorbona

CÂTEVA NUME ILUSTRE

După date sintetizate de Academicianul Profesor Theodor Neagu și Profesor Dan Grigorescu de la Universitatea din București



Începuturile Geologiei și Paleontologiei sunt strâns legate de numele lui **Gregoriu Ștefănescu** (1838-1911), un savant complex, recunoscut la timpul său pe plan mondial. Licențiat în Științe Naturale ale Universității Sorbona din Paris devine primul profesor al catedrei de Geologie-Minerologie-Paleontologie la Universitatea din București. A organizat și condus Biroul Geologic, înființat în 1882 la inițiativa sa. Are marele merit de a fi realizat pe baza datelor proprii și ale colaboratorilor săi din cadrul Biroului Geologic, prima hartă geologică a României, publicată în 1890. În domeniul Paleontologiei, descrie o nouă specie de echinoid (*Conoclypeus giganteus*) și de asemenea specii noi de mamifere fosile terțiare: *Deinotherium gigantissimus* și *Camellius alutensis* (Câmila de pe Olt). Este unul din membrii fondatori ai Academiei Române.



După obținerea doctoratului în geologie și paleontologie la Universitatea din Paris (1897), **Sabba Ștefănescu** (1857-1931) devine membru corespondent al Academiei Române (1893). În 1905 este numit titular al noii catedre de Paleontologie a Universității din București și deschide primul curs de Paleontologie din sistemul universitar românesc. Pe baza colecțiilor proprii și a donațiilor, a constituit în cadrul Laboratorului de Paleontologie, o colecție excepțională de fosile (de la plante la primată) și o bibliotecă de profil. Realizează prima monografie a depozitelor terțiare românești pe care o publică în periodicele Societății Geologice a Franței, contribuind astfel la introducerea în circuitul european a faunelor fosile din România.



Doctorând al universității din Viena, **Ion Simionescu** (1873-1944) se specializează la Grenoble (Franta) în studiul amonitilor mezozoice. Din 1929 este profesor la catedra de Paleontologie a Universității din București. S-a preocupat intens de îmbogățirea colecțiilor laboratorului, în special cu material din țară. Este considerat primul mare paleontolog român modern, introducând cerințele internaționale moderne privind descrierea și conservarea materialului paleontologic în colecții. A realizat o importantă monografie asupra faunelor de moluște din România. Este recunoscut pentru capacitatea sa de a fi abordat toate grupele de organisme fosile (nevertebrate și vertebrate). Cu deosebit talent s-a dăruit culturalizării maselor prin broșurile din colecția "Cunoștințe folositoare".

COLECȚIILE DE PALEONTOLOGIE



Muzeul Național de Geologie al Institutului Geologic al României deține un impresionant patrimoniu cultural-științific reprezentat prin remarcabile colecții mineralogice, petrografice și paleontologice, recunoscute pe plan internațional, accesibile specialiștilor interesați.

Colecția de Paleontologie cuprinde peste 25.000 eşantioane de paleozoologie și paleobotanică, din care 1730 sunt expuse în muzeu atât în sălile de sistematică, cât și în cele de Geologie Istorică, Geologie Stratigrafică și Geologia României.



La **Universitatea din București**, Laboratorul de Paleontologie găzduiește o impresionantă colecție de fosile ce a fost reunită în acest spațiu, începând din 1905, odată cu înființarea Catedrei de Paleontologie. De-a lungul timpului, paleontologi pasionați au contribuit la îmbogățirea acestui tezaur ce cuprinde: colecția de nevertebrate cu peste 30.000 eşantioane, colecția de vertebrate ce conține peste câteva sute de specii fosile, majoritatea aparținând peștilor, dinozaurilor și mamiferelor, colecția de Micropaleontologie ce se ilustrează în special prin foraminifere și ostracode și colecția de Paleobotanică.



Prin colecțiile de Paleontologie, fosilele ne povestesc istoria îndelungată a fantasticei aventuri care este evoluția speciilor. Aceste colecții sunt mărturia unei continuități în activitatea științifică și inima lor bate încă prin entuziasmul și pasiunea paleontologilor de astăzi care scriu noi pagini din istoria cunoașterii. Ele constituie astfel un patrimoniu universal pe care avem datoria de a-l păstra și de a-l expune.







Conceptie și realizare : Simona Saint Martin și Jean-Paul Saint Martin

FIGURE 5. Poster sur les collections patrimoniales de paléontologie de Roumanie de l'Université de Bucarest et de l'Institut National de Géologie réalisé à l'occasion de l'Atelier scientifique franco-roumain de 2008 (réalisation Simona Saint Martin et Jean-Paul Saint Martin).

Les collections de paléontologie du Muséum National d'Histoire naturelle de Paris (Fig. 6) rassemblent plus de 2,7 millions de spécimens. Elles se composent des collections de Vertébrés (300.000 spécimens de mammifères, reptiles, oiseaux et poissons), d'Invertébrés (2,5 millions de spécimens), de Paléobotanique (plus de 200.000 exemplaires de plantes fossiles) et de Micropaléontologie (50.000 préparations pour 7000 spécimens de référence). Les collections ont toutes une histoire, parfois touchant à des aspects historiques intéressants. C'est le cas de la collection de micropaléontologie dont des personnages célèbres comme Alcide d'Orbigny en sont à l'origine (Véneç-Peyré & Bartolini, 2010). Parmi ces collections, on peut relever des spécimens particulièrement précieux issus de célèbres gisements à conservation exceptionnelle nommés Laggstätten (Charbonnier, 2010). De nouvelles méthodes d'investigation non destructrices avivent encore l'intérêt des collections (Goussard *et al.*, 2010) en permettant notamment des reconstitutions en 3D des exemplaires, accessibles sur ordinateur.

La connaissance sur les collections de paléontologie passe par la mise en commun des informations tirées du travail de terrain et sur l'élaboration de bases de données nécessaires à l'évaluation de la biodiversité (Pacaud, 2010). La valorisation de ce patrimoine paléontologique d'importance capitale, alors que de nombreux gisements ont d'ores et déjà disparu (urbanisation, pillage...), passe nécessairement par la consolidation d'un réseau de collaborations visant à une exploitation raisonnée des informations, une uniformisation des procédures de systématique, une mise à disposition pour la communauté internationale à travers tous les moyens de communications possibles, notamment le réseau internet.

3.3. Médiatisation et vulgarisation, nécessité et limites

Il y a déjà près de vingt ans le magazine scientifique français *La Recherche* s'interrogeait sur l'avenir de la paléontologie. La place de plus en plus faible accordée à cette discipline dans l'enseignement et la réduction des effectifs de paléontologues en poste amenaient effectivement à poser alors la question « Les paléontologues seront-ils sauvés par les médias ? ». Qu'en est-il aujourd'hui ?

L'omniprésence des aspects touchant aux dinosaures et aux ancêtres de l'Homme dans les médias ne peut masquer le constat d'un affaiblissement de la paléontologie en tant que discipline. De même, les grandes interrogations, les échanges d'idées et la médiatisation de l'évolution ont été un peu confisqués aux paléontologues au profit des philosophes des sciences, des généticiens, des moléculaires, des sociologues... Mais parallèlement, jamais peut-être l'idée d'évolution n'a jamais été autant contestée, ce que savent déjà bien les enseignants exerçant dans les établissements d'enseignement secondaire. Il apparaît d'autant plus déterminant que les paléontologues apportent à la connaissance générale ce qui constitue leur quotidien : le rapport avec les fossiles et la succession des formes de

LA PALÉONTOLOGIE AU MUSÉUM NATIONAL D'HISTOIRE NATURELLE

UNE HISTOIRE ANCIENNE

Du jardin médicinal au XVII^{ème} siècle à l'actuel grand établissement de recherche et d'enseignement, ce sont près de quatre siècles modelés par des hommes éclairés et des textes fondateurs qui ont donné au Muséum national d'Histoire naturelle sa complexité et sa profonde originalité.

Au départ, en 1635, il s'agit du Jardin royal des plantes médicinales. En s'appuyant sur les collections de plantes cultivées dans ce jardin, le roi Louis XIII a souhaité créer un grand établissement d'enseignement supérieur et de recherche. L'anatomie, la chimie et surtout la botanique sont parmi les premières disciplines enseignées en français et non en latin comme c'était l'usage de l'époque.

En 1793, sous La Convention, le Jardin du Roi devient le Muséum d'histoire naturelle. L'idée forte de la muséologie de l'époque est de permettre au public de voir les collections animales et végétales organisées de manière systématique et celles des animaux vivants évoquant leur milieu d'origine. La ménagerie s'ouvre en 1793, puis on construit la galerie de Minéralogie et de Botanique, ainsi que les deux serres parmi les plus anciennes au monde. En 1889 est inaugurée la Galerie de Zoologie et en 1898 s'ouvrent les portes de la galerie de Paléontologie, d'Anatomie comparée et d'Anthropologie.






DES GRANDS NOMS

Au XVIII^{ème} siècle, le siècle des Lumières, c'est la figure de **Georges Louis Leclerc, comte de Buffon** (1707-1788), qui va éclairer l'histoire du Muséum. Sous son impulsion, les collections s'enrichissent et se structurent.




Les travaux de **Georges Cuvier** (1769-1832) fondent la paléontologie et l'anatomie comparée et, bien que lui-même fasse encore preuve d'une vision fixiste, ouvrent la voie à la compréhension de l'évolution des espèces.




Jean-Baptiste Pierre Antoine de Monet, chevalier de Lamarck (1744-1829) participe, en 1793, à la transformation du Jardin du Roi en Muséum national d'Histoire naturelle. Il y enseigne la zoologie des invertébrés et établit une classification raisonnée des invertébrés. Il est un des fondateurs de la paléontologie des invertébrés. Il est aussi célèbre pour sa théorie du Transformisme.



Alcide D'Orbigny (1802-1857) occupe en 1853 la première chaire de Paléontologie créée à son intention. Célèbre par ses voyages naturalistes, il décrit des milliers d'espèces fossiles et contribue largement à l'émergence de la paléontologie stratigraphique. Il est aussi un des pionniers de la micropaléontologie grâce à ses études originales sur les foraminifères.




LES COLLECTIONS DE PALÉONTOLOGIE

Les collections de paléontologie sont parmi les plus importantes d'Europe sur le plan numérique et les plus prestigieuses du monde sur le plan historique. Elles rassemblent plus de 2.7 millions de spécimens provenant du monde entier avec :

- la collection de **Vertébrés** : 300 000 spécimens de poissons, reptiles, oiseaux et mammifères) ;
- la collection des **Invertébrés** (environ 2,5 millions de spécimens), particulièrement riche en mollusques tertiaires de France (Bassin de Paris) et d'Europe ;
- la collection de **Paléobotanique** qui comprend plus de 200 000 exemplaires de plantes fossiles ;
- la collection de **Micropaléontologie** qui compte plus de 50 000 préparations microscopiques répertoriées contenant environ 7000 spécimens de référence (types et figurés).

Une partie des collections est présentée au public en exposition permanente dans la galerie de Paléontologie et la galerie de Paléobotanique, l'autre étant réservée à l'usage des scientifiques.





Les fossiles conservés au Muséum national d'Histoire naturelle de Paris apportent ainsi un fabuleux témoignage de la vie passée, végétale et animale. Les collections sont disponibles pour la recherche fondamentale en taxinomie, anatomie comparée, systématique et en phylogénie, mais aussi pour la recherche appliquée (cartographie géologique, datation, référentiels stratigraphiques, industrie pétrolière, etc.).

Conception et réalisation de Jean-Paul Saint Martin et Simona Saint Martin

FIGURE 6. Poster sur les collections patrimoniales de paléontologie du Muséum National d'Histoire Naturelle de Paris réalisé à l'occasion de l'Atelier scientifique franco-roumain de 2008 (réalisation Simona Saint Martin et Jean-Paul Saint Martin).

vie à travers les temps géologiques. Chaque fait paléontologique exposé, même insignifiant en apparence, représente en quelque sorte un élément indiscutable dans le débat évolutionniste.

Quels sont les moyens réels d'une médiatisation apparemment sinon nécessaire du moins fortement souhaitable et surtout quelle en sera l'impact réel durable ? Au travers de cet ouvrage nous évoquons ainsi les divers aspects de la médiatisation, et son corollaire la vulgarisation, vécues de diverses manières par les chercheurs. Promouvoir un patrimoine paléontologique peut se réaliser par le moyen d'un livre qui lui est directement consacré et de sa diffusion (Merle & Wever, 2010). Le rôle des musées dans l'animation et la médiation apparaît bien naturel et essentiel (Seghedi & Naila, 2010). L'effacement de la paléontologie en tant que discipline universitaire n'empêche pas les actions multiformes d'éducation à la géologie et à la paléontologie (Senut, 2010 ; Saint Martin J.P. *et al.*, 2010). Certaines expériences concrétisent la nécessité actuelle, qui n'exclut pas un certain plaisir personnel, de la promotion d'articles scientifiques (Saint Martin S. *et al.*, 2010). Mais, parallèlement, on ne peut passer sous silence les problèmes épineux et polémiques liés à la surmédiatisation (Pickford, 2010) des travaux de recherche. Il apparaît de plus en plus évident, mais pas nécessairement aisé, de développer certaines formes de tourisme paléontologique (Andrășanu, 2010). Enfin, dans une atmosphère ambiante assez trouble de remise en question, non seulement des idées mais aussi des faits concernant l'évolution, il n'est pas inutile de rappeler ici quels furent les principes géologiques et paléontologiques des travaux de Darwin (Grigorescu, 2010b).

REMERCIEMENTS

Cet ouvrage n'aurait pu voir le jour sans l'aide soutenue de l'Ambassade de France à Bucarest, à travers « Le Service de coopération et d'action culturelle », représenté par l'indispensable M. Michel Farine, Attaché de coopération universitaire et scientifique et par MM. M. Lebreton et Denis Soriot, Conseillers de coopération et d'action culturelle/Directeurs de l'Institut français de Bucarest. Nous y avons trouvé, durant ces dernières années, une écoute particulière et un souci de rendre la coopération franco-roumaine effective et agréable et les ateliers scientifiques franco-roumains ont pu ainsi bénéficier d'un soutien financier très appréciable pour l'organisation des diverses manifestations et pour la publication de ce volume.

Nous remercions vivement l'Institut National de Recherche-Développement dans le domaine de la Géologie et Géoécologie Marine - GeoEcoMar pour le soutien financier à la publication de ce livre.

D'autres institutions doivent aussi être sincèrement remerciées ici pour leur contribution financière : le Muséum National d'Histoire Naturelle de Paris, le CNRS

et le Ministère de l'Enseignement Supérieur pour la partie française, l'Institut Géologique de Roumanie pour la partie roumaine.

Le Musée National de Géologie de l'Institut Géologique de Roumanie nous a mis à disposition l'espace et le personnel nécessaires à la réalisation des séminaires de réflexions et de débats et à la présentation de l'exposition sur les collections. Nous remercions ici avec plaisir toutes les personnes et, notamment, les collègues qui ont permis la réalisation des ateliers et la mise en place de l'exposition en 2008.

Monsieur le Recteur de l'Université de Bucarest Ioan Pânzaru a eu l'extrême gentillesse de nous honorer de sa présence et de prononcer un discours d'ouverture au deuxième atelier et nous lui en sommes très reconnaissants. Nous remercions très chaleureusement Iulia Lazăr de l'Université de Bucarest (Chaire de Géologie et Paléontologie,) qui a mis à disposition des exemplaires paléontologiques issus des collections de l'université pour la réalisation de l'exposition mise en place au Musée National de Géologie à Bucarest (2008).

Nos remerciements très amicaux vont également vers Ioan Bucur, professeur à la Chaire de Géologie et Paléontologie de l'Université Babeş-Bolyai de Cluj qui a accueilli aimablement le troisième atelier franco-roumain au sein du 7^{ème} Symposium Roumain de Paléontologie.

Les ateliers scientifiques franco-roumains ont bénéficié du soutien permanent et très chaleureux du Département Histoire de la Terre du Muséum National d'Histoire Naturelle de Paris, à travers son directeur Christian de Muizon, ainsi que de l'Unité Associée au CNRS UMR 5143 (directeur : Sevket Sen) devenue UMR 7207 (directeur : Philippe Janvier).

Ce livre n'est pas exhaustif et d'autres participants ont contribué au fil du temps à enrichir les discussions des ateliers scientifiques franco-roumains. Nous tenons ainsi à remercier tous ceux qui ont eu la gentillesse de répondre à nos sollicitations : M. Guiraud (Muséum National d'Histoire Naturelle, Directeur du Service des collections), Mihai Popa (Université de Bucarest), Dan Grigore (Institut Géologique de Roumanie) et Sorin Filipescu (Université de Cluj) pour leurs présentations. Nous sommes aussi très redevables à Philippe Taquet, Patrick de Wever, Christian de Muizon du Muséum National d'Histoire Naturelle pour leurs conférences qui ont largement participé à l'animation des ateliers.

RÉFÉRENCES

- ANDRĂŞANU, A., 2010, Paléontologie, vulgarisation et géoparc. Le patrimoine paléontologique. Des trésors du fond des temps, 271-284.
- CAZE, B., SAINT MARTIN, J.P., MERLE D., SAINT MARTIN, S., 2010, Intérêt des motifs colorés résiduels des coquilles de mollusques pour la valorisation des sites paléontologiques et des

- collections : l'exemple du Badénien de Roumanie. Le patrimoine paléontologique. Des trésors du fond des temps, 27-38.
- CHARBONNIER, S., 2010, Les gisements à conservation exceptionnelle dans les collections : l'exemple de La Voulte et de Montceau-les-Mines. Le patrimoine paléontologique. Des trésors du fond des temps, 95-112.
- GOUSSARD, F., GEFFARD-KURIYAMA, D., CLÉMENT, G., 2010, Investigations non destructives et conservation préventive : techniques et apports de l'imagerie 3D en sciences naturelles. Le patrimoine paléontologique. Des trésors du fond des temps, 125-137.
- GRIGORESCU, D., 2010a, La naissance des collections de Paléontologie à l'Université de Bucarest. Le patrimoine paléontologique. Des trésors du fond des temps, 59-72.
- GRIGORESCU, D., 2010b, Les prémisses géologiques et paléontologiques de la théorie darwiniste. Le patrimoine paléontologique. Des trésors du fond des temps, 285-294.
- IAMANDEI, S., IAMANDEI, E., 2010, Trésors au fond des bois pétrifiés (bois pétrifiés du Musée National de Géologie de Bucarest). Le patrimoine paléontologique. Des trésors du fond des temps, 47-57.
- MERLE, D., DE WEVER, P., 2010, Stratotype Lutétien: un livre pour faire connaître le patrimoine géologique. Le patrimoine paléontologique. Des trésors du fond des temps, 139-152.
- NEAGU, T., 2010, La Paléontologie aux sources de la connaissance dans les Sciences de la Terre. Le patrimoine paléontologique. Des trésors du fond des temps, 21-26.
- OAIÉ, G., 2010, Le patrimoine paléontologique de la vie primitive en Dobrogea du Nord. Le patrimoine paléontologique. Des trésors du fond des temps, 39-46.
- PACAUD, J.M., 2010, La typhothèque dans les collections d'Invertébrés fossiles du Muséum National d'Histoire Naturelle de Paris. Le patrimoine paléontologique. Des trésors du fond des temps, 113-124.
- PICKFORD, M., 2010, Marketing palaeoanthropology : The Rise of Yellow Science. Le patrimoine paléontologique. Des trésors du fond des temps, 215-269.
- SEGHEDI, A., NAILIA, M., 2010, Pour un musée vivant, le Musée National de Géologie de l'Institut Géologique de Roumanie. Le patrimoine paléontologique. Des trésors du fond des temps, 153-172.
- SAINT MARTIN, J.P., SAINT MARTIN S., SEGHEDI, A., NAILIA, M., 2010, Le rôle des associations de médiation scientifique et de valorisation du patrimoine géologique et paléontologique, intérêt et limites. Le patrimoine paléontologique. Des trésors du fond des temps, 197-208.
- SAINT MARTIN S., SAINT MARTIN, GIRARD, V., NÉRAUDEAU, D., 2010, L'ambre, la résine d'arbre qui cache la forêt ? Le patrimoine paléontologique. Des trésors du fond des temps, 209-214.
- SENUJ, B., 2010, L'éducation par les musées : vers le développement durable ? Le patrimoine paléontologique. Des trésors du fond des temps, 173-196.

VÈNEC-PEYRÉ, M.T., BARTOLINI, A., 2010, Histoire de la Collection de Micropaléontologie du Muséum National d'Histoire Naturelle. Le patrimoine paléontologique. Des trésors du fond des temps, 73-94.

LA PALÉONTOLOGIE AUX SOURCES DE LA CONNAISSANCE DANS LES SCIENCES DE LA TERRE

Theodor NEAGU

*Université de Bucarest, Faculté de Géologie et Géophysique, Laboratoire de Géologie et Paléontologie,
Bd. Nicolae Bălcescu 1, Sector 1, Bucarest, Roumanie.
Académie Roumaine, Calea Victoriei 125, Bucarest, Roumanie
theodor.neagu@yahoo.com*

Abstract. The marginalization of the entire Palaeontology in Romania requires launching an alarm signal. An examination of the history of science shows the importance of Palaeontology as a discipline on the border between basic geology and biology. Thus, Palaeontology may be considered the cornerstone of different studies such as tectonics, sedimentology, palaeoecology, palaeoenvironment, palaeogeography, biostratigraphy. Fossils and evolutionism show that the world is a stage on the path of development of life on Earth. Consequently, it seems necessary to recognize palaeontological collections as a universal heritage.

Key words. Palaeontology, history of sciences, geology, biology, evolution

L'état de marginalisation de l'ensemble de la paléontologie en Roumanie m'a déterminé à aborder ce thème comme un signal d'alarme.

Imaginons pour un instant ce que serait l'activité géologique ou plus largement les Sciences Naturelles sans les fossiles, sans l'âge des formations géologiques, sans l'échelle des temps fossilifères (Neagu, 2008a).

Comment peut-on intégrer l'étude d'un affleurement dans l'ensemble de la structure géologique d'une zone sans connaître l'âge des sédiments ? Pour répondre à cette question, on s'adresse au paléontologue qui, à travers les restes fossiles étudiés, établit la succession des événements biologiques en rapport avec la lithostratigraphie. De cette manière on situe l'affleurement en question et on peut établir des corrélations avec d'autres affleurements.

Il est difficile d'imaginer ce que pourraient être les sciences géologiques sans cette échelle du temps élaborée depuis très longtemps, sans ce calendrier de la vie ancienne sur la Terre qui mesure comme une horloge précise l'écoulement du temps depuis des milliards d'années jusqu'à nos jours.

C'est bien l'étude attentive et compétente des changements marqués par les restes fossiles dans un sédiment ou un complexe de roches sédimentaires qui conduit naturellement à la notion d'évolution et qui permet de matérialiser les étapes de cette évolution. Le paléontologue a ainsi créé l'alphabet avec lequel on peut lire l'échelle géologique. C'est avec un tel empirisme que le grand paléontologue Alcide d'Orbigny a pu, même selon une vision encore attachée aux créations successives, définir 27 étapes depuis le Silurien jusqu'au Quaternaire, étapes dont la réalité a été par la suite confortée.

Au XIX^{ème} siècle, la conception créationniste-fixiste est remplacée par la conception d'évolution définie de manière claire et concise par Darwin (1859) dans son célèbre ouvrage « L'origine des espèces ». Cette théorie est très vite assimilée, notamment par les paléontologues ; d'ailleurs, elle avait été anticipée par Lamarck qui au début du XX^{ème} siècle avait montré que l'environnement a un rôle essentiel dans le développement des organismes.

Avec et après Darwin, des conceptions plus évolutionnistes se répandent et accordent une place importante à l'adaptation au milieu. Mais certains aspects comme parallélisme, convergence des caractères etc. n'ont été clairement compris que grâce aux données tirées des études détaillées des fossiles. Ainsi Darwin dans son chapitre 10 discute de la succession dans le temps des organismes, dont les fossiles, et dans le chapitre 11 argumente de l'importance des fossiles dans la démonstration de l'évolution graduelle des espèces.

Sans la Paléontologie stratigraphique, comment établir une carte géologique, comment comprendre et déchiffrer l'évolution géologique et tectonique d'une région?

Aujourd'hui tout le monde s'enthousiasme de la théorie de la Tectonique des plaques, de la dérive des continents. Mais il faut se rappeler que la micropaléontologie, basée sur les foraminifères, radiolaires et dinoflagellés, a démontré sans aucun doute l'hypothèse intuitive du géographe Alfred Wegener. Par déduction, il imaginait sans aucun argument matériel palpable la célèbre théorie de la dérive des continents. Grâce aux microfossiles provenant des carottes océaniques (d'abord de l'Océan Atlantique) lors de l'expédition « Challenger », il a trouvé par la suite la démonstration concrète de son concept (Fig. 1).

Avec l'invention des moteurs et la demande exponentielle d'hydrocarbures s'est développée la Géologie du Pétrole. Or, cette recherche, dans ses débuts, n'a pu s'imaginer sans la contribution indispensable de la micropaléontologie (Fig. 2). En effet, les corrélations à l'échelle régionale ou locale n'ont été possibles que sur la base des données micropaléontologiques précises.

La conclusion de cette revue est que la paléontologie a été la pierre angulaire de différentes études de tectonique, sédimentologie, paléoécologie, paléoenvironnement, paléogéographie, biostratigraphie...

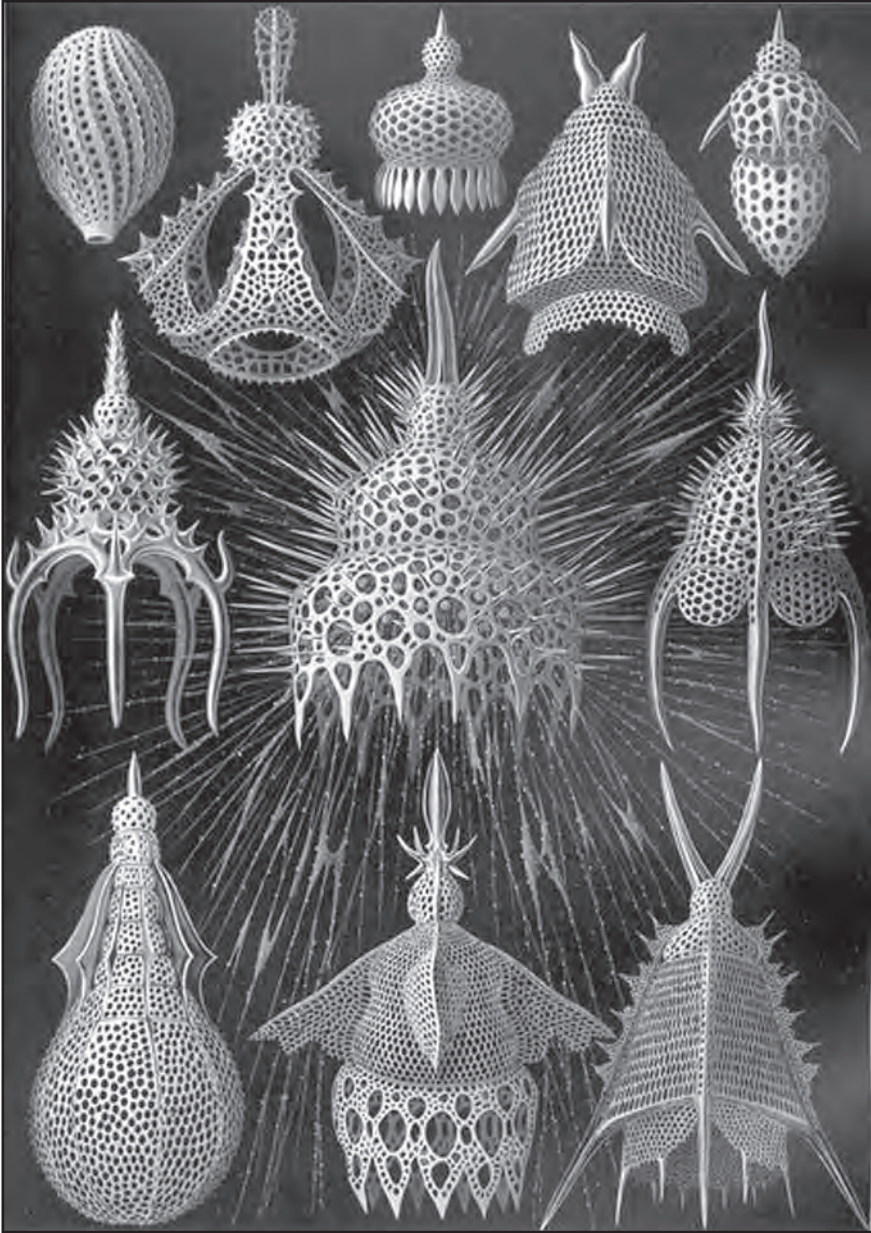
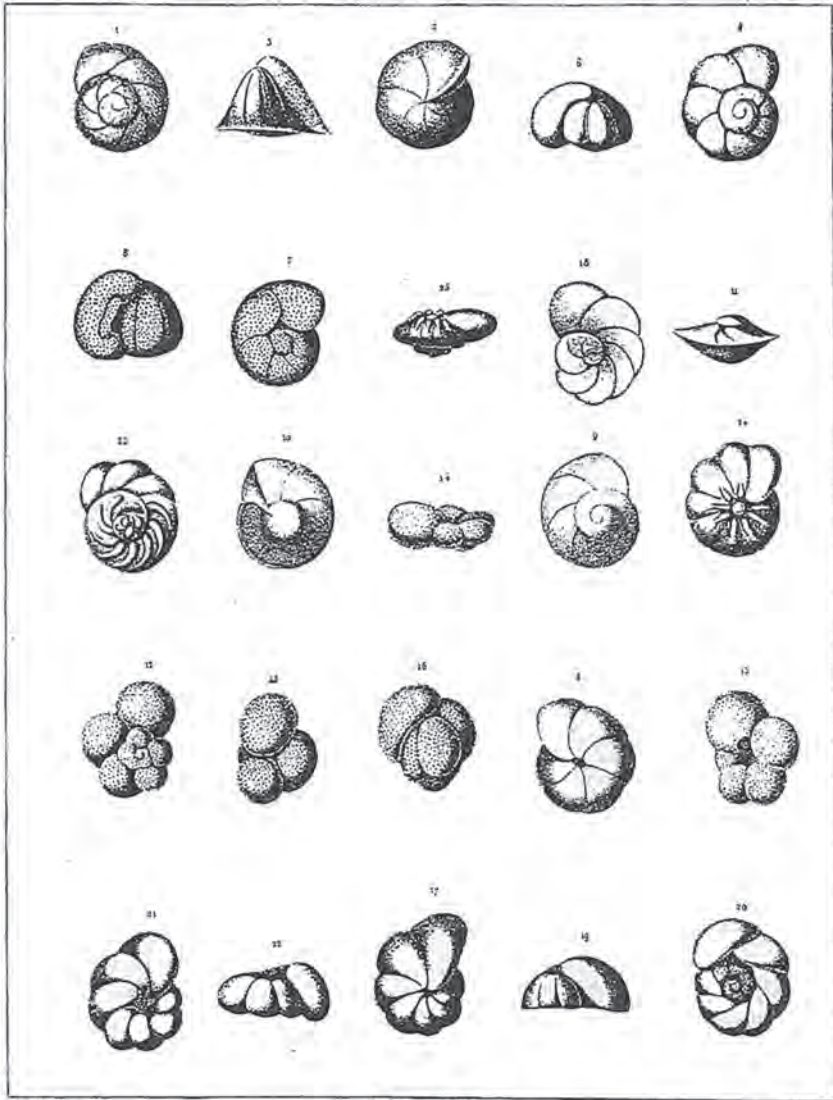


FIGURE 1. Les radiolaires, de petits organismes silicieux dont le squelette inspire des œuvres artistiques, ici dans une planche du livre « Kunstformen der Natur » de l'éminent biologiste et naturaliste allemand Ernst Haeckel. À côté des foraminifères et des dinoflagellés, les radiolaires ont démontré sans aucun doute la théorie de la tectonique des plaques.



1, 3 *Rotalina Michelianina*, d'Orb. 2-6. *R. undulcata*, d'Orb. 7. *R. crassa*, d'Orb. 9-11. *R. Cordieriana*, d'Orb. 12-14. *Glodigerina cretacea*, d'Orb. 15-16. *G. Nevada*, d'Orb. 17-19. *Frustrulinella Bouanantiana*, d'Orb. 20-22. *Rosalina Louisiana*, d'Orb. 23-25. *R. Clementina*, d'Orb.

FIGURE 2. Les foraminifères, ici dans une planche d'Alcide d'Orbigny, sont des microorganismes très importants pour la biostratigraphie, l'écologie et la géologie du pétrole.

Si on se tourne maintenant vers la Biologie, on constate un lien étroit et profond avec la Paléontologie. Aujourd'hui personne ne peut imaginer que notre monde vivant est immuable. L'évolutionnisme a bien montré que ce monde n'est qu'une étape sur le chemin du développement de la vie sur terre, depuis une molécule à l'homme.

Quelles que soient les théories concernant l'apparition de la vie sur Terre, il faut bien se rendre à l'évidence qu'il y a des preuves fossiles (trouvées en Afrique du Sud et en Australie) qui, pour l'instant, témoignent d'une vie organisée aux alentours de 3,5 milliards d'années.

Depuis ces temps anciens, comment concevoir pour un biologiste sérieux une aussi longue histoire sans le témoignage des fossiles ? A l'échelle humaine, l'homme, le biologiste ne peut observer les liens de parenté entre les différents groupes d'organismes (plantes ou animaux). Si on prend l'exemple de l'origine des oiseaux, une branche issue des reptiles, c'est bien la paléontologie qui a permis d'établir ce lien évolutif. Les exemplaires fossiles sont la preuve concrète, palpable des principaux moments clé de cette évolution. En partant de cet exemple, il ressort clairement l'apport essentiel de la paléontologie dans la compréhension de la biologie.

Hélas, si on regarde aujourd'hui l'état de la paléontologie dans l'enseignement secondaire ou universitaire, le phénomène de marginalisation apparaît très clairement.

Dans les domaines de l'industrie pétrolière et de la construction, l'apport de la paléontologie a aussi été déterminant pour permettre l'avancement des exploitations. Ce rôle dans notre société industrielle très pragmatique a été malheureusement bien trop souvent méconnu.

Du point de vue social et culturel il est à remarquer que pour la plupart des musées de sciences naturelles, c'est la partie dédiée à la paléontologie qui est la plus visitée. Le public est très intéressé de savoir comment était la vie sur la Terre il y a des millions d'années et d'avoir les témoignages tangibles des anciens organismes animaux et végétaux que sont les fossiles. Mais combien de ces visiteurs (et des décideurs) s'interrogent sur le chemin suivi par les fossiles avant d'être admirés dans les vitrines ? En effet, ce n'est que le résultat d'un travail souvent épuisant, et de haute qualification réalisé par les paléontologues (Neagu, 2008b). Qu'en serait-il sans la passion, allant parfois jusqu'au fanatisme, jusqu'à l'oubli de soi, dans le désir profond de découvrir, conserver, restaurer et présenter ces restes fossiles. Il me semble évident que dans l'éducation des nouvelles générations, la paléontologie doit incontestablement avoir la même position que les autres sciences naturelles. D'ailleurs, il y a soixante-dix ans, le grand botaniste roumain Traian Săvulescu rappelait dans un discours à l'Académie Roumaine que « les sciences biologiques sont : la botanique, la zoologie et la géologie ».

En conclusion, la paléontologie est une discipline vivante extrêmement utile comme domaine à la frontière de la géologie et de la biologie. Elle a un rôle remarquable dans l'éducation de la jeunesse en développant l'esprit d'observation, la passion, le don de soi, pour déchiffrer les secrets éternels de la vie sur Terre.

Par leur caractère éducatif, les collections de fossiles, qui sont la bibliothèque de base de la paléontologie, ont une importance scientifique déterminante. Il me paraît ainsi nécessaire de reconnaître comme patrimoine universel les collections de paléontologie qui doit vivre aussi longtemps que les fossiles eux-mêmes !

RÉFÉRENCES

- DARWIN, C., 1859, On the Origin of Species by means of Natural Selection. John Murray, London.
- NEAGU, T., 2008a, Bazele paleontologice ale Geologiei și Biologiei. *Acta Paleontologica Romaniaae*, 6, 5-14.
- NEAGU, T., 2008b, Biologie-Paleontologie-Geologie. *Academica*, 73-74, 43-54.

INTÉRÊT DES MOTIFS COLORÉS RÉSIDUELS DES COQUILLES DE MOLLUSQUES POUR LA VALORISATION DES SITES PALÉONTOLOGIQUES ET DES COLLECTIONS : L'EXEMPLE DU BADÉNIEN DE ROUMANIE

Bruno CAZE, Jean-Paul SAINT MARTIN, Didier MERLE et Simona SAINT MARTIN

*Muséum National d'Histoire Naturelle, Département Histoire de la Terre, UMR 7207 CNRS, Centre de Recherche
sur la Paléobiodiversité et les Paléoenvironnements, CP 38, 8 rue Buffon, 75005 Paris, France
caze@mnhn.fr*

Abstract. The Romanian Badenian deposits from Deva region (Lăpușiu de Sus, Coșteiu) are known for the exceptional preservation of fossil shells. The exposition under Ultraviolet light of these shells revealed the residual colour patterns of 16 studied species of gastropods and bivalves. These observations confirm that the fossil record of colour patterns, traditionally considered as a rare phenomenon, is very common on well preserved Cenozoic shells. The new perspectives offered by the study of residual colour patterns in Cenozoic molluscs allow to consider the Romanian Badenian heritage as an inestimable scientific value emphasizing their necessary preservation.

Key-words. Badenian, Romania, molluscs, UV light, residual colour patterns

1. INTRODUCTION

Le Badénien (Langhien – Serravallien inférieur) représente une période clé dans l'histoire du bassin méditerranéen et constitue un témoignage important des environnements paratéthysiens. La malacofaune de la région de Deva (Hunedoara) caractérisée par une richesse spécifique très importante (plus de 1000 espèces décrites) et une préservation remarquable des coquilles, a fait l'objet de nombreux travaux scientifiques de référence depuis plus d'un siècle et demi. La qualité exceptionnelle de ce matériel en fait un point de référence idéal pour tester la présence fréquente de motifs colorés résiduels chez les mollusques du Néogène.

En effet, si les motifs colorés des mollusques, souvent utilisés pour l'identification des espèces dans l'Actuel, ont le plus souvent disparu dans le registre fossile, des travaux initiés par Olsson (1967) ont démontré que l'utilisation de la lumière Ultraviolet permettait de les révéler par fluorescence sur les coquilles cénozoïques (Kase *et al.* 2008). A la suite de ces travaux, durant les années 1970, 1980 et le début des années 1990, plusieurs auteurs ont publié des clichés de gastéropodes et bivalves fossiles (principalement d'Amérique du Nord) pris sous lumière Ultraviolet (Vokes & Vokes 1968 ; Cate 1972 ; Hoerle 1976 ; Dockery 1980 ; Bouniol 1982 ; Swann & Kelley 1985 ; Pitt & Pitt 1993). Cependant, les informations apportées restent généralement superficielles et sont produites dans le cadre de monographies régionales (Merle *et al.* 2008). Leur potentiel pour la taxonomie des mollusques fossiles, l'établissement de lignées et l'identification de nouvelles espèces, a été évoqué par certains auteurs (Dockery 1980 ; Swann & Kelley 1985 ; Pitt & Pitt 1993). Mais, à l'exception du travail de Cate (1972) sur les Lyriinae d'Amérique du Nord, ils n'ont jamais réellement été abordés comme un nouvel outil cohérent pour la systématique des espèces fossiles.

L'examen de la malacofaune du Badénien de Roumanie s'inscrit dans un large cadre de recherche visant à démontrer que les motifs colorés résiduels sont présents de manière pérenne au cours du Cénozoïque. Un tel résultat permettrait notamment de faire des comparaisons de taxons à différentes échelles de temps et à terme d'en déduire des implications évolutives. Pour cela, il est nécessaire de tester du matériel provenant de nombreux sites à travers l'Europe. Des travaux récents (Merle *et al.* 2008 ; Caze *et al.* 2010) semblent indiquer que, sous réserve d'une bonne préservation (coquilles non décalcifiées), les motifs résiduels sont fréquemment observables chez de très nombreuses espèces du Lutétien du bassin de Paris. L'objectif des observations faites sous lumière UV n'est donc pas de réaliser une étude exhaustive des motifs colorés résiduels des gastéropodes et bivalves badéniens mais de démontrer leur présence fréquente sur ce type de matériel et le potentiel de valorisation d'exemplaires déposés dans les collections de nombreux musées d'Europe.

2. MATÉRIEL EXAMINÉ ET PROVENANCE

Les fossiles utilisés ont été récoltés lors d'une campagne de fouilles menée en Roumanie, sur les gisements badéniens de Lăpugiu de Sus (Fig. 1) et de Coșteiu de Sus (Fig. 2).

Nous avons pu collecter de nombreux spécimens dans les niveaux sablo-conglomératiques de Lăpugiu de Sus, correspondant à un paléoenvironnement de type infralittoral, péri-récifal, et dans les marnes de Coșteiu de Sus, correspondant à un paléoenvironnement de type à circalittoral. Le matériel étudié représente un



▲ **FIGURE 1.** Gisement fossilifère de Lăpugiu de Sus.



◀ **FIGURE 2.** Gisement fossilifère de Coșteiu de Sus.

total de 16 espèces de gastéropodes et bivalves et une centaine de spécimens. Ce matériel a été sélectionné en prenant en compte, dans la mesure du possible, la présence de motifs colorés chez les plus proches parents actuels, et selon l'état de préservation des spécimens.

3. MÉTHODES

3.1. Protocole expérimental

Les motifs colorés disparus des coquilles cénozoïques peuvent être révélés par un bain d'hypochlorite de sodium suivi d'une exposition sous lumière Ultraviolet (Vokes & Vokes 1968 ; Dockery 1980 ; Swann & Kelley 1985 ; Kase *et al.* 2008 ; Caze *et al.* 2010). Dans un premier temps, les échantillons sont placés dans de l'hypochlorite de sodium concentré pendant une durée de 24 heures (Fig. 3). Ils sont ensuite méthodiquement lavés à l'eau puis, dans un second temps, disposés sous une lampe émettant une lumière UV à ondes longues (longueur d'onde de 3600 Å ; Fig. 3).

L'hypochlorite de sodium entraîne une oxydation des résidus de pigments qui permet, sous lumière UV, de rendre fluorescents les motifs colorés masqués en lumière naturelle (Dockery 1980 ; Fig. 4). Les échantillons doivent être soigneusement lavés à l'eau avant d'être séchés pour éviter la formation de dépôts de sodium à la surface de la coquille.

Le protocole utilisé, défini par Merle *et al.* (2008) est non destructif pour les coquilles fossiles. Aucune précaution particulière n'est donc nécessaire pour les préserver. Seules les fossiles fracturés et ne devant leur cohésion qu'aux sédiments, potentiellement solubles dans l'eau, qu'ils contiennent sont inexploitable dans ce type d'étude.

3.2. Prises de vue et traitement informatique

Pour les prises de vue sous lumière UV, les spécimens sont disposés à l'intersection de deux radiations émises par des lampes placées face à face. Si cela est nécessaire, les prises de vue ainsi obtenues sont ensuite traitées à l'aide de logiciels informatiques pour obtenir les meilleures images possibles. Les deux opérations réalisées lors de ce traitement sont l'ajustement de la luminosité et l'accentuation des contrastes.

Il faut rappeler que les parties de coquilles ou éléments géométriques fluorescents sous lumière UV correspondent aux parties ou éléments qui étaient pigmentés du vivant de l'animal alors que les zones sombres représentent des zones qui n'étaient pas pigmentées (Figs 5-6).



FIGURE 3. La révélation des motifs colorés résiduels. **1.** Échantillon de divers gastéropodes fossiles dans un bain d'hypochlorite de sodium. **2.** Observation de spécimens fossiles sous lampe à Ultraviolet.



FIGURE 4. Spécimen de *Athleta (Neoathleta) lyra* (Lamarck, 1802) vu en lumière naturelle (**1**) et sous lumière UV (**2**) avec le motif coloré résiduel. Vue dorsale, MNHN A25031, Monts, Oise. Échelle : 10 mm.



FIGURE 5. Motifs colorés résiduels chez divers gastéropodes du Badénien (Langhien-Serravalien) de Roumanie sous lumière UV. **A-B, Naticidae Guilding, 1834.** **A**, *Natica* sp. (A₁, vue ventrale, A₂, vue dorsale, A₃, vue apico-labrale), MNHN A31069, Lăpugiu de Sus, Hunedoara ; **B**, *Natica millepunctata* Lamarck, 1822, vue dorsale, MNHN A31070, Lăpugiu de Sus ; **C, Mitridae Swainson, 1829**, *Mitra (Tiara) scrobiculata* (Brocchi, 1814) (C₁, vue ventrale, C₂, vue dorsale), MNHN A31647, Lăpugiu de Sus ; **D-F, Turritellidae Lovén, 1847.** **D**, *Turritella (Zaria) subacutangula* (d'Orbigny, 1852), vue labrale, MNHN A31708, Lăpugiu de Sus ; **E**, *Turritella (Archimediella) archimedis* (Brongniart, 1823), vue dorsale, MNHN A31707, Lăpugiu de Sus ; **F**, *Turritella (Archimediella) archimedis* (Brongniart, 1823), vue dorsale, MNHN A31706, Lăpugiu de Sus ; **G, Ovulidae Fleming, 1822**, *Pustularia duclosiana* (Basterot, 1825) (G₁, vue dorsale, G₂, vue abaperturale), MNHN A31711, Lăpugiu de Sus ; **H, Terebridae Mörch 1852**, *Terebra (Strioterebrum) basteroti* Nyst, 1843 (H₁, vue ventrale, H₂, vue abaperturale), MNHN A31925, Lăpugiu de Sus ; **I-J, Buccinidae Rafinesque 1815.** **I**, *Euthria (Euthria) fuscocingulata* (Hoernes in Hoernes & Auinger, 1890) (I₁, vue ventrale, I₂, vue dorsale), MNHN A31710, Lăpugiu de Sus ; **J**, *Euthria (Euthria)* sp. (J₁, vue ventrale, J₂, vue dorsale), MNHN A31925, Lăpugiu de Sus ; **K-L, Columbellidae Swainson, 1840.** **K**, *Columbella* sp., (K₁, vue ventrale, K₂, vue dorsale), MNHN A31709, Coșteiu de Sus, Hunedoara ; **L**, *Mitrella (Macrurella) nassoides* (Grateloup, 1827), vue ventrale, MNHN A31806, Coșteiu de Sus ; **M-N, Conidae Fleming, 1822.** **M**, *Conus (Chelyconus)* sp. (M₁, vue ventrale, M₂, vue dorsale), MNHN A31836, Coșteiu de Sus ; **N**, *Conus (Conolithus) dujardini* (Deshayes, 1845) (N₁, vue ventro-abaperturale, N₂, vue dorsale), MNHN A31837, Coșteiu de Sus. Échelle : 10 mm, 5 mm (H-K).

4. DESCRIPTIONS DES MOTIFS COLORÉS RÉSIDUELS

4.1. Gastropoda

Naticidae Guilding, 1834

Natica sp. (Fig. 5A)

Le motif est composé de taches sombres sur un fond clair et fluorescent. Les taches sont de forme losangique et de taille légèrement variable. Elles sont regroupées sur le tour au niveau de quatre zones plus ou moins distinctes et où elles forment un réseau ou treillis : la zone basale (Fig. 5A₂), la zone abapicale (Fig. 5A₂), la zone adapicale (Fig. 5A₂) et la zone sous-suturale (Fig. 5A₃).

Natica millepunctata Lamarck, 1822 (Fig. 5B)

Le motif montre des taches claires et fluorescentes sur un fond sombre. Les taches sont de forme subcirculaire et sont plus grande sur la partie médiane du tour (Fig. 5B). Elles sont réparties en quinconce et de manière régulière à la surface de la coquille (Fig. 5B).

Mitridae Swainson, 1829

Mitra (Tiara) scrobiculata (Brocchi, 1814) (Fig. 5C)

Le motif présente des bandes spirales claires et fluorescentes sur un fond sombre. Les bandes sont rectilignes et resserrées. Elles sont plus épaisses sur la partie médiane du tour et très fines au niveau du canal siphonal (Fig. 5C₁).

Turritellidae Lovén, 1847

Turritella (Zaria) subacutangula (d'Orbigny, 1852) (Fig. 5D)

Le motif est composé de bandes axiales claires et fluorescentes sur un fond sombre. Les bandes sont opisthocyrtes, d'épaisseur subégale et à peu près équidistantes à l'échelle du tour.

Turritella (Archimediella) archimedis (Brongniart, 1823) (Fig. 5E-F)

Le motif montre des bandes axiales claires et fluorescentes sur un fond sombre. Les bandes sont opisthocyrtes, d'épaisseur variable et plus ou moins resserrées. Elles peuvent être parfois coalescentes et former des bandes plus épaisses (Fig. 5E).

Haustator (Archimediella) cf. turris (Basterot, 1825)

Le motif est composé de taches sombres sur un fond clair et fluorescent. Les taches sont petites et de taille homogène. Elles sont alignées spiralement au niveau des cordons spiraux et sont équidistantes.

Ovulidae Fleming, 1822

Pustularia duclosiana (Basterot, 1825) (Fig. 5G)

Le motif présente deux composantes distinctes : une montrant des taches claires et fluorescentes sur un fond sombre, au niveau de l'apex et de la base de la coquille, et une montrant des taches sombres sur un fond clair, sur la partie médiane (Fig. 5G). Sur les extrémités apicale et basale, les taches sont resserrées, de forme plus ou moins hexagonale et de taille homogène. Sur la partie médiane, les taches sont de forme subcirculaire et sont petites sur la partie dorsale et bien plus grandes à proximité de l'ouverture (Fig. 5G₂). Elles sont parfois coalescentes au niveau du sillon médian dorsal (Fig. 5G₂).

Terebridae Mörch 1852

Terebra (Strioterebrum) basteroti Nyst, 1843 (Fig. 5H)

Le motif montre des taches sombres sur un fond clair et fluorescent (Fig. 5H). Les taches sont petites, légèrement allongées axialement et forment deux alignements spiraux au niveau de la zone sous-suturale et sur la partie médiane du tour (Fig. 5H). Elles sont équidistantes, de taille homogène et sont situées entre les nodosités.

Buccinidae Rafinesque 1815

Euthria (Euthria) fuscocingulata (Hoernes in Hoernes & Auinger, 1890) (Fig. 5I)

Le motif est constitué de deux composantes : des bandes spirales sombres de couleur marron qui se superposent à des taches claires et fluorescentes sur un fond sombre (Fig. 5I). Les bandes spirales sont fines, d'épaisseur égale et sont réparties régulièrement à la surface du tour. Les taches sous jacentes sont de forme et d'épaisseur variables mais sont allongées axialement et joignent le plus souvent la suture et la base du tour (Fig. 5I). Elles sont plus ou moins espacées les unes des autres.

Remarques : Les bandes spirales marron sont nettement distinguables en lumière naturelle. Ce sont des éléments pigmentés qui ne sont pas fluorescents sous lumière UV. Ce cas de figure correspond à un type de préservation exceptionnel pour lequel les pigments sont probablement peu dégradés et apparaissent tels qu'on les observe chez les représentants actuels.

Euthria (Euthria) sp. (Fig. 5J)

Le motif montre des taches sombres sur un fond clair et fluorescent (Fig. 5J). Les taches sont petites et de taille homogène. Elles sont alignées spiralement au niveau de la zone sous suturale, sur la partie médiane du tour et juste au dessus du cou.

Columbellidae Swainson, 1840

Columbella sp. (Fig. 5K)

Le motif présente des taches sombres sur un fond clair et fluorescent (Fig. 5K). Les taches sont de forme subtriangulaire et sont de taille variable. Elles sont grandes au niveau de la zone sous suturale et sur la partie médiane, et petites sur le reste de la surface du tour (Fig. 5K). Elles sont très rapprochées les unes des autres et sont fréquemment coalescentes.

Mitrella (Macrurella) nassoides (Grateloup, 1827) (Fig. 5L)

Le motif est composé de taches sombres sur un fond clair et fluorescent (Fig. 5L). Les taches sont de forme et de taille variables et sont alignées spiralement notamment sur la partie abapicale du tour où elles sont disposées entre les sillons spiraux. Elles sont très rapprochées les unes des autres et sont fréquemment coalescentes.

Conidae Fleming, 1822

Conus (Chelyconus) sp. (Fig. 5M)

Le motif présente des taches claires et fluorescentes sur un fond sombre (Fig. 5M). Les taches sont grandes, de forme irrégulière et sont plus ou moins coalescentes les unes avec les autres. Elles sont souvent allongées axialement et présentent des bordures en dent de scie (Fig. 5M).

Conus (Conolithus) dujardini (Deshayes, 1845) (Fig. 5N)

Le motif est constitué de deux composantes : des petites taches fluorescentes qui se superposent à de grandes taches moins fluorescentes et diffuses sur un fond sombre (Fig. 5N). Les petites taches sont subcirculaires et de taille homogène. Elles forment des alignements spiraux resserrés. L'alignement situé au niveau de l'épaule est composé de taches plus grandes et très allongées axialement, formant parfois des chevrons (Fig. 5N). Les grandes taches sous jacentes sont de forme et de taille très variables.

4.2. Bivalvia

Carditidae Fleming, 1828

Cardita (Cardiocardita) partschi Goldfuss, 1840 (Fig. 6A)

Le motif montre des taches claires et fluorescentes sur un fond sombre (Fig. 6A). Les taches sont petites et de taille homogène pour un stade de croissance donné. Elles sont plus ou moins rapprochées les unes des autres et forment des alignements radiaires situés sur les côtes (Fig. 6A).

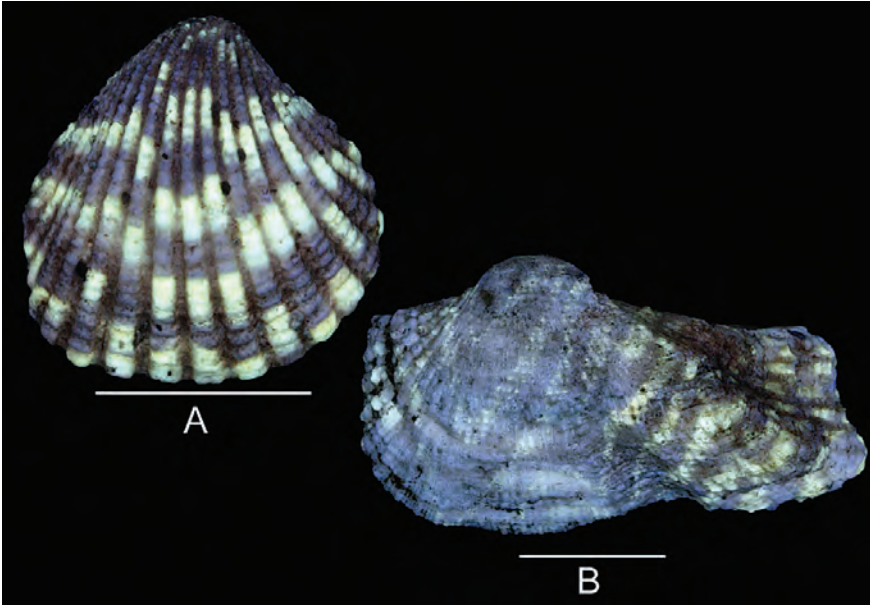


FIGURE 6. Motifs colorés résiduels chez deux espèces de bivalves du Badénien (Langhien-Serravalien) de Roumanie sous lumière UV. **A, Carditidae Fleming, 1828, *Cardita (Cardiocardita) partschi* Goldfuss, 1840, MNHN A31071, Lăpugiu de Sus, Hunedoara ; B, Arcidae Lamarck, 1809, *Arca noae* Linnaeus, 1758, MNHN A31072, Lăpugiu de Sus, Hunedoara. Échelle : 10 mm.**

Arcidae Lamarck, 1809

Arca noae Linnaeus, 1758 (Fig. 6B)

Le motif présente des bandes concentriques claires et fluorescentes sur un fond sombre (Fig. 6B). Les bandes sont sinueuses et parallèles. Elles s'épaississent et s'écartent légèrement avec la croissance.

DISCUSSION

Les 16 espèces étudiées provenant des deux sites de Lăpugiu de Sus et de Coșteiu de Sus ont montré des motifs colorés résiduels sous lumière UV (Figs 5-6). Les spécimens figurés arborent des motifs résiduels variés composés de bandes parallèles (Fig. 5C, I) ou perpendiculaires à la direction de croissance (Fig. 5D-F), d'alignements de taches parallèles à la direction de croissance (Fig. 5N), de taches réparties irrégulièrement sur la coquille (Figs. 5B, G et 6A) ou encore de bandes sinueuses (Fig. 6B).

La présence de motifs colorés résiduels chez toutes les espèces testées confirme l'exceptionnelle qualité de la préservation des fossiles dans les gisements testés et démontrent que des motifs colorés résiduels sont potentiellement obser-

vables chez toutes les espèces dont les plus proches parents actuels montrent des motifs colorés. Par conséquent, si les travaux sur les motifs colorés résiduels des mollusques fossiles et leur utilisation en Systématique n'en sont qu'aux prémises, ces résultats, s'ajoutant à ceux obtenus dans diverses études récentes (Merle et al. 2008 ; Caze et al. 2010), leur confèrent un potentiel considérable pour les recherches à venir sur l'évolution et la biodiversité des malacofaunes disparues. Au vu de ces résultats, il semble en effet désormais impossible de ne pas prendre en compte ces motifs résiduels dans les prochaines études portant sur les mollusques cénozoïques. De plus, l'observation fréquente de ces motifs résiduels ouvre de nombreuses perspectives dans des domaines variés allant de la phylogénie à la taphonomie, voire la géochimie des gisements fossilifères.

Dans cette optique, les riches collections des institutions roumaines (Université de Cluj par exemple), représentent non seulement une grande valeur patrimoniale, mais revêtent également un intérêt scientifique de premier ordre pour de futurs travaux de recherche inédits et novateurs. Ce constat également valable pour les sites fossilifères du Badénien met en exergue la nécessaire préservation d'un patrimoine *in situ* très riche mais fragile et soumis à diverses menaces allant du commerce des fossiles à l'abandon et l'enfouissement sous la végétation.

REMERCIEMENTS

Les travaux menés sur le matériel fossile du Badénien ont été grandement facilités par la visite des collections de l'Université de Cluj, dont était responsable Mirela Popa, et les conseils pour le terrain et la stratigraphie de Sorin Filipescu (Prof., Université de Cluj). Les campagnes de récolte ont été financées grâce au programme de recherche Bonus Qualité Recherche du MNHN « Héritage téthysien des mollusques cénozoïques » et au programme de recherche dans le cadre du Plan Pluri Formation du MNHN « Biodiversité des gisements d'invertébrés du Miocène moyen de Roumanie ».

RÉFÉRENCES

- BOUNIOL, P., 1982, L'ornementation pigmentaire des coquilles de Cerithidés actuels et fossiles (s.l) : Apport de la technique de l'Ultra-Violet. *Malacologia*, 22 (1-2), 313-317.
- CATE, J. M., 1972, On the occurrence of the volutid subgenus Eneata. *Tulane study in Geology and Paleontology*, 10 (1), 47-50.
- CAZE, B., MERLE, D., PACAUD, J.-M., SAINT MARTIN, J.-P., 2010, First systematic study using the variability of the residual colour patterns: the case of the Paleogene Seraphsidae (Gastropoda, Stromboidea). *Geodiversitas*, 32 (2).

- DOCKERY, D.T., 1980, Color patterns of some Eocene molluscs. *Mississippi Geology*, 1 (1), 3-7.
- HOERLE, S.E., 1976, The genus *Conus* (Mollusca: Gastropoda) from the Alum Bluff Group of northwestern Florida. *Tulane Studies in Geology and Paleontology*, 12, 1-32.
- KASE, T., FUMIMASA, K., MAAC AGUILAR, Y., KURIHARA, Y., PANDITA, H., 2008, Reconstruction of color markings in *Vicarya*, a Miocene potamidid gastropod (Mollusca) from SE Asia and Japan. *Paleontological Research*, 12 (4), 345-353.
- MERLE, D., PACAUD, J.-M., KRILOFF, A., LOUBRY, P., 2008, Les motifs colorés résiduels des coquilles lutétiennes du bassin de Paris In: Merle D. Stratotype Lutétien. Muséum National d'Histoire Naturelle, Paris. Biotope, Mèze, BRGM, Orléans, 182-227.
- OLSSON, A.A., 1967, Some Tertiary Mollusks from South Florida and the Caribbean. Paleontological Research Institution, Ithaca, New York, 61 pp.
- PITT, W. D., PITT, L.J. 1993, Ultra-violet light as a useful tool for identifying fossil molluscs, with examples from the Gatun formation, Panama. *Tulane Studies in Geology and Paleontology*, 26 (1), 1-13.
- SWANN, C.T., KELLEY P. H. 1985, Residual colour patterns in Molluscs from the Gosport sand (Eocene), Alabama. *Mississippi Geology*, 5 (3), 1-8.
- VOKES, H. E., VOKES, E.H., 1968, Variation in the genus *Orthaulax* (Mollusca: Gastropoda). *Tulane study in Geology and Paleontology*, 6 (2), 71-79.

LE PATRIMOINE PALÉOICHOLOGIQUE DE LA VIE PRIMITIVE EN DOBROGEA (ROUMANIE)

Gheorghe OAIE

*Institut National de Géologie et Géoécologie Marine,
23-25 rue Dimitrie Onciul, 024053 Bucarest, Roumanie
goaie@geocomar.ro*

Abstract. The land of Dobrogea, NW of the Black Sea, is rich not only in Paleozoic fossils, but also in trace fossils that can be found in the Devonian turbidites from the Cimmerian Orogen of North Dobrogea and in the Ediacaran turbidites from Central Dobrogea (Moesian Platform). Some of the traces identified so far represent an *in situ* geological heritage, occurring on large surfaces that cannot be transported to a museum. The oldest fossil in Romania, a soft-bodied animal, was identified in outcrops of Central Dobrogea. The trace fossils from Dobrogea give insight in the Paleozoic or Late Proterozoic past environments and marine life hundreds of millions of years ago.

Key words. Dobrogea, trace fossils, marine life, turbidite

1. INTRODUCTION

La vie primitive a fasciné depuis toujours les géologues et les paléontologues qui ont essayé de découvrir, à travers des fossiles et des traces fossiles, des témoignages de cet épisode de l'évolution de la vie sur Terre. En Roumanie, la plupart des macrofaunes du Paléozoïque inférieur ont été mises en évidence dans des carottes prélevées à travers les forages réalisés dans les plates-formes Moesienne et Moldave (partie sud-est de la plate-forme est-européenne en Roumanie), mais aussi dans des affleurements. Alors que dans la plate-forme Moesienne une macrofaune riche avec graptolithes, trilobites et brachiopodes a été décrite, les forages de la Plate-forme Moldave ont apporté des preuves de vie beaucoup plus ancienne datant du Précambrien supérieur (Vendien).

La Dobrogea de Nord est la seule région en Roumanie où affleurent des formations paléozoïques avec une macrofaune bien représentée. La faune de Dealurile Bujoare (nord-Dobrogea), décrite pour la première fois par Simionescu (1924) et ensuite étudiée par Jordan (1974), contient une association dominée par les brachiopodes, accompagnés par des tentaculites, crinoïdes, trilobites, coraux et gastéropodes. Des traces fossiles du même âge sont également représentées, mais elles restent assez rares (Oaie, 2001). Afin de protéger la faune de Dealurile Bujoare,

le site les plus fossilifère a été déclaré réserve paléontologique. Malheureusement, à partir de 2006, une carrière s'est ouverte à proximité, ce qui pourrait mettre en danger cette association de macrofaune fossile unique en Roumanie.

En Dobrogea Centrale, à côté des nombreuses traces mécaniques conservées sur les surfaces de stratification de la Formation de Histria (Mirăuță, 1965; Jipa, 1970; Oaie, 1999), ont été identifiées également des traces de déplacement produites par des organismes primitifs qui se sont déplacés il y a des millions d'années sur un substrat alors meuble. On les retrouve maintenant sur les surfaces de stratification.

Dans les sédiments affleurant sur la vallée Casimcea une trace de type médusoïde (Oaie, 1992) a été décrite indiquant une faune de type Ediacarien d'âge vendien. Cette découverte représente une trace unique en Roumanie en ce qui concerne l'occurrence en affleurement. D'autres traces fossiles ont été également signalées, mais leur identification reste encore ouverte (Oaie, 1999).

2. CADRE GÉOLOGIQUE GÉNÉRAL

Le territoire de Dobrogea situé entre le Danube, le Delta du Danube et la côte ouest de la Mer Noire appartient au point de vue tectonique à deux unités structurales majeures du territoire roumain : l'orogène Nord Dobrogea et la Plate-forme Moesienne. La Plate-forme Moesienne est représentée en Dobrogea par deux sous-unités tectoniques importantes : a) le compartiment surélevé de Dobrogea Centrale qui met à jour, dans des affleurements, les formations du Précambrien supérieur-Cambrien inférieur et b) le compartiment abaissé de Dobrogea de Sud dans lequel le fondement précambrien est recouvert par environ 600m de formations sédimentaires qui constituent la couverture de la plate-forme.

Les dépôts du Paléozoïque affleurent en Dobrogea de Nord dans la région des Monts Măcin, mais aussi à l'est de la ville de Tulcea.

Les formations du Précambrien supérieur-Cambrien inférieur sont bien exposées en Dobrogea Centrale avec des affleurements relativement continus surtout le long des vallées.

3. LES TRACES FOSSILES DE DOBROGEA

Le plus vieux fossile décrit en Dobrogea dans le cadre de la Formation de Histria (Précambrien supérieur – Cambrien inférieur) est une impression de type médusoïde qui a été identifiée par Oaie (1992) comme *Nemiana simplex* Palij 1974 (Fig. 1). Plusieurs sites situés sur Podișul Casimcei ont révélés les plus anciennes traces fossiles de Roumanie (Oaie, 1999, Oaie et al., 2005); il s'agit des traces de déplacement ou de nutrition des certains organismes primitifs qui ont été en partie identifiées (Fig. 2), mais dont d'autres n'ont pas pu être déterminées (Fig. 3). La zone conser-

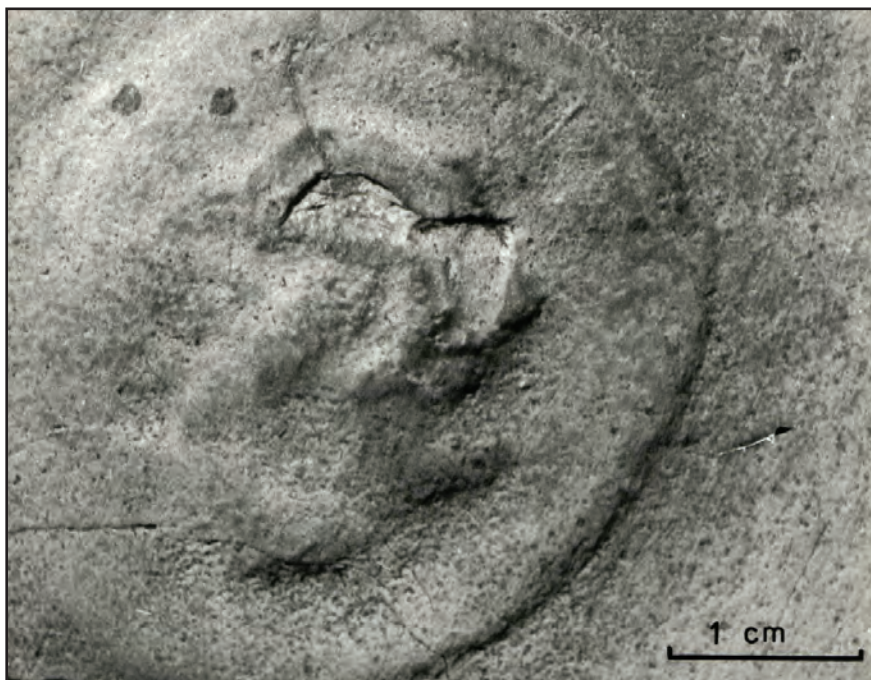


FIGURE 1. Formation de Histrìa (Dobrogea Centrale, Précambrien supérieur-Cambrien inférieur).
Impression de type médusoïde.



FIGURE 2. Formation de Histrìa (Dobrogea Centrale, Précambrien supérieur-Cambrien inférieur).
Traces de déplacement sur la surface de stratification.



FIGURE 3. Formation de Histria (Dobrogea Centrale, Précambrien supérieur-Cambrien inférieur). Traces d'activité organique non-identifiées.

vant des nombreuses traces de vie datant du Précambrien supérieur- Cambrien inférieur est d'une importance scientifique majeure et il a été proposé sa conservation et sa protection, en l'incluant dans la Réserve Naturelle Casimcea-Războieni (Département de Tulcea, Oaie, 1994). Les conditions d'affleurement sont en effet assez particulières, car ces traces se disposent sur une grande dalle représentant la surface de couche qui est continuellement exposée aux intempéries. Il apparaît donc nécessaire d'envisager une série des mesures spécifiques destinées à assurer la protection de ces traces : la réalisation des moulages pour reconstituer la surface entière dans le cadre d'un musée accompagné par des méthodes visant la conservation *in situ* pour la sauvegarde de la dalle. Des mesures adéquates sont à envisager pour éviter la destruction ou l'extraction de ces fossiles par des visiteurs ou collectionneurs très peu respectueux de ce patrimoine. Malheureusement, bien que cette zone se trouve sur le territoire d'une aire protégée, elle n'a pas encore été prise véritablement en garde ou en administration, ce qui fait que, pour l'instant, les traces fossiles ne sont pas protégées de manière efficace.

Dans la partie ouest de Dobrogea de Nord, au sein de l'Unité de Măcin, des formations paléozoïques affleurent sur une large surface. Plus précisément, dans le cadre de la Formation paleozoïque supérieur de Carapelit ont été identifiés des ichnofossiles de type *Planolites*, Nicholson, 1873 qui ont permis une reconstitution paléoenvironnementale (Seghedi & Oaie, 1986, Oaie, 2001) en accord avec le caractère continental des dépôts.

Le plus grand nombre de traces fossiles a été décrit dans la partie NE de Dobrogea de Nord dans des dépôts d'âge dévonien affleurant entre les localités Mahmudia et Beştepe (sur la rive droite du bras Sf. Gheorghe), sur la colline Beilia Mare et au sud de la localité Nufăru (Mirăuță, 1967 ; Oaie, 1989). On trouve ici de nombreuses traces appartenant au Faciès à *Nereites* (Oaie, 1989 ; Oaie & Brustur, 1999; Oaie, 2001) représentées par les ichnogénres *Chondrites*, Stenberg, 1883, *Helminthoida*, Schafhautl, 1851, *Helminthopsis*, Heer, 1877, *Protopalaeodictyon*, Ksiazkiewicz, 1958 et *Scolicia*, de Quatrefages, 1849, très bien conservées sur la surface des niveaux argileux. Ces sédiments se sont déposés initialement dans un environnement turbiditique distal qui a été mis en évidence dans le cadre de la Formation Beştepe. L'ichnofaciès à *Nereites* (Seilacher, 1964) indique un milieu marin, bien oxygéné, avec des profondeurs de quelques centaines de mètres et un apport significatif de matière organique transportée par les courants marins de fond.



FIGURE 4. Formation de Beştepe (Dobrogea de Nord, Dévonien). Ichnogénre *Helminthoida*, Schafhautl, 1851.

Cet ensemble de traces fossiles ci-dessus décrit se retrouve de manière spectaculaire dans les affleurements du Dévonien qui sont exposés sur la rive droite du bras Sf. Gheorge, du côté de la localité Ilgani. A partir d'une surface de couche (argilite) ont été décrites des traces fossiles ayant des formes diverses : radiaires, méandriques, polygonales avec des dimensions millimétriques à décimétriques et des longueurs variables (Oaie, 2001) (Fig. 4). Malheureusement, suite aux pluies abondantes de ces dernières années, la surface à ichnofossiles a été recouverte par des mousses et des

lichens, ce qui rend extrêmement difficile l'observation de ces traces. De plus, une partie de l'affleurement a été soumise à des glissements de terrain en raison d'un substrat friable ; cette situation est préoccupante car l'état de dégradation est potentiellement progressif. Sans des mesures adéquates de protection, cet affleurement particulièrement riche en fossiles risque de disparaître à jamais.

4. CONCLUSIONS

Les traces fossiles présentent une importance particulière en paléoécologie, en apportant des informations qui permettent des reconstitutions paléoenvironnementales (profondeur des eaux, degré d'oxygénation, apport en nutriments, etc). L'ichnofaune de Dobrogea a un caractère unique en Roumanie et l'ensemble des données qui peuvent en être déduites s'avèrent bien utiles pour décrypter l'histoire des environnements sédimentaires à partir du Précambrien supérieur jusqu'à la fin du Paléozoïque.

Les traces fossiles de Dobrogea constituent une source précieuse d'informations qui apporte un volet de plus dans l'éclairage de cette partie encore peu connue de l'histoire de la vie sur Terre, entre l'apparition des premiers organismes plus complexes il y a 570 millions d'années jusqu'à la fin du Paléozoïque il a 250 millions d'années. Des traces fossiles similaires à celles décrites en Dobrogea sont connues ailleurs dans le monde (ex : Australie, Amérique de Nord, Europe) et, dans l'ensemble, représentent des témoignages de l'évolution de la vie.

Il est certain que les sites fossilifères à ichnofaune de Dobrogea, surtout ceux qui se développent sur des grandes superficies, présentent un intérêt majeur pour la recherche scientifique; ils sont par ailleurs constamment visités à l'occasion de manifestations scientifiques géologiques (Grădinaru et al., 1995; Oaie et al., 1996; Seghedi et al., 1999). Un autre aspect tout aussi important doit être envisagé, celui de la conservation ces sites. Bien protégés et aménagés, ils peuvent devenir de réels musées à l'air libre et donc un excellent outil pédagogique pour les spécialistes, étudiants, élèves et plus généralement pour le grand public.

REMERCIEMENTS

La publication de ce livre a été rendue possible grâce au soutien généreux de l'Ambassade de France à Bucarest à travers « Le Service de coopération et d'action culturelle », représenté par M. Michel Farine, Attaché de coopération universitaire et scientifique et par M. Denis Soriot, Conseiller de coopération et d'action culturelle/Directeur de l'Institut français de Bucarest.

J'aimerais souligner l'implication majeure de L'Institut National de Recherche-Developpement dans le domaine de la Géologie et Géoécologie Marine (Institutul

Național de Cercetare-Dezvoltare pentru Geologie și Geoecologie Marină – GeoEcoMar) pour la publication de ce livre.

RÉFÉRENCES

- GRĂDINARU, E., SEGHEDI, A., OAIE, GH. 1995, Field Guidebook, Central and North Dobrogea, IGCP Project no. 369 "Comparative evolution of Peritethyan Rift Basins", Mamaia, 1995, 75 p.
- JORDAN M., 1974, Studiul faunei devonien inferioare din Dealurile Bujoarele (Unitatea de Măcin - Dobrogea de N). *D.S. Inst. Geol.*, LX/3, 33-70.
- JIPA, D., 1970, Cercetari sedimentologice in depozitele Proterozoic superioare (sisturi verzi) din Dobrogea. *An. Inst. Geol.*, XXXVIII, 51-110.
- MIRĂUȚĂ, O., 1967, Devonianul si Triasicul din zona colinelor Mahmudiei (Dobrogea de nord), *D.S. Com. Geol.*, LII/2, 115-130.
- OAIE, GH., 1989, Trace fossils in the Bestepe Formation, North Dobrogea. CBGA, 14th Congr. Sofia (Bulgaria), Extended abstracts, 5, 743-747.
- OAIE, GH., 1992, Trace of organic activity in the Greenschist Series of Central Dobrogea. *Rev. Roum. Geol., Geoph., Geogr. Ser. Geol.*, 37, 77-81.
- OAIE, GH., 1994, Necesitatea protejării urmelor de activitate organică de vârstă Precambrian superior din cadrul Seriei și sisturilor verzi din Dobrogea centrală. *Ocotirea Naturii și Mediului Înconjurător*, 37/2, 133-138.
- OAIE, GH., 1999, Sedimentologia si tectonica Seriei sisturilor verzi din Dobrogea centrala si prelungirea ei in acvatoriul Marii Negre. Teza de doctorat. Universitatea Bucuresti. Înedit.
- OAIE, GH., 2001, Structuri sedimentare biogene (traces fossils) în depozitele paleozoice ale Dobrogei de Nord. *Studii și Cercetări de Geologie*, 43-44 (1998-1999), 59-68.
- OAIE, GH., BRUSTUR, T., 1999, *Nereites* ichnofacies in the Paleozoic of North Dobrogea. *Romanian Journal of Tectonics and Regional Geology*, 77, suppl. 1, 71.
- OAIE, G., SEGHEDI, A., STĂNICĂ, A., 1996, Excursion guide D3 – Sedimentology of the Late Proterozoic turbidites from Central Dobrogea. *An. Inst. Geol. Rom.*, 69, suppl. 5, 34 p.
- OAIE, GH., SEGHEDI, A., RĂDAN, S., VAIDA, M., 2005, Sedimentology and source areas for the Neoproterozoic-Lower Cambrian turbidites from East Moesia. *Geologica Belgica*, 8/4, 78-105.
- SEILACHER, A., 1964, Biogenic sedimentary structures. In Imbrie and Newell (eds). New York, *Approaches to Paleontology*, 296-316.
- SEGHEDI, A., OAIE, GH., 1986, Formațiunea de Carapelit (Dobrogea de Nord): faciesuri și structuri sedimentare. *D.S. Inst. Geol., Geof. Ser. Geol.*, 70-71/4, 19-36.

SEGHEDI, A., OAIIE, GH., IORDAN, M., AVRAM, E., TATU, M., CIULAVU, D., VAIDA, M., RĂDAN, S., NICOLAE, I., SEGHEDI, I., SZAKÁCS, AL., DRĂGĂNESCU, A., 1999, Excursion Guide of the Joint Meeting of EURO-PROBE TESZ, PANCARDI and Georift Projects "Dobrogea – the interface between the Carpathians and the Trans-European Suture Zone; Geology and structure of the Precambrian and Paleozoic basement of North and Central Dobrogea; Mesozoic history of North and Central Dobrogea". Romanian Journal of Tectonics and Regional Geology, 77, suppl. no. 2, 72 p.

SIMIONESCU, I., 1924, Fauna devonă din Dobrogea. *An. Acad. Rom. Mem.*, III/2, 1-16.

TRÉSORS DU FOND DES BOIS D'AUTREFOIS (BOIS PÉTRIFIÉS DU MUSÉE NATIONAL DE GÉOLOGIE DE BUCAREST)

Stănilă IAMANDEI et Puica Eugenia IAMANDEI

*Institut Géologique de Roumanie (IGR) - Musée National de Géologie, 2 rue Kiseleff, Bucarest, Roumanie
iamandei@gmail.com*

Abstract. The collection of Palaeobotany of IGR, hosted by the National Museum of Geology, Bucharest, contains the collection of fossil woods from Romania among its many lots. Romanian specialists have so identified the native trees of various petrified forests (Miocene, Cretaceous or Jurassic in age) from the Carpathian. This collection of fossil woods is of great scientific value, and some of them are holotypes of new species. These are the treasures of the very ancient forests.

Key words. Petrified woods and forests, Gymnosperms, Angiosperms, collection, scientific value

1. INTRODUCTION

Par définition, une collection scientifique rassemble un ensemble d'objets généralement collectionnés avec rigueur. Bien que, à priori, on ait la connaissance de chaque objet d'une collection, il n'est pas rare, d'y dénicher des pièces d'une grande valeur. Le Musée géologique de l'Institut Géologique de Roumanie abrite les collections de géologie, de paléontologie et de minéralogie (<http://www.geology.ro/>). Ces collections historiques ont commencé à être réunies ici depuis le commencement du XX^{ème} siècle et leur valeur scientifique est inestimable pour les spécialistes des différents domaines. Bien souvent, l'importance des collections est en rapport avec la dynamique des idées scientifiques à travers le temps.

La collection paléontologique compte plus de 22000 échantillons d'animaux fossiles et jusqu'à 6000 échantillons de plantes fossiles. Parmi ces derniers on comptait seulement un petit nombre d'échantillons de bois pétrifié, en majeure partie non localisés précisément, sans constituer réellement une collection digne de ce nom. Mais récemment, un nouveau lot de plus de 1500 échantillons de bois fossile pétrifié de Roumanie a été apporté par nous, avec aussi des échantillons qui proviennent de Moldavie (de Bessarabie), de Grèce, d'Italie, d'Allemagne, de Bulgarie.

Ce lot, qui représente un vrai trésor de grande valeur pour le monde scientifique, est en cours d'intégration dans les collections de notre musée.

Nous avons étudié, décrit, identifié et publié une bonne partie de cette collection et nous continuons à le faire en dépit de tous les problèmes plus ou moins scientifiques. Les résultats des études sur les forêts pétrifiées de Roumanie ont été communiqués à des symposiums et des congrès nationaux ou internationaux et deux thèses de doctorat sur ce sujet ont été réalisées: Iamandei S., 2002; Iamandei E., 2004.

2. LES BOIS PÉTRIFIÉS

Le bois pétrifié est un bois fossilisé où la matière organique a été remplacée par des minéraux, tout en gardant la structure originale du bois. Le phénomène de pétrification est un processus complexe qui exige plusieurs conditions. Tout d'abord, l'arbre doit se trouver dans un environnement anaérobique à l'abri de l'activité destructrice des associations fungo-bactériennes qui accélèrent le pourrissement. Il doit être enfoui dans un milieu humide qui favorise la circulation de solutions minéralisatrices. En effet la pétrification a lieu par l'infiltration de solutions saturées de minéraux dans les structures cellulaires et les espaces intercellulaires. Piégées ainsi, les solutions peuvent précipiter, en général en phase amorphe comme le dioxyde de silice, ou le carbonate de calcium, le phosphate de calcium, la limonite, etc.

La minéralisation avec le carbonate calcium, sous forme de calcite, peut être sujette à des recristallisations, ce qui provoque la destruction des détails cellulaires ultrafins.

La minéralisation avec de la silice amorphe permet la conservation parfaite des détails de la microstructure. Ce type de minéralisation est généralement lié à la fossilisation dans des roches riches en matériel d'origine volcanique. Des chutes massives de cendres dans la zone où a lieu la pétrification peut ensevelir la forêt qui sera ainsi fossilisée en cet état. Par ailleurs, des coulées pyroclastiques, des lahars peuvent détruire, enterrer ou transporter les arbres d'une forêt. Le modèle des volcans à lahar actuels est à cet égard démonstratif, et l'éruption du volcan St. Helens de 1980 en est un bon exemple (Lipman & Mullineaux, 1981; Foxworthy & Hill, 1982; Franklin & MacMahon, 2000).

L'intérêt des études sur les bois pétrifiés est multiple. L'étude systématique (paléoxylotomie, paléoxylologie) permet d'évaluer la composition taxonomique de la forêt fossile. On peut ainsi découvrir des morphotaxons plus ou moins équivalents des taxons actuels. A partir de ces résultats, on peut comprendre les processus de fossilisation et envisager la reconstitution des paléoenvironnements et même de la paléogéographie des alentours du site étudié.

La signification réelle de l'expression «Forêts Pétrifiées» se réfère à une agglomération des troncs pétrifiés en position de croissance, découverts sur une surface limitée, constituant un site fossilifère. On doit aussi y rapporter le cas de quelques agglomérations de troncs pétrifiés, couchés et déplacés de leur position originelle, le transport n'étant jamais effectué sur des longues distances

3. BOIS PÉTRIFIÉS EN ROUMANIE

3.1. Travaux antérieurs

La première forêt pétrifiée décrite en Roumanie est la Forêt Pétrifiée Oligocène supérieur de NW de Transylvanie, dont la Collection des bois pétrifiés se trouve au Musée Géologique de l'Université Babeş-Bolyai de Cluj Napoca, décrite par Petrescu (1969, 1978) et Petrescu & Blidaru (1972), qui ont identifié 37 taxons (Tab. 1).

3.2. Nouveaux apports

Les recherches menées plus récemment nous permettent de faire état de plusieurs autres forêts fossiles décrites dans les Carpates ; une partie de ces échantillons est encore à l'étude.

- Une forêt du Miocène moyen dans les monts Zarand, décrite par Iamandei (2002);
- Une forêt du Crétacé supérieur dans les monts Apuseni de sud décrite par Iamandei (2004);
- Une forêt du Crétacé inférieur trouvée en Dobrogea de sud, décrite par Iamandei E., (2004);
- Une forêt du Jurassique inférieur des Carpates méridionales, en cours d'étude.

Au fil de l'histoire géologique des Carpates, à plusieurs moments, des conditions favorables à la pétrification du bois ont été réunies. Nous avons découvert plusieurs sites qui sont le témoignage des ces forêts anciennes. Ces recherches ont permis l'inventaire et la description des taxons que nous apprécions de plus en plus significatifs. Il n'est pas sans intérêt de rappeler que le nombre des taxons décrits sur un site est proportionnel à la période de temps consacrée à l'étude systématique (Givulescu, 1997).

La forêt pétrifiée du Miocène moyen de Zarand a fourni une collection de plus de 800 échantillons de bois pétrifié trouvés dans une formation volcano-sédimentaire autour de la structure Tălagiu. La collection est hébergée maintenant au Musée National de Géologie de l'Institut Géologique de Roumanie. Une partie en a été décrite par Iamandei (2000, 2002) et Iamandei & Iamandei (1997-2005), Iamandei et al. (2004, 2006), qui ont identifié jusqu'à 44 taxons (Tab. 2).

TABLEAU 1: Oligocène supérieur de Transylvanie

Le nom du taxon fossile	Taxon équivalent actuel
Gymnospermae	
<i>Sequoioxylon giganteoides</i> (HUARD) PETRESCU 1978	<i>Sequoiadendron</i>
<i>S. gypsaceum</i> (GOEPPERT) GREGUSS 1967 (in Petrescu, 1978)	<i>Sequoia sempervirens</i>
<i>Callitrixylon gallicum</i> PRIVE & BOUREAU, 1968 (in Petrescu, 1978)	<i>Calitris ?/Cupressus</i>
<i>Cupressinoxylon</i> sp.	<i>Cupressus</i>
Angiospermae	
<i>Laurinoxylon czechense</i> PRAKASH, BREZ. & BUZEK 1971 (in Petrescu, 1978)	<i>Ocotea</i>
<i>L. oligocaenicum</i> f. <i>miniporosum</i> (PRAK., BREZ. & AVASHTI) PETRESCU, 1978	<i>Cinnamomum</i>
<i>Laurinoxylon perseamimatum</i> PETRESCU, 1978	<i>Persea</i>
<i>Laurinoxylon</i> sp.	Lauraceae
<i>Quercoxylon praehectoides</i> PETRESCU, 1978	<i>Quercus</i>
<i>Quercoxylon justiniani</i> PETRESCU, 1978	<i>Quercus</i>
<i>Quercoxylon latefusiradiatum</i> PETRESCU, 1978	<i>Quercus</i>
<i>Quercoxylon mixtum</i> PETRESCU, 1978	<i>Quercus</i>
<i>Quercoxylon viticulosum</i> (UNGER) MULL. STOLL & MADEL (in Petrescu, 1978)	<i>Quercus</i>
<i>Q. cf. helictoxyloides</i> (FELIX) MULL. - STOLL & MADEL (in Petrescu, 1978)	<i>Quercus</i>
<i>Lithocarpoxyton princeps</i> PETRESCU, 1978	<i>Lithocarpus</i>
<i>Lithocarpoxyton oligocaenicum</i> PETRESCU, 1978	<i>Lithocarpus</i>
<i>Lithocarpoxyton contortum</i> PETRESCU, 1978	<i>Lithocarpus</i>
<i>Platanoxylon</i> cf. <i>bruxellense</i> (STOKMANS) PETRESCU, 1978	<i>Platanus</i>
<i>Celtixylon dacicum</i> (PETRESCU) PETRESCU, 1978	<i>Celtis</i>
<i>Zelkovoxyton dacicum</i> PETRESCU, 1978	<i>Zelkova</i>
<i>Tetrapleuroxyton communis</i> PETRESCU, 1978	<i>Tetrapleura/Acacia?</i>
<i>Entandrophragmoxyton lateparenchimosum</i> PETRESCU, 1978	<i>Entandrophragma</i>
<i>Carapoxyton heteroradiatum</i> PETRESCU, 1978	<i>Carapa</i>
<i>Icacinoxylon romanicum</i> PETRESCU, 1978	Icacinaceae
<i>Icacinoxylon densiporosum</i> PETRESCU, 1978	Icacinaceae
<i>Icacinoxylon densiradiatum</i> PETRESCU, 1978	Icacinaceae
<i>Icacinoxylon crystallophorum</i> GREGUSS 1967 (in Petrescu, 1978)	Icacinaceae
<i>Icacinoxylon</i> cf. <i>platanoides</i> GREGUSS 1967 (in Petrescu, 1978)	Icacinaceae
<i>Icacinoxylon</i> sp. 1, 2	Icacinaceae
<i>Nysoxyton romanicum</i> PETRESCU	<i>Nyssa</i>
<i>Guttiferoxyton prambachense</i> HOFFMAN 1967	<i>Guttifera</i>
<i>Manilkaroxylon bohemicum</i> PRAK., BREZ. & BUZEK 1967 (in Petrescu, 1978)	<i>Manilkara</i>
<i>Diospiroxyton knolli</i> (HOFFMANN) PETRESCU, 1978	<i>Diospiros</i>
<i>Palaeosideroxyton densiporosum</i> PETRESCU, 1978	<i>Sideroxyton</i>
<i>Dicotyloxyton</i> sp. 1, 2	Dicotyledonate

TABLEAU 2: Miocène moyen de Zarand

Le nom du taxon fossile	Taxon équivalent actuel
Gymnospermae	
<i>Tetraclinoxylon romanicum</i> IAMANDEI&IAMANDEI 2000	<i>Tetraclinis articulata</i>
<i>Thujoxyylon</i> sp.	<i>Thuja, Cupressus</i>
<i>Chamaecyparixylon</i> cf. <i>polonicum</i> (KRAEUSEL) CHUD. 1958	<i>Chamaecyparis</i>
<i>Chamaecyparixylon</i> sp.	<i>Chamaecyparis</i>
<i>Cupressinoxylon</i> sp.	<i>Cupressus</i>
<i>Taxodioxyylon taxodii</i> GOTHAN 1906	<i>Taxodium distichum</i>
<i>Sequoioxylon gypsaceum</i> (GOEPPERT) GREGUSS 1967	<i>Sequoia sempervirens</i>
<i>S. multiseriatum</i> (RAMANUJAM & STEWART) IAMANDEI 2002	<i>Sequoia sempervirens</i>
<i>Sequoioxylon</i> sp.	<i>Sequoia</i> sp.
<i>Pinuxylon marinasii</i> IAMANDEI & IAMANDEI 2000	<i>Pinus pinea</i>
<i>Pinuxylon parryoides</i> (GOTH.) KRAUSEL em.VAN der BURGH 1964	<i>Pinus parryana</i>
<i>Pinuxylon</i> cf. <i>parryoides</i> (GOTH.) KRAUSEL em. VAN der BURGH 1964	<i>Pinus parryana</i>
<i>Pinuxylon</i> sp.	<i>Pinus balfouriana</i> ?
Angiospermae	
<i>Magnolioxylon transylvanicum</i> NAGY & MÂRZA 1967	<i>Magnolia</i> sp.
<i>Magnolioxylon scandens</i> SCHÖNFELD 1958 : (Iamandei; 2002)	<i>Magnolia, Talauma</i>
<i>Magnolioxylon</i> sp.	<i>Magnolia</i> sp.
<i>Cinnamomoxylon intermedium</i> (HUARD) GOTTWALD 1997	<i>Cinnamomum</i> sp.
<i>Cinnamomoxylon aromaticum</i> FELIX 1887	<i>Persea</i> sp.
<i>Cinnamomoxylon</i> sp.	<i>Cinnamomum</i> sp.
<i>Liquidambaroxylon speciosum</i> FELIX 1884	<i>Liquidambar styraciflua</i>
<i>Eucaryoxylon zarandense</i> IAMANDEI & IAMANDEI 2000,	<i>Carya</i> sp.
<i>Rhysocaryoxylon pravalense</i> IAMANDEI & IAMANDEI 2000	<i>Juglans neotropica</i>
<i>Rhysocaryoxylon ocii</i> IAMANDEI & IAMANDEI 2000	<i>Juglans regia</i>
<i>Rhysocaryoxylon transsylvanicum</i> IAMANDEI & IAMANDEI 200	<i>Juglans nigra</i>
<i>Pterocaryoxylon</i> sp.	<i>Pterocarya</i> sp.
<i>Fagoxyylon subcaucasicum</i> PRIVÉ 1969,	<i>Fagus orientalis</i>
<i>Fagoxyylon cristallophorum</i> VAN DER BURGH 1973,	<i>Fagus orientalis/sylvatica?</i>
<i>Quercoxyylon sarmaticum</i> STAROSTIN & TRELEA 1969,	<i>Quercus robur</i>
<i>Alnoxyylon</i> sp.	<i>Alnus cordata</i>
<i>Populoxylon tremuloides</i> IAMANDEI & IAMANDEI 2000,	<i>Populus tremula</i>
<i>Populoxylon</i> sp. (cf. <i>Populus alba</i> L.)	<i>Populus alba</i>
<i>Salicoxylon basilicum</i> IAMANDEI & IAMANDEI 2000,	<i>Salix cinerea</i>
<i>Nysoxyylon petrescui</i> IAMANDEI & IAMANDEI 2000,	<i>Nyssa</i> sp.
<i>Icacinoxylon</i> sp.	Icacinaceae
<i>Paraphyllanthoxylon botarii</i> Iamandei 2002,	<i>Phyllanthus</i> sp.
<i>Piranheoxylon perfectum</i> Iamandei 2002,	<i>Piranhea</i> sp.
<i>Aceroxylon palaeosaccharinum</i> GREGUSS 1943 emmend. Iamandei	<i>Acer saccharinum</i>
<i>Aceroxylon zarandense</i> IAMANDEI & IAMANDEI 2000,	<i>Acer cappadocicum</i>
<i>Aceroxylon pravalense</i> IAMANDEI & IAMANDEI 2000,	<i>Acer campestre</i>
<i>Fraxinoxylon prambachense</i> HOFMANN, 1952	<i>Fraxinus excelsior</i>
<i>Fraxinoxylon crisi</i> IAMANDEI & IAMANDEI 2000,	<i>Fraxinus americana</i>
<i>Fraxinoxylon komlosense</i> GREGUSS 1969	<i>Fraxinus ornus</i>
<i>Rhizopalmoxyylon</i> sp.	Palmae (radicules)

TABLEAU 3: Crétacé supérieur du Corridor de Mureș

Le nom du taxon fossile	Taxon équivalent actuel
Gymnospermae – Protopinaceae	
<i>Telephragmoxylon transsylvanicum</i> IAMANDEI, IAMANDEI & CODREA 2005	Taxodiaceae ?
<i>Prototaxodioxylon marisii</i> IAMANDEI & IAMANDEI, 2004,	Taxodiaceae ?
<i>Dammaroxylon formosum</i> IAMANDEI & IAMANDEI, 2004,	Araucariaceae
<i>Agathoxylon ultimis</i> IAMANDEI & IAMANDEI, 2004,	Araucariaceae
<i>Araucarioxylon</i> sp., (in Petrescu & Nutu, 1971),	Araucariaceae
<i>Protopinuxylon auriferum</i> IAMANDEI & IAMANDEI, 2008,	Pinaceae ?
(Proto?) <i>Pinuxylon</i> sp. (in Petrescu & Nutu, 1971)	Pinaceae ?
Angiospermae	
<i>Laurinoxylon neagui</i> IAMANDEI & IAMANDEI, 1998,	<i>Cinnamomum</i>
<i>Laurinoxylon vinti</i> IAMANDEI & IAMANDEI, 2006,	<i>Cinnamomum</i> , <i>Persea</i>
<i>Laurinoxylon oleiferum</i> IAMANDEI & IAMANDEI, 2006,	<i>Persea</i>
<i>Laurinoxylon marisii</i> IAMANDEI & IAMANDEI, 2006,	<i>Persea</i>
<i>Laurinoxylon (Perseoxylon) aromaticum</i> FELIX 1887,	<i>Persea</i>
<i>Laurinoxylon</i> sp. (in Petrescu & Nutu, 1971),	Lauraceae
<i>Platanoxylon catenatum</i> SÜSS & MÜLLER-STOLL (Iam.&Iam., 2001)	<i>Platanus</i>
<i>Fagoxylon cretaceum</i> IAMANDEI & IAMANDEI, 2006,	<i>Fagus</i>
<i>Castanoxylon bostinescui</i> IAMANDEI & IAMANDEI, 2006	<i>Castanea</i>
<i>Quercoxylon auriferum</i> PETRESCU & LISZKAY, 1969	<i>Quercus</i>
<i>Sapotoxylon</i> sp. (?),	Sapotaceae
<i>Manilkaroxylon</i> sp. (?),	<i>Manilkara</i> sp.
<i>Mastixioxylon microporosum</i> GOTTWALD (Iamandei & Iamandei 2001)	<i>Mastixia</i>
<i>Icacinoxylon tyleradiatum</i> IAMANDEI & IAMANDEI 1998,	Icacinaceae
<i>Icacinoxylon miristicoides</i> IAMANDEI & IAMANDEI, 2006,	Icacinaceae
<i>Icacinoxylon crystallophorum</i> GREGUSS 1967,	Icacinaceae
<i>Paraphyllanthoxylon bacense</i> IAMANDEI & IAMANDEI 2000,	<i>Phyllanthus</i> ?
<i>Securinegoxylon bacense</i> IAMANDEI & IAMANDEI 2000,	<i>Securinega</i>
<i>Euphorbioxylon remyi</i> GREGUSS 1967	Euphorbiaceae
<i>Dicotyloxylon</i> aff. <i>Laurinoxylon</i>	?Lauraceae
<i>Dicotyloxylon</i> aff. <i>Sapotoxylon</i>	?Sapotceae
<i>Dicotyloxylon</i> aff. <i>Manilkaroxylon</i>	?Sapotaceae
<i>Dicotyloxylon</i> aff. <i>Icacinoxylon</i>	?Icacinaceae
<i>Dicotyloxylon</i> aff. <i>Euphorbioxylon</i>	?Euphorbiaceae
<i>Palmoxylon techerense</i> IAMANDEI & IAMANDEI 2006,	<i>Sabal</i>
<i>Palmoxylon auriferum</i> IAMANDEI & IAMANDEI, 2006	<i>Sabal</i>

Une autre forêt pétrifiée décrite en Roumanie est « La Forêt Pétrifiée du Crétacé supérieur des monts Apuseni de sud, le Corridor de Mureş », dont la collection des plus de 200 échantillons de bois pétrifiés se trouve maintenant au Musée Géologique de l'Institut Géologique de Roumanie. Cette collection a été décrite par Iamandei (2004) et Iamandei & Iamandei (1997-2004), Iamandei et al. (2005), qui ont identifié environ 33 taxons (Tab. 3).

Une autre forêt pétrifiée de Roumanie partiellement esquissée est « La Forêt Pétrifiée du Crétacé inférieur de Dobrogea de sud », dont la collection récemment agrandie au plus de 20 échantillons bois pétrifiés (carbonisés, silicifiés et phosphatisés) provenant des formations Aptiennes et Albiennes, collection qui se trouve au Musée Géologique de l'Institut Géologique de Roumanie, partiellement décrite par Iamandei (2004) et Iamandei & Iamandei (1999, 2004, 2005), qui ont identifié d'ici 5 taxons, jusqu'à présent (Tab. 4).

Une nouvelle forêt pétrifiée de Roumanie encore à l'étude est « La Forêt Pétrifiée du Jurassique inférieur des Carpates Méridionales », dont la collection récemment agrandie de plus de 70 échantillons bois pétrifiés (silicifiés) provenant des formations liasiques. Cette collection collectée en majeure partie par le professeur Eugen Grădinaru ou par nous, conjointement avec lui, représente également un vrai trésor. Elle doit se trouver au Musée National de Géologie de l'Institut Géologique de Roumanie, car les premières identifications faites par nous ont été communiquées dans quelques Symposiums et sont en train d'être publiées. On ne peut donner encore une liste des arbres identifiés mais on peut discuter des espèces de *Protocupressinoxylon*, de *Brachioxylon*, de *Baieroxylon*, etc.

TABEAU 4: Crétacé inférieur de Dobrogea de Sud

Le nom du taxon fossile	Taxon équivalent actuel
Gymnospermae – Protopinaceae	
<i>Protocupressinoxylon dragastani</i> IAMANDEI & IAMANDEI 1999	Cupressaceae
<i>Chamaecyparixylon privegilii</i> IAMANDEI & IAMANDEI 1999	Chamaecyparis
<i>Brachioxylon dobrogiacum</i> IAMANDEI & IAMANDEI 2005	Conifère éteinte
<i>Brachioxylon avramii</i> IAMANDEI & IAMANDEI 2005	Conifère éteinte
<i>Brachioxylon</i> sp. (in Iamandei, E. 2004)	Conifère éteinte

4. DISCUSSION

Les sites fossilifères de bois pétrifiés de Roumanie constituent un trésor pour l'instant encore peu connu en comparaison avec les sites renommés de Madagascar, d'Arizona, de Chemnitz ou de Patagonie. Nos efforts s'inscrivent par ailleurs dans une démarche d'avenir qui ne vise pas seulement « l'exploitation » scienti-

fique, mais également la révélation de l'importance patrimoniale à travers les collections et ensuite l'impact pour le grand public.

Sur le plan scientifique, l'étude des bois pétrifiés révèle constamment de nouvelles données. Ainsi, du Jurassique moyen nous avons déjà décrit un *Cycadoxylon* (Iamandei et al. 2003) bois très rarement préservé dans la nature. Le site est en cours d'étude, quelques dizaines d'échantillons ont été collectés et vont intégrer la collection du Musée National de Géologie de l'Institut Géologique de Roumanie. A la recherche des forêts des plus en plus anciennes, aurons-nous une chance de trouver une forêt pétrifiée du Permien ? De cet âge il n'y a en effet que peu d'identifications, dont certaines approximatives ; un seul échantillon a été décrit correctement par nous, comme *Dadoxylon transylvanicum* Iamandei, Iamandei & Dragăstan, 2003, une nouvelle espèce de conifère éteint des Carpates. Nos recherches vont également être dirigées vers d'autres collections qui se trouvent dans différents musées de Roumanie et qui seront inventoriées et échantillonnées notamment pour étude systématique.

Sur le plan des collections, des efforts sont constamment déployés pour intégrer les collections de bois pétrifiés dans les collections et les bases de données du Musée Géologique de l'Institut Géologique de Roumanie. Malheureusement les temps historiques n'ont pas été toujours favorables à cette démarche. Mais en tant que chercheurs nous avons la conscience que ce trésor fait partie du patrimoine scientifique et nous y attachons une attention particulière pour la sauvegarder et la faire connaître.

Bien que la valeur scientifique et patrimoniale des bois pétrifié soit une évidence, sur le plan du grand public elle est transformée malheureusement, comme d'ailleurs dans le cas de beaucoup des fossiles, en valeur purement mercantile. Il est consternant de voir des sites internet qui mettent en vente des bois pétrifiés provenant des gisements fossilifères qui sont ainsi pillés de manière sauvage. Extraits du contexte géologique, ces échantillons deviennent en effet des « objets » à vendre, notamment pour leur aspect esthétique. Bien que nous mêmes nous soyons également sensibles à la beauté de ce type de fossilisation, nous ne pouvons pas accepter cette dérive.

C'est ainsi que notre rôle de scientifiques et de conservateurs se prolonge avec un devoir de faire connaître au grand public l'importance historique des fossiles et de cultiver ainsi le respect pour les vraies valeurs. C'est encore un long chemin à faire.

5. CONCLUSIONS

Les bois d'autrefois nous ont laissé beaucoup des fossiles qui peuvent être considérés comme des vrais trésors. Nos recherches, menées dans plusieurs sites des Carpates, nous ont permis de mettre en évidence quelques forêts pétrifiées :

une forêt du Miocène moyen du Zarand, une forêt du Crétacé supérieur des monts Apuseni de sud, une forêt du Crétacé inférieur de Dobrogea. Une forêt du Jurassique inférieur est maintenant en cours d'étude.

Toutes les collections de bois pétrifiés du Musée National de Géologie de Bucarest sont l'objet de travaux en cours. Par ailleurs, d'autres collections qui se trouvent dans différents musées de Roumanie seront inventoriées et échantillonnées.

L'intérêt scientifique de ces collections est mis en valeur par la découverte de nouvelles espèces, par l'inventaire de détail et par les reconstitutions paléoenvironnementales et paléogéographiques.

Nous pouvons désormais considérer la collection du Musée National de Géologie comme la plus importante collection de bois fossiles de Roumanie et peut être une des plus conséquentes du sud-est de l'Europe.

REMERCIEMENTS

Nos remerciements vont à Simona Saint Martin et Jean-Paul Saint Martin qui nous ont suggéré de faire cette courte analyse des collections de bois fossile du Musée Géologique, des collections, peu connues pour du public, mais aussi des scientifiques paléontologues ou paléobotanistes.

Cette communication a été réalisée par le soutien financier du projet ID_584/2009, contrat no. 1074/2009, UEFISCSU-CNCSIS.

RÉFÉRENCES

- FOXWORTHY, B.L. & HILL, M., 1982, Volcanic Eruptions of 1980 at Mount St. Helens. The First 100 Days. *U.S. Geological Survey Professional Paper*, 1249, 0-125.
- FRANKLIN, J. F., MACMAHON, J., A., 2000, Messages from a Mountain, *Science*, 288: 1183-1185.
- GIVULESCU, R., 1997, Istoria padurilor fosile din Terțiarul Transilvaniei, Banatului, Crișanei și Maramureșului. Edit. Carpatica, Cluj-Napoca, 172p.
- IAMANDEI, E., 2004. The study of Fossil Wood from Cretaceous-Paleocene Deposits of Romania. Ph.D. Thesis, Library of Faculty of Geology and Geophysics, University of Bucharest, unpub.
- IAMANDEI E., IAMANDEI, S., 1997, Xylotomy on Some Fossil Trunks of Dicots from Techereu (Upper Maastrichtian-Lower Paleogene), Metalliferous Mountains. *Acta Paleontologica Romaniae*, 1, 107-112.
- IAMANDEI, E., IAMANDEI, S., 1998, A Badenian Ebenaceous Wood from the western margin of the Dacic Basin. *Acta Horti Botanicae Bucurestiensis*, 26, 191-195.

- IAMANDEI, E., IAMANDEI, S., 1999, Mastixioxylon microporosum GOTTWALD 1992, in the Southern Metalliferous Mts. *Acta Horti Botanicae Bucurestiensis*, 27, 233-238.
- IAMANDEI, E., IAMANDEI, S., 1999, Platanoxylon catenatum SÜSS & MÜLLER-STOLL 1977, in Bacea area, Metalliferous Mts. *Revue Roumaine de Géologie*, 42, 65-67.
- IAMANDEI, E., IAMANDEI, S., 1999, Bois fossiles de Conifères dans l'Aptien de Dobroudja de Sud, Romania. *Acta Paleontologica Romaniae*, 2, 191-199.
- IAMANDEI, E., IAMANDEI, S., 2000, Securinegoxylon bacense n.sp. in an Upper Maastrichtian-Lower Palaeocene Foemation from Bacea Area, Southern Apuseni (Metalliferous) Mts. *Revue Roumaine de Géologie*, 44, 57-61.
- IAMANDEI, E., IAMANDEI, S., 2000, Paraphyllanthoxylon bacense n.sp. (Euphorbiaceae) in the Upper Maastrichtian-Lower Palaeocene from Bacea and Techereu, Apuseni (Metalliferous) Mts. *Acta Horti Botanicae Bucurestiensis*, 28, 409-418.
- IAMANDEI, E., IAMANDEI, S., 2004, New Conifers in Upper Cretaceous Lignoflora from the South Apuseni. *Acta Paleontologica Romaniae*, 4, 137-150.
- IAMANDEI, E., IAMANDEI, S., CODREA, V., 2005, Telephragmoxylon transsylvanicum sp. nov. (Cheirolepidiaceae), in Latest Cretaceous from Oarda-Lancrăm and Râpa Roșie, Romania. *Studia Universitatis Babeș-Bolyai, Geologia, Special Issue*, 1, 213-219.
- IAMANDEI, E., IAMANDEI, S., DRAGASTAN, O., 2002, A Permian Coniferous wood from the Arieseni, Tapu Mts. – Northern Apuseni Mts. *Studii și Cercetări de Geologie*, 47, 65-76.
- IAMANDEI, E., IAMANDEI, S., GRINEA, D., 2003, Cycadoxylon sp., a Fossil Wood from Upper Jurassic of Hăghimaș. *Revue roumaine de Géologie*, 47, 43-53.
- IAMANDEI, E., IAMANDEI, S., 2005, Early Cretaceous Protopinaceous Fossil wood from South Dobrogea, Romania. *Acta Paleontologica Romaniae*, 5, 137-150.
- IAMANDEI, E. & IAMANDEI, S., 2006, Early Cretaceous Protopinaceous Fossil Wood from South Dobrogea, Romania. *Acta Paleontologica Romaniae*, 5, 231-247.
- IAMANDEI, S., 2000, Pinuxylon parryoides (GOTHAN) KRAEUSEL emmend. VAN DER BURGH 1964, in Prăvăleni-Ociu Area (Middle Miocene), Southern Apuseni (Metalliferous) Mts. *Studii și Cercetări de Geologie*, 45, 119-126.
- IAMANDEI, S., 2000, Pinuxylon parryoides (GOTHAN) KRAEUSEL emmend. VAN DER BURGH 1964, in Prăvăleni-Ociu Area (Middle Miocene), Southern Apuseni (Metalliferous) Mts. *Studii și Cercetări de Geologie*, 45, 119-126, București.
- IAMANDEI, S., 2002, Fossil woods from the Neogene of Zarand Basin (Transsylvania). Ph.D. Thesis, Library of Faculty of Geology and Geophysics, University of Bucharest, unpub.
- IAMANDEI, S., IAMANDEI, E., 1997, New Fossil Dicots in Pyrrhoclastics of Prăvăleni, Metalliferous Mountains. *Acta Paleontologica Romaniae*, 1, 113-118.
- IAMANDEI, S., IAMANDEI, E., 1999, Liquidambaroxylon pravalense n.sp., in the Pyroclastics of Prăvăleni, Metalliferous Mts. *Acta Horti Botanicae Bucurestiensis*, 27, 223-232.

- IAMANDEI, S. & IAMANDEI, E., 2000, Fossil Conifer Wood from Prăvăleni - Ociu, Metalliferous Mountains. *Acta Paleontologica Romaniaae*, 2, 201-212.
- IAMANDEI, S. & IAMANDEI, E., 2002, New Juglandaceous Fossil Wood in the Miocene Lignoflora of Prăvăleni – Ociu (South Apuseni). *Acta Paleontologica Romaniaae*, 3, 185-198.
- IAMANDEI S., IAMANDEI E., 2005, Fossil Salicaceae from the Badenian Petrified Forest from Prăvăleni-Ociu, South Apuseni Mts. *Revue Roumaine de Géologie*, 49, 57-61.
- IAMANDEI, S., IAMANDEI, E., ȚIBULEAC, P., 2003-2004, New fossil wood from the Late Badenian Forest of Prăvăleni, Metalliferous Mts. (1st Part). *Analele științifice ale Univ. "Al. I. Cuza" Iași, Geologie*, XLIX-L, 235-245.
- IAMANDEI, S., IAMANDEI, E., ȚIBULEAC, P., 2005, New fossil wood from the Late Badenian Forest of Prăvăleni, Metalliferous Mts. (2nd Part). *Analele științifice ale Univ. "Al. I. Cuza" Iași, Geologie*, LI, 111-120.
- LIPMAN, W., P., MULLINEAUX, R.D. (EDITORS), 1981, The 1980 eruptions of Mount St. Hellens, Washington. *Geol. Surv. Prof. Papers* 1250, U. S. Printing Office, Washington D.C., 844 p.
- PETRESCU, I., 1969, Flora oligocenă din bazinul văii Almașului (NV României). Teza de Doctorat, Universitatea din București.
- PETRESCU, I., 1978, Studiul lemnelor fosile din Oligocenul din nord-vestul Transilvaniei. *Mémoires IGR*, XXVII, 113-184.
- PETRESCU, I., BLIDARU, I., 1972, Date noi asupra unor lemne de dicotiledonate neogene din nord-vestul României. *Sargetia, Acta Musei Devensis, Deva., sr. Sc. Nat.*, 9, 83-103,
- PETRESCU, I., LISZKAY, I., 1969, Prezența unui lemn de stejar în Miocenul superior de la Roșia Montană. *Studia Universitatis "Babeș-Bolyai", series Geologia-Mineralogia*, 2, 53-58.
- PETRESCU, I., NUȚU, A., 1969, Asupra unui lemn de Alnoxydon în colecția Muzeului Deva. *Sargetia, Acta Musei Devensis, sr. Sc. Nat.*, 6, 223-229.
- PETRESCU, I., NUȚU, A., 1970, Alte tipuri de lemne din Miocenul superior de la Prăvăleni-Brad. *Sargetia, Acta Musei Devensis, sr. Sc. Nat.*, 7, 253-258.

LA NAISSANCE DES COLLECTIONS DE PALÉONTOLOGIE À L'UNIVERSITÉ DE BUCAREST

Dan GRIGORESCU

*Université de Bucarest, Faculté de Géologie et Géophysique, Laboratoire de Géologie et Paléontologie,
1 Bd. Nicolae Bălcescu, Bucarest, Roumanie
dangrig@geo.edu.ro*

Abstract. The origin of the collections of Palaeontology at the University of Bucharest is inseparably linked to the beginnings of Geology in this university. Three professors of Geology and Palaeontology have contributed decisively to the birth and development of collections: Gregoriu Ștefănescu the pioneer, Sabba Ștefănescu the organizer and Ion Simionescu the modernizer. Unfortunately, collections today have lost their public role. Financial and human resources would be needed to upgrade the rooms and furniture and to add value, by means of brochures and video, to the treasures of the palaeontological collections.

Key words. Collections of University of Bucharest, Palaeontology, Gregoriu Ștefănescu, Sabba Ștefănescu, Ion Simionescu

INTRODUCTION

L'origine des collections de Paléontologie à l'Université de Bucarest est inséparablement liée aux débuts de l'enseignement universitaire en Géologie dans cette Université. La Faculté de Sciences Naturelle, qui avait inclus la Géologie parmi ces spécialisations a été un des départements fondateurs de l'Université de Bucarest, instituée en 1864.

Trois personnalités roumaines, tous professeurs de Paléontologie ou de Géologie, ont contribué de manière décisive à la naissance et au développement des collections de Paléontologie de cette Université: Gregoriu Ștefănescu, Sabba Ștefănescu (1857-1931) et Ion Simionescu (1873-1944).

En fonction de leur activité dans cette vision et de l'évolution de ces collections, on peut qualifier les trois professeurs: G. Ștefănescu « le pionnier », S. Ștefănescu -« l'organisateur », I. Simionescu – « le modernisateur ».

LES COLLECTIONS A L'ÉPOQUE DE GREGORIU ȘTEFĂNESCU

Gregoriu Ștefănescu (1936 – 1911), a été le premier professeur de Géologie à l'Université de Bucarest (Fig. 1). Il appartenait à la génération des jeunes intellectuels roumains, qui, après l'Union des Principautés Roumaines en 1859, ont bénéficié de soutien national pour suivre des cours à l'étranger, dans des universités prestigieuses. Cette action nationale avait comme but essentiel la fondation en Roumanie d'un enseignement universitaire et de la recherche scientifique sur des bases modernes. Comme son correspondant à l'Université de Iași (établi en 1862) -Grigore Cobălcescu, Gr. Ștefănescu a suivi les cours de Géologie à l'Université de la Sorbonne, à Paris, où il a eu, parmi ses professeurs, Claude Bernard et Geoffroy de Saint Hilaire.

A son retour en Roumanie, après un an de professorat dans deux lycées renommés de Bucarest –« St.Sava » et « Matei Basarab », Gr. Ștefănescu a été nommé Professeur de Géologie à l'Université de Bucarest, récemment instituée.

Gr. Ștefănescu a été toute sa vie animé du sentiment de grande responsabilité envers sa mission complexe d'ouvreur de chemins pour la Géologie roumaine; à bon droit il est reconnu comme un fondateur de la Géologie roumaine moderne. Cette reconnaissance est liée au fait qu'en parallèle avec ses activités didactiques, de recherche et d'administration, Gr. Ștefănescu a eu le rôle principal dans l'établissement en 1882 à Bucarest de la première institution géologique en Roumanie - « Le Bureau Géologique »- qui a eu comme premier résultat majeur l'élaboration de la carte géologique de la Roumanie publiée en 1898. Cette carte élaborée à l'échelle 1/200.000 comprend seulement une partie de l'actuelle Roumanie, notamment la Moldavie, la Valachie, l'Olténie et la Dobroudja; à l'époque la Transylvanie et la région du Banat, au sud-ouest de la Roumanie se trouvaient sous occupation austro-hongroise.

Au début, les cours de Géologie tenus par Gr. Ștefănescu ont eu un caractère plus théorique, ex-cathedra, situation due à l'absence de matériaux pour des démonstrations pratique. Dans une moindre mesure ses cours ont été illustrés par des échantillons qu'il avait ramassés pendant les excursions géologiques faites au cours de ses études en France, spécialement dans le Bassin Parisien.

Pour remédier à cette situation, vraiment embarrassante, Gr. Ștefănescu a été préoccupé d'apporter dans la Faculté des échantillons significatifs pour la démonstration des phénomènes et des processus géologiques et biologiques.

La première démarche a été accomplie grâce à des donations faites à la Faculté des Sciences Naturelles par des collectionneurs amateurs. Mais la plupart de ces donations consistaient en des spécimens de la flore et de la faune de la Roumanie ou d'ailleurs, une part importante et plus attractive provenant de navigateurs autour du monde. Le nombre d'échantillons géologiques ou paléontologiques était relativement mineur dans ces donations. Sur la base de donations on a créé dans



FIGURE 1. Gregoriu Ștefănescu, « le pionnier » des collections de Paléontologie
(Collection particulière)

l'Université de Bucarest, en 1866, peu après son institution, le Musée de Sciences Naturelles, ouvert au public. Ce musée a fonctionné dans le bâtiment central de l'Université, où se trouve maintenant la Faculté d'Histoire.

Gr. Ștefănescu a été le directeur de ce Musée, depuis ses débuts jusqu'en 1905, quand le nouveau Musée d'Histoire Naturelle a été inauguré Place Victoria (musée connu actuellement sous le nom de son premier directeur - Grigore Antipa).

La plupart des collections de Botanique et de Zoologie du Musée de l'Université ont été reprises par le nouveau musée, alors que les collections géologiques et paléontologiques ont constitué la base des collections actuelles de la Faculté de

Géologie de Bucarest, Gr. Ștefănescu restant jusqu'à sa mort, en Février 1911, le directeur de ces collections.

Pour enrichir la collection de Paléontologie Gr. Ștefănescu a beaucoup utilisé des bonnes relations établies pendant ses nombreux voyages à l'étranger, soit à l'occasion des Congrès géologiques internationaux (il a participé aux dix congrès qui ont eu lieu entre 1878 et 1904, successivement à Paris, Bologne, Berlin, Londres, Washington, Zurich, Petrograd, Vienne, Mexico et Stockholm), soit pour participer aux réunions des Sociétés scientifiques dont il était membre, comme la Société Géologique de France, la Société Géologique d'Italie, la Société Géologique de Belgique, la Société des Naturalistes de Moscou, la Royal Society of London, la Société Britannique pour l'Avancement des Sciences, etc.

Dans cette voie il a obtenu pour le Musée des répliques de spécimens fameux à l'époque pour leur signification en tant que « repères d'évolution », soit attribués, mais pas confirmés ultérieurement (comme par exemple la réplique du squelette remonté dans la position de marche du condylarthre *Phenacodus* de l'Eocène inférieur du Wyoming, étudié par E.D. Cope qui l'a considéré comme l'ancêtre de tous les Ongulés et même des Primates), soit d'une importance réelle, reconnue jusqu'à présent comme "*Eohippus*" (*Hyracotherium*), de l'Eocène inférieur d'Amérique et d'Europe.

Egalement par donation, il a obtenu les répliques à l'échelle des premières reconstitutions de dinosaures, notamment de l'*Iguanodon* et du *Megalosaurus*, faites par Waterhouse Hawkins supervisé par Richard Owen, montées en 1854 dans le parc du Crystal Palace à Londres, et qui sont restées, pour une bonne période, les reconstitutions acceptées dans des postures mammaliennes de ces deux dinosaures.

Gr. Ștefănescu aimait beaucoup les fossiles qui rendaient plus convaincante l'évolution. Sa conception, détaillée dans des cours et écrits peut être encadrée dans « le gradualisme lamarckien », car il croyait dans des changements continus des organismes sous l'influence de l'environnement; il rejetait au contraire « les révolutions » de Cuvier.

Aux collections de Paléontologie Gr. Ștefănescu a ajouté aussi ses propres découvertes, surtout des ossements et des dents de mammifères tertiaires et quaternaires. Cela inclut des restes d'éléphants, mastodontes, ruminants décrits dans son premier travail de Paléontologie des vertébrés - "Oseminte fosile din Romania" ("Des ossements fossiles de la Roumanie"), publié en 1872. Quelques années après, ce travail a été présenté devant la Société Géologique de France où il était très apprécié par Albert Gaudry.

Mais le nom de Gr. Ștefănescu est lié à la Paléontologie des vertébrés surtout par deux nouvelles espèces, découverte par lui-même, dans des régions différentes de la Roumanie.



FIGURE 2. Squelette reconstitué du proboscidiien *Deinotherium giganteum* du Méotien de Mânzați en Moldavie de sud, exposé au Musée d'Histoire Naturelle « Grigore Antipa » de Bucarest. Avec la gracieuse autorisation du Musée Antipa, copyright Musée Antipa.

Le premier, dans l'ordre chronologique de la découverte c'est « le chameau d'Olt » - *Camellus (Paracamellus) allutensis*, décrit sur la base de deux mâchoires avec la série dentaire complète. La découverte a été faite près de Slatina, à l'occasion d'excavations pour le chemin de fer Bucarest- Vârciorova. Les spécimens sont actuellement conservés au Musée du Laboratoire de Paléontologie de Bucarest.

Le deuxième est le proboscidien *Deinotherium gigantissimum* du Méotien de Mânzati en Moldavie de sud (Ștefănescu, 1878) (Fig. 2). Après quelques années dévolues au ramassage des nombreux fragments du squelette, qui ont été pris et cachés par les villageois, le squelette entier a été reconstitué et monté. La reconstitution a commencé à l'Université, mais a été finalisée au Musée d'Histoire Naturelle « Grigore Antipa », où *Deinotherium gigantissimum* continue à représenter l'exemplaire le plus attractif (Fig. 3).

A cette reconstitution a contribué dans une grande mesure le restaurateur du Musée Royal de Bruxelles - Louis de Paw, le même qui a travaillé avec Louis Dollo pour la reconstitution des Iguanodons de Bernissart.

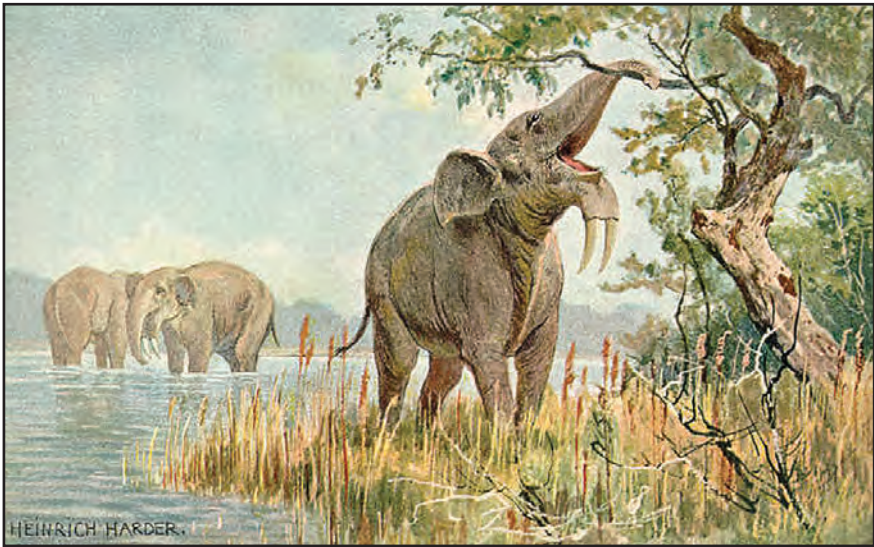


FIGURE 3. Reconstitution de *Deinotherium* dans son environnement naturel, peint par le paléoartiste Heinrich Harder.

LES COLLECTIONS A L'ÉPOQUE DE SABBA ȘTEFĂNESCU

Le Département de Géologie a subi deux importantes transformations, à la fin du 19^{ème} siècle et le début de 20^{ème}. En 1894, le Département a été séparé en deux chaires: la chaire de Minéralogie confiée à Ludovic Mrazec et la chaire de Géologie et Paléontologie, où Gr. Ștefănescu a continué son activité de professeur et de directeur. Puis, en 1905, la chaire de Géologie et Paléontologie a été divisée à son tour en deux chaires distinctes, la chaire de Géologie avec Gr. Ștefănescu et la chaire de Paléontologie où a été nommé Sabba Ștefănescu (1857-1931) comme professeur et directeur (Fig. 4).

Au moment de l'établissement de la nouvelle chaire de Paléontologie S. Ștefănescu était déjà bien connu par ces travaux dans différentes régions du sud de la Roumanie, en relation avec l'élaboration de la carte géologique de la Roumanie, mais aussi comme un très bon professeur des Sciences naturelles dans l'enseignement secondaire.

Comme son prédécesseur Gr. Ștefănescu, S. Ștefănescu (il n'y a pas de relations familiales entre les deux Ștefănescu) a eu des liaisons étroites avec les géologues français. Il a publié quelques notes et travaux dans le Bulletin de la Société Géologique de France et en 1897 a défendu à la Sorbonne une thèse de doctorat intitulée « Etude sur les terrains Tertiaires de la Roumanie. Contribution à l'étude stratigraphique ». Après la soutenance de la thèse, Munier-Chalmas qui l'avait conseillé dans l'élaboration du travail a adressé une lettre au Ministre de l'Instruction publique de la Roumanie Mr. Spiru Haret avec ces mots: « Monsieur Ștefănescu est un savant de grande mérite qui possède une très bonne et très solide éducation scientifique. Il a toutes les qualités nécessaires pour faire un excellent professeur de Faculté ».

Comme professeur et directeur de la chaire de Paléontologie, S. Ștefănescu a commencé un vaste travail pour organiser les collections. Les spécimens restés dans la Faculté après la construction du nouveau Musée d'Histoire Naturelle ont été partagés entre la collection de Paléontologie et la collection de Stratigraphie, la première organisée sur la base de la systématique naturelle des plantes et des animaux, la deuxième sur la base des âges géologiques.

La conception de S. Ștefănescu dans l'organisation des collections a été de donner aux fossiles et aux échantillons représentant des faciès leur valeur pratique, comme éléments de démonstration des mouvements géologiques, afin d'améliorer la situation d'avant avec des cours trop théoriques et par là, moins intelligibles et attractifs.

On possède actuellement les catalogues où tous les échantillons sont enregistrés minutieusement, avec le numéro d'inventaire, le nom du spécimen, le classement systématique pour les échantillons de la collection de Paléontologie, le lieu géographique de provenance, l'âge du dépôt, le mode d'obtention (par donation, achat ou à l'occasion des excursions d'étude). Les spécimens ont été divisés en deux catégories: pour la « collection de classe » et pour « la collection en réserve ».



FIGURE 4. Portrait de Sabba Ștefănescu, « l'organisateur ».

Un nombre important de spécimens dans les nouvelles collections a été donné même par S. Ștefănescu. Cela inclut des fossiles et des roches, ramassés pendant ses propres recherches géologiques, avant d'être nommé professeur à l'Université, et un grand nombre de molaires d'éléphants et de mastodontes, l'étude des proboscidiens fossiles devenant le domaine principal de ses recherches après sa venue à l'Université (trente notes sur l'organisation des molaires et sur la phylogénie des éléphants et des mastodontes ont été présentées à l'Académie des Sciences de Paris entre 1913 et 1927; les notes ont été réunies dans un volume riche de 80 planches).

S. Ștefănescu a légué à la Chaire de Paléontologie non seulement des fossiles et des roches mais aussi sa propre bibliothèque.

D'autres géologues qui ont travaillé au sein du Bureau Géologique pour la carte de la Roumanie ont contribué aussi avec donations aux collections de Paléontologie et de Stratigraphie de la Faculté. Parmi ces donations on compte un grand nombre des molaires d'éléphants fossiles récoltés par Nicolae Droc Barcian dans l'ancien département Vlașca, au sud de la Roumanie.

Pendant la période de S. Ștefănescu, grâce aux subventions du Ministère de l'Instruction publique spécialement attribuées pour des achats d'échantillons destinées aux collections à but didactique, la collection de Paléontologie s'est enrichie avec beaucoup de répliques de fossiles, spécialement de vertébrés. Parmi ceux-ci on compte des spécimens trouvés dans des calcaires lithographiques de Bavière, fournis par la firme Kranz: le premier exemplaire d'*Archæopteryx lithographica* de Solnhofen, acheté par le Musée de Londres, le squelette du ptérosaure *Pterodactylus*, le petit coelurosaure *Compsognathus* - le seul dinosaure trouvé dans ces dépôts marins, et aussi des poissons holostéens, des tortues et des crustacés. De la même façon, on a obtenu de beaux moulages d'ichtyosaures du Jurassique inférieur de Holzmaden ou le moulage du coelacanthé *Holoptychius* du Dévonien supérieur d'Ecosse.

Une place importante a été occupée dans les nouvelles collections par les matériaux ramassés par les étudiants pendant les excursions organisées par le professeur S. Ștefănescu à Bucovaț, sur la vallée de Jiu, à Bahna, près de Danube et à Policiori, dans la région des Volcans de boue.

S. Ștefănescu reste le principal organisateur des collections de Paléontologie à l'Université de Bucarest selon une conception plus pratique, en donnant aux collections un rôle principal dans la formation des futurs géologues. Tous ceux qui ont suivi les cours du professeur et les travaux pratique en Paléontologie et en Stratigraphie avec ses assistants ont bien retenu l'importance des fossiles comme faits de l'évolution des êtres, aussi comme les meilleurs marqueurs de la chronologie géologique et comme contributeurs à la formation des roches sédimentaires. L'activité de S. Ștefănescu s'est déroulée dans une période au cours de laquelle la Géologie

en Roumanie a démarré avec impétuosité pour accomplir sa mission complexe de fournisseur de ressources minérales pour l'économie, aussi pour connaître la structure de surface et du sous-sol du pays et de participer au coté des ingénieurs aux constructions civiles et à l'aménagement du territoire. Le début de 20^{ème} siècle, et spécialement la période entre les deux guerres mondiales, a représenté une période de grand essor économique. Durant cette période la Roumanie a réussi à s'imposer parmi les pays des Balkans d'une part comme la région au rythme de croissance économique le plus rapide, basé sur des ressources minérales et surtout de pétrole et de gaz très importantes, et d'autre part comme un centre de culture et d'éducation de haut niveau. La Géologie a soutenu avec consistance cette période d'élan général pour la Roumanie. Un moment très important pour le développement de la Géologie en Roumanie a été l'établissement de l'Institut Géologique à Bucarest sous la direction de Ludovic Mrazec. L'Institut était structuré avec des Services spécialisés pour répondre aux besoins économiques, mais aussi de recherche: Cartographie géologique, Agro-Géologie, Géologie appliquée, Géo-chimie, Géophysique.

LES COLLECTIONS A L'ÉPOQUE DE ION SIMIONESCU

Sabba Ștefănescu a été suivi à la direction de la chaire de Paléontologie par Ion Simionescu (1873-1944), élève et successeur de Grigore Cobălcescu à la chaire de Géologie et Paléontologie de l'Université de Iasi (Fig. 5). Entre 1895 et 1898 il a préparé à l'Université de Vienne sa thèse de doctorat sur la Géologie et Paléontologie de la région des gorges de Dâmbovicioara. A Vienne, I. Simionescu a eu l'occasion de faire connaissance avec de grandes personnalités de la Géologie, comme Eduard Suess et Albrecht Penck. Cependant, le plus proche par la similitude des préoccupations scientifiques a été Othenio Abel, le fondateur de la Paléobiologie moderne. En 1899 I. Simionescu a étudié à Grenoble la collection des ammonites et d'autres fossiles néocomiens du Basin du Rhône et des Alpes Occidentales.

I. Simionescu a été un grand connaisseur de la nature pour qui les plantes, les animaux vivants et fossiles de la Roumanie n'avaient pas de secrets. On peut le qualifier de « parfait naturaliste ». Il possédait aussi un grand talent de narrateur et une vraie vocation de vulgarisateur de la science et des beautés de la nature. Ses livres sur la faune (Fauna României, 1938) et la flore (Flora României, 1939) de la Roumanie, sur la géographie et les hommes (Sate din România, 1926; Colțuri din țară, 1934, Țara noastră, 1937, etc.) sont restés jusqu'à aujourd'hui des travaux de référence dans la bibliographie de la Roumanie (Collectif, 1982).

Ses travaux scientifiques, de Paléontologie et de Stratigraphie, sont aussi impressionnants, autant par le nombre que surtout par leur qualité.



FIGURE 5. Ion Simionescu, « le modernisateur » des collections.
(Collection particulière)

En Paléontologie, I. Simionescu a étudié de nombreux groupes d'organismes provenant de dépôts d'âges différents, du Silurien jusqu'au Quaternaire.

Les fossiles étudiés comprennent les algues, les plantes supérieures, les coraux, les ammonites, les lamellibranches, les oursins de mer et des vertébrés, spécialement des mammifères tertiaires et quaternaires. On peut penser qu'une telle diversité, autant taxinomique que stratigraphique, abordée par un seul savant, peut difficilement conduire à des travaux de haut niveau, seulement à des notes descriptivistes. Ce n'est pas le cas pour les travaux de Simionescu, où on trouve toujours des considérations sur l'origine et l'évolution du matériel fossile étudié. I. Simionescu a été aimé par les jeunes auxquels il s'est adressé par ses livres et ses lectures et aussi respecté par les hommes de science qui l'ont élu Président de l'Académie Roumaine (1941).

En ce qui concerne la collection de Paléontologie, durant sa période de 15 ans à l'Université de Bucarest, I. Simionescu a poursuivi l'activité du professeur Sabba Ștefănescu, en enrichissant les collections par des donations et des achats, mais aussi grâce à ses recherches personnelles ou de ses collaborateurs et étudiants.

Parmi les échantillons qui sont entrés dans la collection il faut citer ceux de la faune du Pliocène supérieur-Pléistocène inférieur de Berești et de Mălușteni (sud de la Plateforme Moldave) avec des mammifères, oiseaux et reptiles, la faune pliocène avec *Hipparion* de Cimislia et Taraclea (sud de la Bessarabie), un grand nombre d'ossements de *Ursus spaeleus* de la grotte de Cioclovina (sud de la Transylvanie). Il est à signaler que c'est dans cette même grotte qu'a été trouvé le premier crâne d'homme fossile (*Homo sapiens*) de Roumanie, qu'il avait étudié ensemble avec le docteur Franz Rainer et qui constitue une pièce de grande valeur dans la collection de l'Université de Bucarest.

La période d'entre les deux guerres mondiales a été une période de construction des grands bâtiments et de modernisation de la ville, devenue pour les visiteurs étrangers « le petit Paris ». Les carrières de sable et de gravier qui ont été exploitées près de Bucarest pour ces constructions ont fourni de nombreux ossements de mammifères quaternaires (des éléphants, des rhinocéros, des bovidés) dont une partie est conservée dans la collection de Paléontologie.

Pendant la direction de I. Simionescu la collection de Paléontologie a été organisée en plusieurs collections distinctes, de Paléobotanique, d'Invertébrés et de Vertébrés, chacune exposée dans des salles propres.

Même si, officiellement, les collections n'étaient pas publiques, beaucoup de personnes, des étudiants et des professionnels en Science Naturelles, ou seulement des personnes intéressées par le passé du monde biologique, étaient impressionnées par la présentation soignée des objets exposés, avec des étiquettes offrant les informations nécessaires.

A l'époque, les collections représentaient vraiment un outil très efficace dans la formation professionnelle des futurs géologues et naturalistes en général (tous les étudiants en Biologie ou Géographie avaient dans les curricula des cours et travaux pratiques de Géologie et Paléontologie), mais aussi pour l'information scientifique du grand public.

Les collections de classe ont été également réorganisées par de jeunes collaborateurs du professeur, notamment I.Z. Barbu (1903-1988), Virginia Nicolaescu-Barbu (1905-1977).

Il est vrai que les collections ont bénéficié à l'époque d'un conservateur permanent qui, sous la surveillance du professeur et des assistants, s'occupait de la maintenance et du développement des collections. Malheureusement une telle personne manque aujourd'hui et cela se voit dans l'ordre et l'état des collections actuelles.

LES COLLECTIONS AUJOURD'HUI ET DEMAIN

Pour l'Université de Bucarest la collection de fossiles de la Chaire de Paléontologie, parmi lesquels un grand nombre avaient une valeur de patrimoine national, représentait un vrai trésor et un élément contribuant à l'accroissement du prestige de l'institution entière.

On ne peut pas regarder dans le passé sans en tirer des leçons qui s'imposent pour l'avenir.

Si on établit une comparaison, il est évident que l'état actuel des collections est loin d'être celui d'avant la 2^{ème} guerre, qui marque l'installation ferme des collections de Paléontologie à l'Université de Bucarest. Bien sûr les collections se sont enrichies; on a ajouté beaucoup de matériel, en premier lieu par les nouveaux membres de la Chaire de Paléontologie: Niță Vlaicu-Tătăran, Gertrude Rado, Elisabeta Hanganu, Ioana Pană, Aurelia Bărbulescu, Theodor Neagu, à partir de leurs propres recherches dans le cadre des thèses de doctorat mais aussi par des fossiles ramassés pendant les applications pratiques des étudiants. Sous la coordination du professeur Miltiade Filipescu (1901-1993), chef de la chaire et du Musée de Paléontologie entre 1949 et 1970, les collections ont été réorganisées sous leur forme actuelle.

Mais, malheureusement, après 1970 les collections ont perdu graduellement l'organisation exemplaire antérieure, et cette remarque est valable tant pour les collections rangées dans les salles spécifiques consacrées aux divers domaines paléontologiques, que pour les collections d'enseignement.

Il n'est pas question ici d'analyser en détail les raisons qui ont déterminé ce changement négatif. On peut juste souligner que des allocations budgétaires insuffisantes n'ont pas permis le renouvellement des meubles (ou tiroirs) pour les

échantillons, ainsi que la maintenance de la position de curateur dans la structure du personnel de la chaire.

Le facteur principal dans ce recul des collections est le bouleversement subi par la Paléontologie en général (de même que d'autres spécialités de la Géologie considérées plus théoriques) dans le curriculum. Le nombre d'heures dans le plan d'enseignement a continuellement baissé et, même, des disciplines entières de la Paléontologie ont disparu, alors qu'augmentaient dans le curriculum universitaire les disciplines techniques, considérées a priori comme plus importantes pour « le progrès économique rapide », tellement désiré pendant la période communiste.

Dans ces conditions, les collections ont perdu totalement le rôle public, restant seulement comme des dépôts de fossiles.

Pour redresser cette situation qui est devenue vraiment critique il faut revenir à un recrutement de curateurs à titre permanent, et chercher par tous les moyens des ressources financières, y compris par le financement avec des projets européens, pour moderniser les salles et les meubles, pour valoriser par des brochures et moyens vidéo les trésors de nos collections.

Avec un regard optimiste pour l'avenir, je trouve l'Atelier scientifique Franco-Roumain intitulé « Trésors du fond des temps » une action importante pour sensibiliser les dirigeants mais aussi le grand public vers les fossiles, les témoins de l'histoire de la Terre et leur valeur scientifique et éducative.

REMERCIEMENTS

L'auteur remercie vivement Dr. Simona Saint Martin pour les corrections et les suggestions faites pour améliorer le texte français.

RÉFÉRENCES

COLLECTIF, 1982, Personalități românești ale științelor naturii și tehnicii. București: Editura Științifică și Enciclopedică, București.

STEFĂNESCU, GR., 1872, Oseminte fosile din România, *Rev. Șt.*, III, București.

STEFĂNESCU GR., 1910, *Dinotherium gigantissimum* și cămila fosilă (*Camelus alutensis*) din România, *Anuar. Muz. Geol. Paleont.*, t. IV.

HISTOIRE DE LA COLLECTION DE MICROPALÉONTOLOGIE DU MUSÉUM NATIONAL D'HISTOIRE NATURELLE

Marie-Thérèse VÉNEC-PEYRÉ et Annachiara BARTOLINI

*Muséum National d'Histoire Naturelle, Département Histoire de la Terre, UMR 7207 CNRS, Centre de Recherche sur la Paléobiodiversité et les Paléoenvironnements, CP38, 8 rue Buffon, 75005 Paris, France
venec@mnhn.fr, bartolini@mnhn.fr*

Abstract. This work outlines the history of the micropalaeontological collections of the *Muséum national d'Histoire naturelle*, Paris, which started in 1858 with the acquisition of the prestigious foraminiferal collection of Alcide d'Orbigny, considered as the founder of Micropalaeontology. During the course of time, this patrimony was considerably enriched thanks to the collections coming from academic as well as industrial research, and extended to other taxonomic groups (dinoflagellates, radiolarians, calcareous nannofossils, chitinozoans, diatoms, ostracods, scolecodonts, thecamabians). It includes also the collections of famous names of Micropalaeontology as Terquem, d'Archiac, Berthelin, Deshayes, Douvillé, Schlumberger, Le Calvez, Deflandre, Lys etc.

Key words. Micropalaeontology, collections history, d'Orbigny, taxonomical research

1. INTRODUCTION

Comme beaucoup de collections d'objets naturels de par le monde, la collection de micropaléontologie du Muséum national d'Histoire naturelle (MNHN) est le fruit d'une longue histoire. Elle débuta en 1858, lorsque le MNHN fit l'acquisition des collections d'Alcide d'Orbigny mises aux enchères par sa veuve. Cet ensemble comportait l'inestimable collection de foraminifères qui servit de fondement à la première classification de ce groupe. Par la suite, ce patrimoine s'est enrichi progressivement, regroupant à la fin du 19^e siècle et au début du 20^e siècle les collections des grands pionniers de la micropaléontologie. Depuis s'y ajoutent régulièrement les dons de nos contemporains issus de la recherche académique comme de la recherche industrielle. Pour bien comprendre la structuration actuelle de ces collections, leur mode de rangement, de fonctionnement, leur état et celui des

inventaires réalisés sous forme papier, ou sous forme numérique, il est nécessaire de connaître leur histoire, et, sous certains aspects, celle des personnes qui ont eu à les gérer, tout comme celle de l'Institution qui les héberge.

2. PRÉSENTATION DE LA COLLECTION DE MICROPALÉONTOLOGIE

La collection de micropaléontologie du MNHN renferme plusieurs millions de spécimens en provenance du monde entier. Plus de 50 000 préparations microscopiques répertoriées contiennent environ 7000 spécimens de référence (types et figurés).

La collection de foraminifères est une des plus importantes existant au monde puisqu'elle abrite la prestigieuse collection d'Alcide d'Orbigny, le fondateur de la micropaléontologie. Elle s'est enrichie régulièrement par les dons des micropaléontologues (tels que Terquem, d'Archiac, Berthelin, Deshayes, Douvillé, Schlumberger, Marie, Le Calvez, de Klasz, Sigal, Lys ...), auxquels se sont ajoutées plus récemment la collection de foraminifères de l'Université Paris 6 et celle de l'Institut Français du Pétrole.

La collection de micropaléontologie inclut également la collection de protistologie et de paléoprotistologie (dinoflagellés, radiolaires, coccolithophoridés, chitinozoaires, diatomées) réalisée par G. Deflandre, qui fut aussi un précurseur dans ce domaine. Elle contient également des collections d'ostracodes, de chitinozoaires, de scolécodontes, de thécamébiens ainsi que l'ensemble des collections de palynologie légué par l'Institut Français du Pétrole.

Certaines ont été données « en bloc », soit par les spécialistes eux-mêmes en cessant leur activité, soit par les familles lors des successions. En parallèle, depuis la fin des années 1960, cet ensemble est de nos jours régulièrement alimenté par les chercheurs qui déposent leurs types et figurés au fur et à mesure de la publication de leurs travaux.

Directement exploitable par les spécialistes, l'ensemble de la collection comprend des préparations microscopiques contenant des spécimens isolés ou des associations d'espèces, des lames minces, des spécimens montés sous lames et lamelles, ainsi que des duplicatas montés à sec, utilisables pour les observations au microscope électronique ou des analyses chimiques. Des échantillons de roches et de sédiments d'où proviennent les spécimens types complètent très largement cet ensemble.

3. PLUS DE 150 ANS D'HISTOIRE

Les collections de foraminifères et celles concernant les autres microfossiles, conservées actuellement dans le Bâtiment de Paléontologie du MNHN, ont pen-

dant longtemps constitué deux entités séparées, gérées par des conservateurs différents. Elles sont réunies depuis les années 1980 dans un même ensemble : la collection de micropaléontologie. Cette histoire sera donc présentée selon un certain ordre chronologique :

- Les collections de foraminifères : la période 1858 -1966
- Les collections de foraminifères : la période 1967-1977
- La collection Deflandre
- La collection de micropaléontologie depuis 1977.

3.1. Les collections de foraminifères : la période 1858 -1966

Un solide investissement : la collection d'Alcide d'Orbigny

Le MNHN fit en 1858 l'acquisition de la prestigieuse collection de foraminifères constituée par Alcide d'Orbigny (1802-1857) (Figure 1), qui fut constituée bien avant sa nomination comme Professeur dans cet établissement. C'est en effet en 1853 que fut créée pour lui la première chaire de Paléontologie du MNHN ; alors âgé de 51 ans, il avait déjà à son actif une somme de travaux absolument considérable. Précurseur dans divers secteurs des sciences naturelles, grand promoteur de la paléontologie, il s'était illustré notamment dans les domaines de la biostratigraphie et de la micropaléontologie, deux disciplines dont on lui reconnaît aisément la paternité. Pour plus d'informations sur la vie et l'œuvre de cet illustre savant, le lecteur est invité à prendre connaissance des différents articles qui ont honoré sa mémoire à l'occasion du bicentenaire de sa naissance en 2002 (in Taquet & Vénec-Peyré, 2002 ; Vénec-Peyré, 2004).

La collection de foraminifères d'A. d'Orbigny est d'une importance capitale car c'est la collection fondatrice de la micropaléontologie. Elle comprend plus de 800 préparations contenant les espèces de foraminifères qu'il décrivit. S'y ajoutent les 100 sculptures qu'il réalisa dans un calcaire très fin en représentant des individus agrandis entre 40 et 200 fois, et qu'il reproduisit sous forme de moulages et diffusa dans de nombreux musées, afin de populariser la connaissance de ces organismes (pour la grande majorité invisibles à l'œil nu) (Figure 2). Ce patrimoine comporte aussi les planches et dessins non publiés de son vivant et 1100 flacons de sédiments, provenant du monde entier, récoltés par lui-même ou par des correspondants. Ces sédiments sont très utiles dans la révision des espèces car ils permettent de rechercher des topotypes pour des analyses morphologiques détaillées et pour désigner des néotypes quand la stabilité de la nomenclature l'exige. La collection proprement dite de foraminifères est composée d'entités se rapportant aux principaux travaux consacrés à ce groupe par le célèbre naturaliste. La plus ancienne correspond aux espèces qui lui ont permis d'établir la première classification des foraminifères (1826), cet important travail qu'il avait commencé encore adolescent. Cette étude reposait sur ses propres récoltes auxquelles s'ajoutaient celles de do-

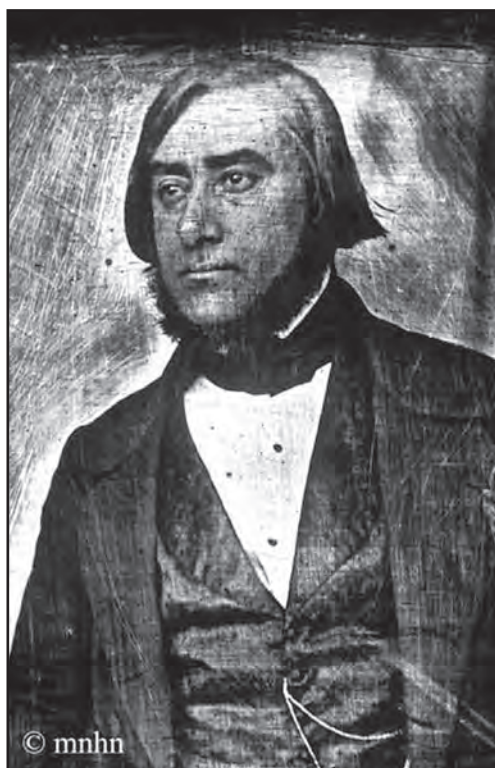


FIGURE 1. Daguerreotype d'Alcide d'Orbigny (1843).



FIGURE 2. Préparation contenant quelques spécimens d'une espèce décrite par d'Orbigny, et les deux faces du modèle sculpté donnant une représentation agrandie de la même espèce.

nateurs, comme les navigateurs dont il sollicitait l'aide dans le port de La Rochelle où il passa une grande partie de sa jeunesse. Les autres comprennent les espèces décrites dans l'Ile de Cuba (1839a), les Iles Canaries (1839b), l'Amérique méridionale (1839c), les foraminifères de la craie blanche du Bassin de Paris (1840), les foraminifères fossiles du Bassin Tertiaire de Vienne (1846).

Entre déshérence et valorisation

Entre 1857, date du décès de d'Orbigny, alors qu'il était encore en exercice au MNHN, et la nomination de son successeur en 1861, on note une première vacance curatoriale. Cette vacance de 4 années concernant la Chaire de Paléontologie semble avoir pour origine un conflit entre les Professeurs du Muséum et le Ministre de l'Instruction Publique. Ce dernier proposa la Chaire de Paléontologie vacante à L. Agassiz (avant de lui faire entrevoir la possibilité de devenir Directeur du Muséum), qui répondit par un refus (Appel, 1997). Finalement le Vicomte Adolphe d'Archiac Desmier de Saint-Simon (1802-1868) fut nommé en 1861 à la succession de d'Orbigny à la Chaire de Paléontologie. Lieutenant de l'armée mis en disponibilité en 1830, il s'était converti à la géologie, et spécialisé dans l'étude des nummulites dont il constitua la collection qui porte son nom, toujours conservée au MNHN (Figure 3). Il donna sa démission en 1868 avant de finir tristement ses jours dans la Seine le soir de Noël 1868 à la suite d'une profonde dépression (Jausaud & Brygoo, 2004).



FIGURE 3. Plaquette de la collection d'Archiac.

Par la suite et jusqu'en 2007, les professeurs et maîtres de conférences (ou équivalents) recrutés au MNHN furent tous des spécialistes de vertébrés ou d'invertébrés. En raison de l'absence de recrutement de micropaléontologues au MNHN, les collections de microfossiles furent laissées aux bons soins de spécialistes non salariés ou appartenant à d'autres institutions ou organismes tels que l'École Pratique des Hautes Etudes (EPHE) ou le Centre National de la Recherche Scientifique (CNRS). Ces chercheurs ont tous eu à cœur de préserver ce patrimoine. Ces périodes de vigilance furent entrecoupées de longs épisodes d'incurie qui furent très néfastes à ces collections dont la maintenance requiert un soin particulier en raison de la taille et de la fragilité des spécimens.

Parmi les micropaléontologues qui ont veillé sur ce patrimoine pendant la période concernée dans ce paragraphe, il faut citer O. Terquem et C. Schlumberger, puis M. Lys.

Olry Terquem (1797-1887) se consacra à la géologie et la paléontologie assez tardivement, vers l'âge de 55 ans, après avoir exercé son métier de pharmacien pendant une trentaine d'années. Il s'illustra dans l'étude des foraminifères du Lias et du Dogger découverts à Saint-Julien-les-Metz à l'occasion des travaux concernant la construction des lignes de chemin de fer. Puis, fuyant l'occupation allemande en 1870, il vint se réfugier à Paris et fut accueilli au MNHN où il travailla comme bénévole, il avait déjà 73 ans. Il continua à publier sur les foraminifères s'intéressant tour à tour à ceux de la plage de Dunkerque, du Pliocène de Rhodes, de l'Eocène des environs de Paris, et de Varsovie (Figure 4). Il contribua par ses propres collections à enrichir le patrimoine du MNHN. C. Schlumberger (1887-1888) souligne, dans la notice nécrologique qu'il lui consacra, « quelques défaillances regrettables » dans son travail sur les foraminifères de l'Eocène des environs de Paris, critique qui fut développée plus tard par Y. Le Calvez (1947, 1952) dans la révision qu'elle fit de ce matériel. Il entreprit aussi, lors de ce séjour au MNHN, de ranger et de classer la collection d'Orbigny. Nous lui devons de l'avoir exhumée, d'avoir compris l'importance des « Planches Inédites » et préservé les types de d'Orbigny en les mettant dans des petits tubes en verre (Lys & Sigal, 1947), limitant ainsi les dégâts occasionnés plus tard par les inondations qui ont affecté Paris en 1910 (Heron-Allen, 1917). Mais on doit cependant lui reprocher quelques négligences qui furent préjudiciables à la célèbre collection (Lys, 1948).

Charles Schlumberger (1825-1904) intervint aussi dans les collections en tant que bénévole. Ce diplômé de l'École Polytechnique fit carrière dans le Génie maritime. Tout comme Terquem, avec qui il entretenait des liens d'amitiés, et sous son influence semble-t-il, il s'intéressa assez tardivement à l'étude des foraminifères, puisqu'il publia sa première note sur le sujet en 1873, à l'âge 48 ans. Pour se consacrer



FIGURE 4. Préparations de la collection Terquem.

crer à cette passion, il prit une retraite anticipée en 1881 et rejoignit Terquem au MNHN (Douvillé, 1906). Suivant les traces de d'Orbigny, il se fit également envoyer des sédiments de provenances diverses par des officiers de marine, et porta autant d'intérêt aux foraminifères vivants qu'aux fossiles. Il étudia notamment les foraminifères des campagnes de dragage du *Travailleur* et du *Talisman*, les miliolidés du Golfe de Marseille, mais entreprit aussi l'étude des grands foraminifères (notamment le genre *Orbitoides*) et de leur évolution. Dévoiler la structure interne et la composition de la coquille des foraminifères fut une de ses priorités, car il avait compris que l'analyse morphologique externe pouvait avoir ses limites. Sa minutie et sa dextérité à confectionner des coupes dans le test des foraminifères lui

permirent d'aborder, en collaboration avec Munier-Chalmas, certains aspects de la reproduction des foraminifères, en étudiant le dimorphisme notamment chez les miliolidés. De ce fait, outre de nombreuses préparations contenant des individus isolés, il laissa au MNHN un ensemble de sections de spécimens, placées entre lames et lamelles, particulièrement impressionnantes (Figure 5), non seulement par leur nombre (environ 2500 coupes de tests) mais aussi par leur qualité. Il conçut aussi une série de préparations renfermant des associations de foraminifères récoltées dans différentes parties du monde ; merveilleuse collection, aussi didactique qu'esthétique où, dans chacune des préparations, les différentes espèces sont alignées minutieusement sur plusieurs rangs entre deux lames de verre.



FIGURE 5. Boite de sections de foraminifères entre lames et lamelles, et préparations contenant des associations de foraminifères de la Mer Rouge et du Japon, réalisées par Schlumberger.

Après la mort de ces grands pionniers bénévoles, nous n'avons que très peu d'indications sur le devenir des collections de foraminifères, elles furent vraisemblablement versées dans la collection des invertébrés. En effet, Lys & Sigal (1947), ainsi que Loeblich & Tappan (1964) remercient J. Roger, alors sous-directeur au MNHN (Paléontologie des invertébrés), de leur avoir permis de consulter la collection d'Orbigny au cours de l'année 1946 pour les premiers et 1953-1954 pour les seconds.

Bien que la présence de **Maurice Lys (1914-1998)** au MNHN fut de bien plus courte durée, on ne peut passer sous silence son rôle dans la mise en valeur de la collection d'Orbigny. Diplômé de l'École d'Ingénieurs Nationale Supérieure du Pétrole de Strasbourg (ENSP), M. Lys consacra une grande partie de sa carrière (1945-1971) à l'Institut Français du Pétrole, dont il dirigea le Laboratoire de Micropaléontologie. Avant d'intégrer les locaux de ce nouvel Institut, dans cette période encore troublée de 1945, il fut hébergé au MNHN, pendant environ une année, par C. Arambourg et J. Roger. Il entreprit la mise en valeur du matériel d'Orbigny en réalisant le « fichier d'Orbigny », resté inédit (Figure 6), mais consultable au MNHN (Lys, 1948 ; Lys & Sigal, 1947). Ce fichier, qui comporte plus de 1077 fiches représentant autant d'espèces, fait le point sur l'état de la collection d'Orbigny et constitue une première révision de cet ensemble.

M. Lys a également contribué à enrichir le patrimoine micropaléontologique, en faisant don de ses propres collections au MNHN, à la fin de sa vie.

3.2. Les collections de foraminifères : la période 1967-1977

Ce texte est beaucoup trop court pour rendre, à Madame Yolande Le Calvez (1910-2001), l'hommage qu'elle est en droit de recevoir pour sa vie de chercheur exemplaire, son implication dans les collections, son humanisme et la grande chaleur humaine qui émanait de cette « grande dame de la micropaléontologie », comme l'avait appelée le Professeur Ch. Pomerol, le jour où Y. Le Calvez soutint sa thèse d'état en 1970.

Y. Le Calvez fut d'abord et pendant de nombreuses années l'assistante bénévole de son époux Jean Le Calvez, spécialiste de la biologie des foraminifères, qui s'illustra par ses travaux sur la cytologie, les cycles de reproduction et l'écologie de ces microorganismes. C'est de cette expérience particulièrement enrichissante sur le plan scientifique, que Y. Le Calvez acquit la conviction de l'importance des études sur les foraminifères vivants (biologie et écologie) pour mieux comprendre les fossiles et interpréter leur message paléoenvironnemental. Sa carrière effective ne commença qu'en 1944 lorsqu'elle fut recrutée comme Ingénieur-Géologue au Bureau de Recherches Géologiques et Minières (BRGM), situé alors dans Paris (Pomerol & Vénec-Peyré, 2002). Elle y travailla en étroite collaboration avec P. Marie et fut, à sa suite, responsable du Laboratoire de Micropaléontologie du BRGM

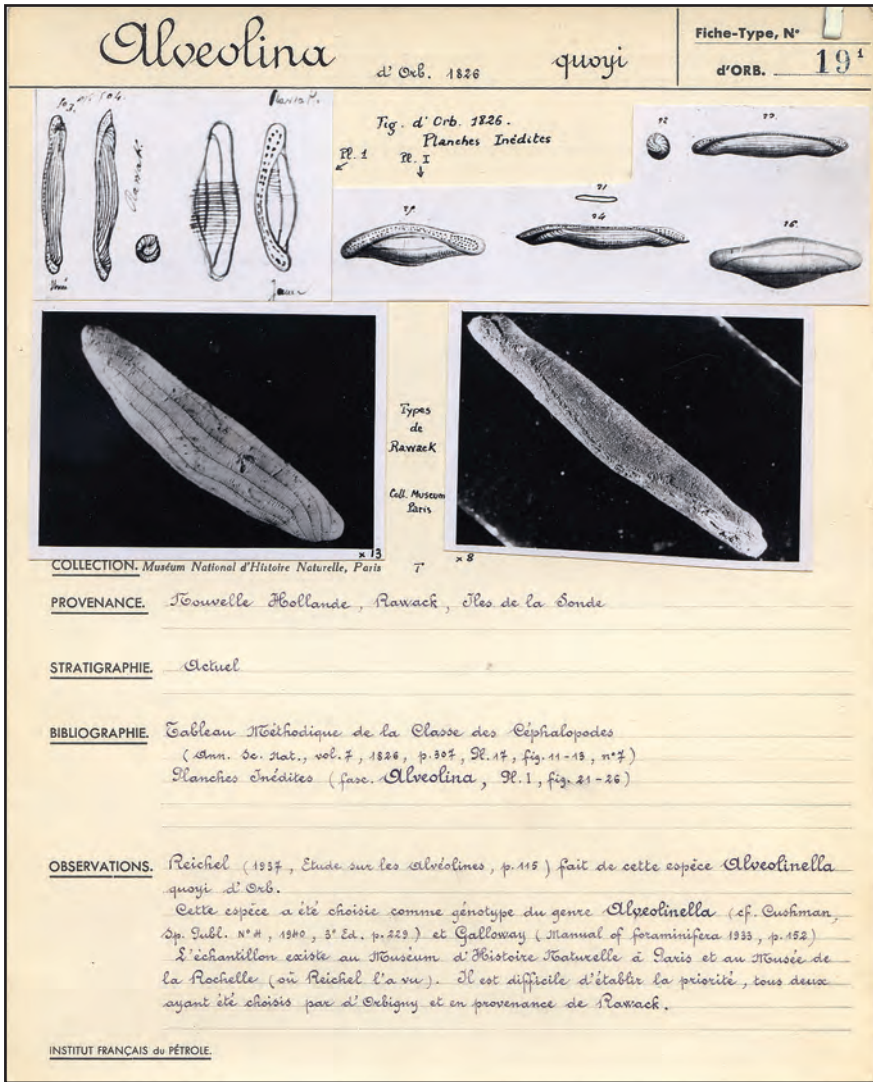


FIGURE 6 Exemple d'une fiche du « Fichier d'Orbigny » réalisé par M. Lys.

jusqu'en 1966. Elle intégra alors le CNRS en 1967 dans le Laboratoire de Paléontologie du MNHN, et y soutint sa thèse d'état sur les foraminifères paléogènes du Bassin de Paris. En 1972, Y. Le Calvez succéda à M. Deflandre-Rigaud à la direction du Laboratoire de Micropaléontologie de l'EPHE (Ecole Pratique des Hautes Etudes), laboratoire hébergé depuis sa création (voir chapitre consacré à G. Deflandre) dans le bâtiment de Paléontologie du MNHN, sans toutefois en occuper les locaux. Elle préféra en effet rester dans la partie opposée du bâtiment de Paléontologie où

se trouvaient les collections de foraminifères. Elle dirigea ce laboratoire de l'EPHE jusqu'en 1977, date de son départ à la retraite.

Très soucieuse de l'importance du patrimoine foraminiférologique conservé au MNHN, elle contribua à le valoriser en réalisant d'importantes révisions taxinomiques. Déjà, dès son arrivée au BRGM, afin de mener à bien ses recherches sur le Lutétien du Bassin Parisien, elle entreprit une révision des foraminifères décrits par Terquem (1882) dans « les foraminifères des environs de Paris ». Ce matériel était alors au BRGM où il avait été confié à P. Marie par ceux qui en avaient la garde, J. Piveteau à l'École des Mines et J. Roger au Muséum (Le Calvez, 1952). En arrivant au Muséum, lors de son entrée au CNRS, Y. Le Calvez révisa la collection de foraminifères de d'Orbigny (Cuba et Canaries) (Le Calvez, 1974, 1977a et b) en utilisant le microscope électronique à balayage (Figure 7). Elle s'acharna aussi, à partir de cette période à rechercher les spécimens de référence des foraminifères étudiés par les auteurs anciens, empruntés et dispersés en France, et à y mettre de l'ordre. Motivés par la dynamique qu'elle impulsa dans le domaine des collections, beaucoup de spécialistes de foraminifères et d'ostracodes, soucieux du devenir de leurs collections et conscients qu'il était du rôle du MNHN d'en assurer la conservation, prirent la décision d'y déposer leurs types et figurés au fur et à mesure de la publication de leurs travaux. La collection des « grands foraminifères » de l'École des Mines lui fut confiée, avant le transfert d'une partie de ce prestigieux établissement à Sophia-Antipolis, dans le Sud de la France.

Toujours sous cette impulsion, les visiteurs français et étrangers se firent de plus en plus nombreux. Parmi ces derniers, Y. Le Calvez accueillait 2 à 3 fois par an les foraminiférologues des sociétés pétrolières françaises et des pays limitrophes qui, en dépit de leur appartenance à des sociétés concurrentes sur le plan industriel et commercial, se réunissaient pour discuter et s'accorder sur des problèmes d'ordre taxinomique ; leur groupe s'appelait « Groupe de travail de Paléontologie de la Chambre syndicale du pétrole et du gaz naturel ».

L'activité curatoriale d'Y. Le Calvez ne se limitait pas à une mise en ordre « physique » des collections, elle réalisa la rédaction d'un fichier (papier) pour tous les spécimens de référence.

Elle enrichit également cet important patrimoine de son propre matériel : les foraminifères paléogènes du Bassin de Paris, et de nombreuses régions étudiées de par le monde, car en raison de son professionnalisme, elle fut souvent sollicitée pour collaborer avec les géologues ; elle fit également don du matériel de son mari J. Le Calvez (1908-1954).

De 1974 à 1982, Y. Le Calvez dirigea également la publication des Cahiers de Micropaléontologie, créés par G. Deflandre.

Après avoir fait valoir ses droits à la retraite en 1977, elle poursuivit bénévolement ses activités de valorisation des collections en se consacrant en particulier à

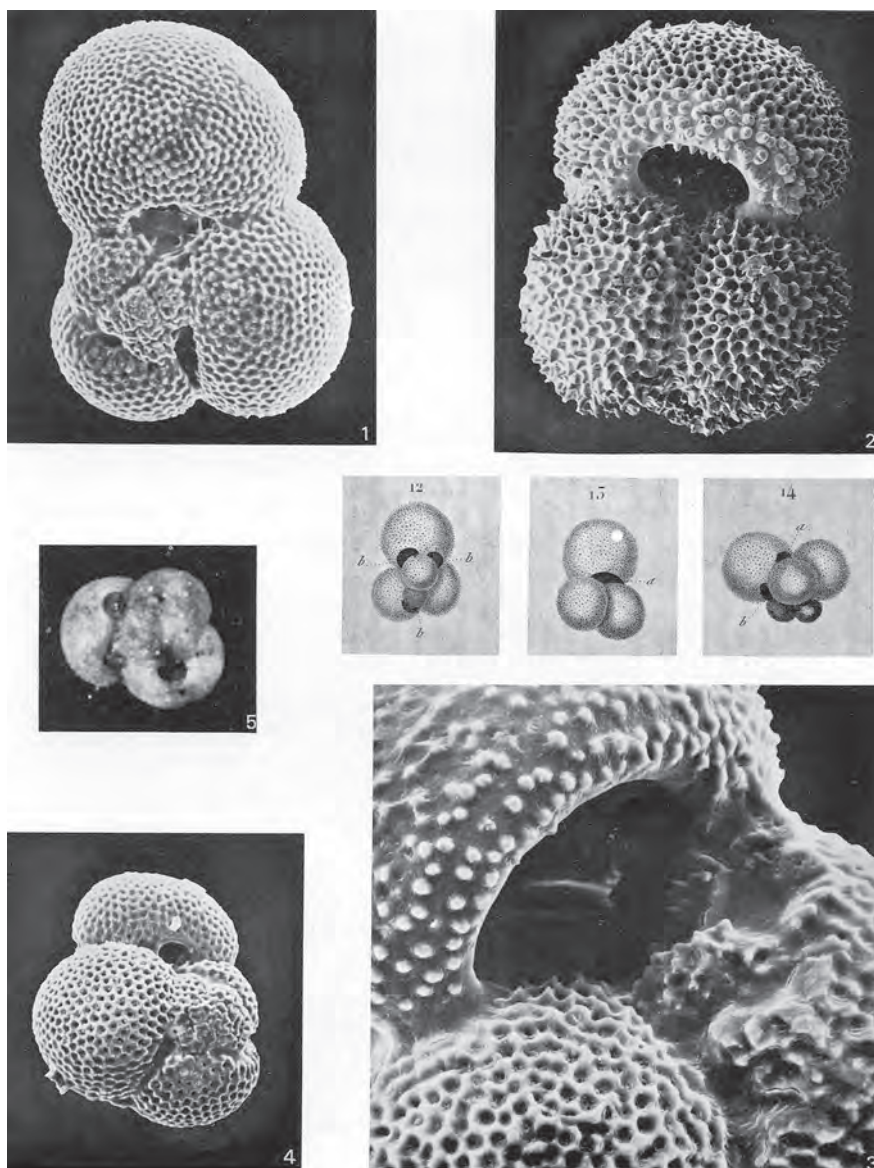


FIGURE 7. Reproduction d'une planche de la révision des foraminifères de Cuba (Le Calvez, 1977b : pl. 5) montrant les dessins de *Globigerinoides ruber* de d'Orbigny et les photographies au microscope électronique à balayage d'un topotype de la même espèce.

celle de P. Marie (BRGM), rassemblée pêle-mêle avec de nombreux documents. Elle entreprit de les trier, y retira de nombreux types et figurés, mais n'eut malheureusement pas le temps d'achever ce travail.

3.3. La collection Deflandre : les autres Protistes

Georges Deflandre (1897-1973) (Figure 8) se disait lui-même autodidacte (Deflandre, 1949). Il dut interrompre ses études à l'âge de 16 ans afin de subvenir aux besoins familiaux. C'est en captivité, au cours de la Première guerre mondiale, qu'il acquit de solides connaissances en sciences naturelles. Elles le conduisirent, à la libération, à fréquenter assidûment le Laboratoire de Cryptogamie du Muséum, où il prépara sa thèse. Travailleur acharné, il apporta une contribution majeure à la connaissance d'un grand nombre de protistes actuels et fossiles, appartenant à divers groupes, autres que les foraminifères. Il fut l'un des précurseurs de la découverte et de la description des microfossiles en matière organique et des nannofossiles, et le créateur, semble-t-il, du terme « paléoprotistologie ». Il fit carrière au CNRS avant de fonder, en 1943, le Laboratoire de Micropaléontologie de l'EPHE, qui fut hébergé au dernier étage du Laboratoire de Paléontologie du MNHN.

Il constitua une collection énorme et réalisa avec l'aide de sa femme, Marthe Deflandre-Rigaud, un fichier d'environ 50 000 fiches concernant l'exploitation scientifique de son matériel. Parmi elles, 6824 ont paru dans les 24 volumes du « Fichier Micropaléontologique Général » (1943-1973), publié dans les Archives Originales du Centre de Documentation du CNRS (Figure 9).

Sa collection fut léguée au MNHN après son décès. Fruit de 50 années de recherche, elle réunit plus de 15 000 préparations comprenant environ 800 types et figurés, et 1304 échantillons de matériaux (dont certains donnés par des chercheurs français et étrangers) concernant l'algologie, la protistologie et la paléoprotistologie. A cela s'ajoutent sa bibliothèque, de nombreux films de négatifs, albums photographiques, diapositives, et toute une correspondance avec les différents spécialistes. Il fut Correspondant de l'Académie des Sciences. Une donation, faite en 1970 par le couple Deflandre à l'Institut de France, a permis la fondation du Prix G. Deflandre et M. Rigaud-Deflandre que décerne l'Académie des Sciences.

Lorsque l'âge de la retraite sonna pour G. Deflandre, son épouse lui succéda et occupa ce poste jusqu'en 1972 ; ses recherches personnelles portaient sur les vestiges microscopiques d'invertébrés (sclérites d'holothurides, d'alcyonaires, d'ascidies ; spicules de spongiaires). Après la mort de son mari, et bien qu'en retraite, Madame Deflandre continua à venir régulièrement au laboratoire jusqu'à la fin de ses jours pour veiller sur la collection du grand homme qu'elle admirait tant.

Comme nous l'avons vu plus haut, Y. Le Calvez lui succéda à la direction du Laboratoire de Micropaléontologie de l'EPHE, puis ce fut le tour de Philippe Taugourdeau, qui occupa ce poste jusqu'à son départ en retraite en 1987. Spécialiste



FIGURE 8. Portrait de Georges Deflandre.



FIGURE 9. Photographie de la première page d'un fascicule et d'une fiche du « Fichier Micropaléontologique général », publié par G. et M. Deflandre.

de Chitinozoaires et de Scolécodontes, il légua aussi sa collection au MNHN. Le Laboratoire de Micropaléontologie de L'EPHE fut supprimé un soir de 1987, et, sans qu'elle en ait eu connaissance, M. Deflandre-Rigaud s'éteignit à peu près au même moment dans le bus qui la ramenait du laboratoire à son domicile. Une page était tournée... l'histoire est parfois étonnante !

3.4. Les collections de micropaléontologie : de 1977 à nos jours

Lorsque Y. Le Calvez fit valoir ses droits à la retraite en 1977, ce fut à l'un des auteurs de cet article (MTVP), nouvellement recruté au CNRS et affectée à l'unité de recherche en Paléontologie du MNHN, que revint alors naturellement le soin de gérer les collections de foraminifères, responsabilité qu'il assurera jusqu'en 2010. Malheureusement les activités liées à la systématique et aux recherches sur les collections n'étant pas la priorité des instances évaluatrices du CNRS, les révisions taxonomiques furent mises en veilleuse. Néanmoins, l'accueil des visiteurs, le catalogage des dons, la maintenance et à la gestion des collections, furent toujours assurés.

Avec la disparition de Mme Deflandre et du Laboratoire de Micropaléontologie de L'EPHE en 1987, la collection Deflandre devenait en quelque sorte orpheline. Cette collection et celle des foraminifères et ostracodes furent alors rassemblées en un même ensemble : la collection de micropaléontologie (Figure 10). Comme ces deux entités étaient abritées aux deux extrémités du bâtiment de Paléontologie séparées par la galerie ouverte au public, ce regroupement impliqua le transfert des foraminifères vers les locaux autrefois occupés par Deflandre. Opération particulièrement délicate et longue en raison de la fragilité du matériel, et qui ne put se faire qu'avec l'aide de bénévoles, faute de moyens et de personnels.

Dans le même temps, ce fut aussi une grande période d'enrichissement des collections. Beaucoup de micropaléontologues, qui avaient connu l'âge d'or des recrutements en micropaléontologie, arrivaient au terme de leur carrière et faisaient don de leurs collections au MNHN. Il faut citer entre autres celles des chercheurs des universités de la Sorbonne, de Paris 6, de l'IFP, et celle établie par « le Groupe de travail de Paléontologie de la chambre syndicale du pétrole et du gaz naturel », tandis que continuaient à se joindre à ces legs des dons plus ponctuels de chercheurs encore en activité.

Les progrès formidables accomplis au milieu du 20^e siècle dans le domaine de l'informatique ont conduit à la réalisation de banques de données numériques dans de nombreux domaines d'activité. Ce qui ouvrait de belles perspectives pour la gestion, l'utilisation et l'accès à l'information des collections en sciences naturelles. C'est ainsi qu'en 1986, commença la vaste opération Tyfipal, pilotée par l'Association Paléontologique Française et aidée financièrement par la DBMIST (Direction des Bibliothèques, des Musées et de l'Information Scientifique et Technique)



FIGURE 10. Une vue de la collection de foraminifères du MNHN.

(Thierry, 1988). Cette opération fondait la première banque de données nationale de spécimens types et figurés en paléontologie. Elle finançait en partenariat avec les universités et les musées la saisie informatique des informations concernant chaque espèce et réparties en 18 champs descripteurs (données systématiques, géographiques, stratigraphiques, état et lieu de conservation etc.). Il fut décidé au sein du Laboratoire de Paléontologie du MNHN que la saisie informatique commencerait par les données micropaléontologiques car ces informations étaient déjà bien documentées sur le papier. 5000 types et figurés de microfossiles furent ainsi versés dans la banque de données Tyfipal avant 1990. Actuellement ces données sont en cours de transfert dans la base de données JACIM du Muséum. Le projet de joindre les photographies des spécimens aux données textuelles est également en cours de réalisation. L'informatisation des collections est une priorité dans la mise à disposition des informations sur la biodiversité (selon les priorités affichées par la France dans sa contribution au GBIF « Global Biodiversity Information Facility »). Elle doit se faire en harmonie avec le réseau international EDIT « European Distributed Institute of Taxonomy », le programme européen SYNTHESYS « Synthesis of systematic resources », et le projet européen ENHSIN « European Natural History Museum Specimen Information Network ».

Tout au cours de cette période, les visiteurs se sont faits nombreux, accueillis pour des séjours de courte ou de longue durée (allant jusqu'à une année). La dynamique impulsée par Y. Le Calvez pour l'accueil des visiteurs s'est trouvée renforcée par le soutien des programmes PARSYST, COLPARSYST puis SYNTHESIS, développés grâce au soutien financier de la Communauté Européenne, afin de faciliter l'accès aux collections européennes.

Les collections ne sont pas essentiellement dévolues à la recherche scientifique, elles ont aussi une vocation éducative et culturelle. Une grande opération fut conduite dans ce domaine à l'occasion des manifestations qui ont célébré le bicentenaire de la naissance de d'Orbigny en 2002. Les expositions, les colloques, les conférences, et la publication de livres à cette occasion ont contribué à faire connaître ou mieux faire connaître l'importance de la micropaléontologie. Sur le plan scientifique, cette opération a permis de publier les « Planches Inédites » de foraminifères de d'Orbigny (Figure 11). Ces planches avaient été préparées par le célèbre naturaliste au cours de sa jeunesse pour illustrer la première classification de ce groupe (d'Orbigny, 1826), mais n'avaient jamais pu voir le jour malgré de nombreuses tentatives de publication. Elles ont été éditées dans un travail analytique valorisant ainsi la collection correspondante en retraçant l'histoire nomenclaturale de 198 espèces, histoires souvent complexes qui conduisirent certains auteurs à des erreurs d'interprétation (Vénec-Peyré, 2005).

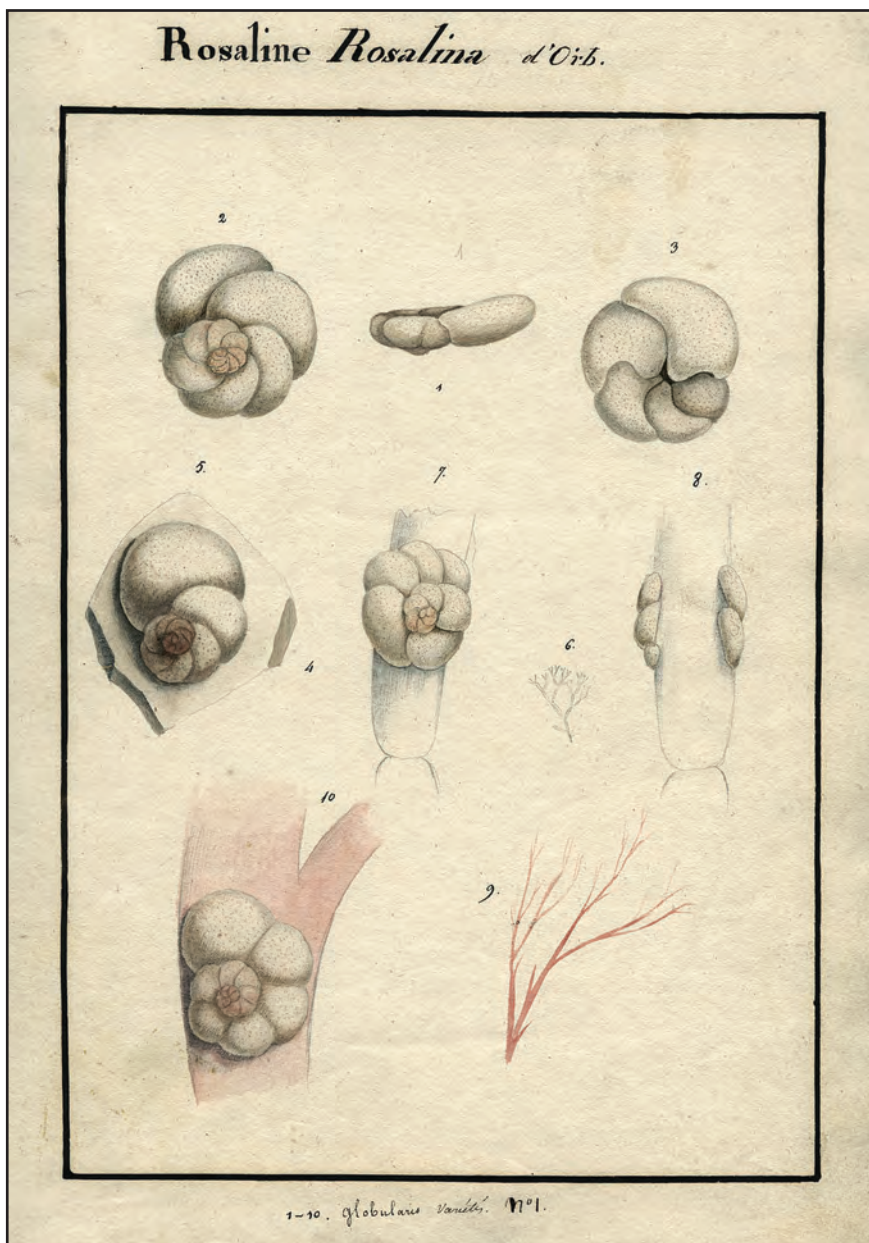


FIGURE 11. Une des « Planches Inédites » d'Alcide d'Orbigny, publiée en 2005.

Si la première chaire de paléontologie du MNHN fut créée pour l'un des plus célèbres micropaléontologues, il n'y eut jamais, avant 2007, de personnels statutaires du Muséum attachés à la micropaléontologie ; ce qui fut certainement dommageable pour les collections dans ce domaine. Cent cinquante ans après la mort de d'Orbigny, un poste de professeur de micropaléontologie fut enfin ouvert au concours en 2007 et pourvu par le recrutement du second auteur de cette note (A. B.), qui prit ses fonctions en septembre de la même année.

4. LES COLLECTIONS : PLUS QU'UNE MÉMOIRE, UN CAPITAL POUR L'AVENIR

Comme il a été dit en introduction, l'histoire et l'état des collections sont liés à la personnalité de leurs gestionnaires, mais aussi à l'histoire des institutions qui les abritent. Il est curieux de constater que les collections de micropaléontologie du MNHN ont été gérées presque essentiellement par des bénévoles au 19^e siècle et des chercheurs appointés par l'EPHE ou le CNRS au 20^e siècle, puisque aucun poste de micropaléontologue ne fut créé au Muséum avant 2007. On peut se demander ce qu'il serait advenu de cet important patrimoine sans l'engagement de ces chercheurs et leur volonté farouche de le préserver et de le valoriser. Ils ont assuré ce travail sans avoir de légitimité, avec les difficultés que cela implique pour obtenir les moyens qui auraient été si utiles à la maintenance des collections. Ce n'est qu'en 1997, qu'une certaine légitimité dans le domaine des collections fut accordée à des chercheurs non statutaires, lorsqu'ils furent nommés chargés de conservation par le Directeur du MNHN. Le Muséum national d'Histoire naturelle a, en effet, connu de profondes mutations au cours de son histoire. Les collections furent dès le début et pendant longtemps placées sous la responsabilité des titulaires de chaires. A la fin du 20^e, ces dernières furent remplacées par des laboratoires, qui disparurent à leur tour en 2001 ; des départements scientifiques furent alors mis en place, tandis qu'une direction transversale, avec sa propre ligne budgétaire, fut créée pour les collections. Un grand chantier de rénovation des collections, actuellement en cours, fut alors entrepris pour rattraper le retard pris notamment dans le domaine de la conservation et de l'informatisation des données. En effet, comme dans beaucoup de musées de par le monde, un grand retard s'était accumulé au cours du temps par manque de crédits et de personnels et probablement aussi en raison de lourdeurs administratives qui furent néfastes à cette tâche immense de gestion, eu égard à l'ampleur de ce patrimoine.

Comme on a pu le percevoir dans l'histoire évoquée ci-dessus, l'évolution des disciplines, des idées et des politiques scientifiques menées par les établissements ne sont pas non plus sans incidence sur l'état des collections. Avec le développement des inventaires et des descriptions, les collections prirent toute leur signifi-

cation et leur importance en raison de la nécessité d'établir des référentiels. Puis, l'intérêt porté à ces archives de la biodiversité et de la paléobiodiversité ainsi qu'à la systématique, science fondamentale qui en assure la description, s'est affaibli à mesure que les autres disciplines liées aux sciences de la Nature se développaient. Les préoccupations des scientifiques s'orientèrent alors de plus en plus vers la compréhension des processus et des phénomènes régissant la planète et ses habitants au cours du temps ; ce qui contribua à minimiser injustement l'importance de la systématique et des activités liées aux collections. Elles furent de ce fait mal perçues par les instances évaluatrices de la recherche avec des conséquences avérées en termes de budget et de renouvellement de postes. La micropaléontologie n'a pas échappé à cet infléchissement. Au 19^e siècle, ce fut d'abord l'âge d'or des récoltes qui engendra les pionniers de la micropaléontologie avides d'inventorier et de décrire le monde microscopique, avec évidemment les moyens de l'époque. Cette phase s'est beaucoup intensifiée dans la première moitié du 20^e siècle pour les besoins de la biostratigraphie et de la recherche pétrolière. Ces dernières, toujours en quête de nouvelles espèces pour trouver des marqueurs de plus en plus précis ont largement contribué à enrichir les collections. Plus tard dans la seconde moitié du siècle, l'émergence de la paléocéanographie et de la paléoclimatologie, grandes utilisatrices de microfossiles, a orienté les recherches vers l'interprétation du message qu'ils étaient susceptibles de délivrer en termes de paléoenvironnement. Si le nouvel essor ainsi donné à la micropaléontologie est indéniable, on peut toutefois regretter que les études de systématique aient été dans le même temps reléguées au rang d'activités ancillaires.

Une lueur d'espoir : un regain d'estime des collections est-il en train de s'amorcer en ce début du 21^e siècle placé sous le signe de la biodiversité ? Les paléontologues avaient déjà mis sur le binôme paléobiodiversité - grandes crises de la vie ; les biologistes leur ont emboîté le pas en prenant conscience de l'érosion de la biodiversité sous l'effet des activités humaines et en constatant qu'une partie seulement des espèces actuelles avait été recensée. Les inquiétudes concernant la perte de biodiversité et le devenir de la planète sont désormais partagées par les chercheurs, les médias, le grand public et les pouvoirs politiques (Conférence de Rio, 1992, Protocole de Rio, Systematics Agenda 2000, Développement durable, 2008 Année de la Planète Terre, 2010 année de la Biodiversité). Repenser la définition des espèces à la lumière de la biologie moléculaire et analyser la dynamique de la biodiversité sont aussi devenus des priorités qui remettent en valeur l'importance de la systématique et des collections. Ces constats ont eu le mérite de jeter un coup de projecteur sur la systématique, les collections et la nécessité de développer les banques de données afférentes. C'est donc dans ce contexte que s'est inscrite cette volonté d'un renouveau dans la valorisation et la modernisation des collections du MNHN auxquelles appartiennent les collections de micropaléontologie.

Dans le concert des espèces, les microorganismes constituent un maillon important de la chaîne alimentaire grâce à la grande fécondité des individus génératrice d'une biomasse considérable, et leurs restes fossilisés participent de façon efficace aux grands cycles biogéochimiques de la planète. Leur diversité spécifique et leur grande variabilité morphologique en font des marqueurs incontournables dans la reconstitution des écosystèmes, des géographies et des climats anciens. S'ils sont efficaces pour percer les secrets du passé, il reste encore à dévoiler bien des aspects de leurs propres mystères en confrontant les données moléculaires aux données morphologiques. Il en résulte que ces collections du vaste monde microscopique, mémoire de la biodiversité et de la paléobiodiversité, représentent un sérieux capital pour répondre aux enjeux de la recherche du 21^e siècle.

REMERCIEMENTS

Nous remercions très sincèrement Philippe Loubry et Christian Lemzaouda (UMR 7207 -CNRS) pour la réalisation des illustrations.

RÉFÉRENCES

- APPEL, T.A., 1997, L'anatomie philosophique, l'évolution et les muséums : Les relations entre le Muséum et Harvard, in Blanckaert C. et al (eds), *Le Muséum au premier siècle de son histoire*. Publications Scientifiques du Muséum, Collection Archives, 649-671.
- DEFLANDRE, G., 1949, Notice de titres et travaux.
- DEFLANDRE, G., DEFLANDRE-RIGAUD, M., 1943-1973, Fichier Micropaléontologique Général. Editions du CNRS Séries 1 à 24.
- DOUVILLE, H., 1906, Charles Schlumberger. Notice nécrologique. *Bulletin de la Société Géologique de France*, 4^e série, 6, 340-350.
- JAUSSAUD, P., BRYGOO, E.R., 2004, *Du Jardin au Muséum en 516 biographies*. Publications Scientifiques du Muséum, Collection Archives, 630 p.
- HERON-ALLEN, E., 1917, Alcide d'Orbigny, his life and his work. *Journal of the Royal Microscopical Society of London*, 1-105.
- LE CALVEZ, Y., 1947, Révision des foraminifères lutétiens du Bassin de Paris. I. Miliolidae. *Mémoires du Service de la Carte géologique détaillée de la France*, 4, 1-45.
- LE CALVEZ, Y., 1952, Révision des foraminifères lutétiens du Bassin de Paris. IV. Valvulinidae, Peneroplidae, Ophthalmidiidae, Lagenidae. *Mémoires du Service de la Carte géologique détaillée de la France*, 4, 1-64.
- LE CALVEZ, Y., 1974, Révision des foraminifères de la collection d'Orbigny. I. Foraminifères des Iles Canaries. *Cahiers de Micropaléontologie* 1974 (2), 1-108.

- LE CALVEZ, Y., 1977a, Révision des foraminifères de la collection d'Orbigny. II. Foraminifères de l'île de Cuba. *Cahiers de Micropaléontologie* 1977 (1), 1-128.
- LE CALVEZ, Y., 1977b, Révision des foraminifères de la collection d'Orbigny. II. Foraminifères de l'île de Cuba. *Cahiers de Micropaléontologie* 1977 (2), 1-131.
- LOEBLICH, A.R., TAPPAN H., 1964, Sarcodina chiefly «Thecamoebians» and Foraminiferida, in Moore R.C. (ed.), *Treatise on Invertebrate Paleontology*, Part C, Protista 2. Geological Society of America & University of Kansas Press, Lawrence: 900 p.
- LYS, M., SIGAL, J., 1947, Présentation d'un fichier micropaléontologique (fichiers d'auteurs). *Revue de l'Institut Français du Pétrole*, 7 (4), 179-199.
- LYS, M., 1948, Introduction to «Planches Inédites» of Alcide d'Orbigny. International Geological Congress «Report of the Eighteenth Session Great Britain», Part XV, 3-11.
- ORBIGNY, A., D', 1826, Tableau méthodique de la classe des Céphalopodes. *Annales des Sciences naturelles*, Paris, 7, 245-314.
- ORBIGNY, A., D', 1839a, Foraminifères, in De La Sagra R. (ed.), *Histoire physique, politique et naturelle de l'île de Cuba*. Bertrand, Paris, 1-224.
- ORBIGNY, A., D', 1839b, Foraminifères, in Barker-Webb P. & Berthelot S. (eds), *Histoire Naturelle des Iles Canaries*. Béthune, Paris, Zoologie, 2 (2), 119-146.
- ORBIGNY, A., D', 1839c, *Voyage dans l'Amérique méridionale*. Pitois-Levrault, Paris, 5 (5), 1-86.
- ORBIGNY, A., D', 1840, Mémoire sur les foraminifères de la craie blanche du Bassin de Paris. *Mémoires de la Société Géologique de France*, Paris, 4 (1), 1-52.
- ORBIGNY, A., D', 1846, *Foraminifères fossiles du Bassin Tertiaire de Vienne (Autriche)*. Gide & Cie, Paris, 303 p.
- POMEROL, C., VÉNEC-PEYRÉ, M.T., 2002, Yolande Le Calvez (1910-2002). *Revue de Micropaléontologie*, 45 (2), 161-166.
- SCHLUMBERGER, C., 1887-1888, Notice nécrologique sur M. Terquem. *Bulletin de la Société Géologique de France*, 16, 459-465.
- TAQUET, P., VÉNEC-PEYRÉ, M.T., 2002 (coordinateurs), Alcide d'Orbigny. 1- Stratigraphie et micropaléontologie. *C. R. Palevol*, 1, 311-312 ; 2 – Voyageur naturaliste et systématique. *C. R. Palevol*, 1, 489-680.
- TERQUEM, O., 1882, Les foraminifères de l'Éocène des environs de Paris. *Mémoires de la Société Géologique de France*, 3 (2), 1-193.
- THIERRY, J., 1988, Tyfipal. Première banque nationale de données de spécimens paléontologiques à statut de types et figurés, *Géochronique*, 26, 34.
- VÉNEC-PEYRÉ, M.T., 2004, Beyond frontiers and time : the scientific and cultural heritage of Alcide d'Orbigny (1802-1857), *Marine Micropaleontology*, 50 (1-2), 149-159.
- VÉNEC-PEYRÉ, M.T., 2005, *Les Planches Inédites d'Alcide d'Orbigny. A l'aube de la Micropaléontologie*. Publications Scientifiques du Muséum, Collection Des Planches et des Mots, 304 p., 62 planches.

LES GISEMENTS À CONSERVATION EXCEPTIONNELLE DANS LES COLLECTIONS : L'EXEMPLE DE LA VOULTE ET DE MONTCEAU-LES-MINES (FRANCE)

Sylvain CHARBONNIER

*Muséum National d'Histoire Naturelle, Département Histoire de la Terre, UMR 7207 CNRS, Centre de Recherche sur la Paléobiodiversité et les Paléoenvironnements, CP 38, 8 rue Buffon, 75005 Paris, France
scharbonnier@mnhn.fr*

Abstract. The collections of the *Muséum National d'Histoire Naturelle*, Paris contain numerous exceptionally preserved fossils from two French localities (La Voulte, Middle Jurassic and Montceau-les-Mines, Upper Carboniferous). The pioneer works on the La Voulte Lagerstätte began in 1850s but it is only from 1980s that was constituted an important collection containing numerous invertebrate specimens, rare in the fossil record. The collection of the Montceau-les-Mines Lagerstätte is housed in the regional museum of Autun. It contains more than 100,000 nodules bearing animal and fossil plants, three-dimensionally preserved. These collections are computerized and regularly consulted by scientists from the whole world.

Key words. Collections, Lagerstätte, France, Jurassic, Carboniferous

1. INTRODUCTION

Les collections de paléontologie du Muséum national d'Histoire naturelle de Paris (MNHN) sont riches de plusieurs millions de spécimens et constituent l'un des ensembles les plus complets au monde. La collection d'invertébrés fossiles regroupe des spécimens provenant du monde entier et l'ensemble des groupes zoologiques actuels et éteints est représenté. Elle se compose de plusieurs fonds correspondant à des situations, systèmes de rangements et centres d'intérêts très variés : (1) de grandes collections historiques constituées par de prestigieux naturalistes (ex : Lamarck, Brongniart, de Blainville, d'Orbigny), (2) des collections stratigraphiques, (3) des fonds spécialisés intéressant des ensembles taxinomiques cohérents (ex : échinodermes de la collection Lambert, coraux et crustacés de la collection Milne-Edwards), (4) des collections géographiques et (5) diverses collections de recherche. Parmi ses différents fonds paléontologiques, le Muséum de

Paris conserve d'importantes collections sur deux gisements à conservation exceptionnelle français (Fig. 1) : le Lagerstätte de La Voulte-sur-Rhône (France, Jurassique moyen) et celui de Montceau-les-Mines (France, Carbonifère supérieur). Ces deux sites qui ont livré des faunes et des flores extrêmement bien préservées et très diversifiées sont des *Konservat-Lagerstätten* majeurs de renommée internationale. Souvent considérés comme des fenêtres ouvertes sur la biodiversité du passé, les Lagerstätten sont une source d'information privilégiée et inégalée permettant non seulement de reconstituer avec précision l'anatomie et le fonctionnement des organismes mais aussi de comprendre l'organisation des paléoécosystèmes (interactions biologiques, réseaux trophiques). Par ailleurs, la qualité de fossilisation (préservation en volume, parties molles, organes internes, dispositifs visuels) des organismes dans les gisements de type Lagerstätte autorise des comparaisons très précises avec les faunes et les flores actuelles. Enfin, l'intérêt évolutif des Lagerstätten est également important car il permet d'établir des liens phylogénétiques souvent très fiables entre vie ancestrale et actuelle.

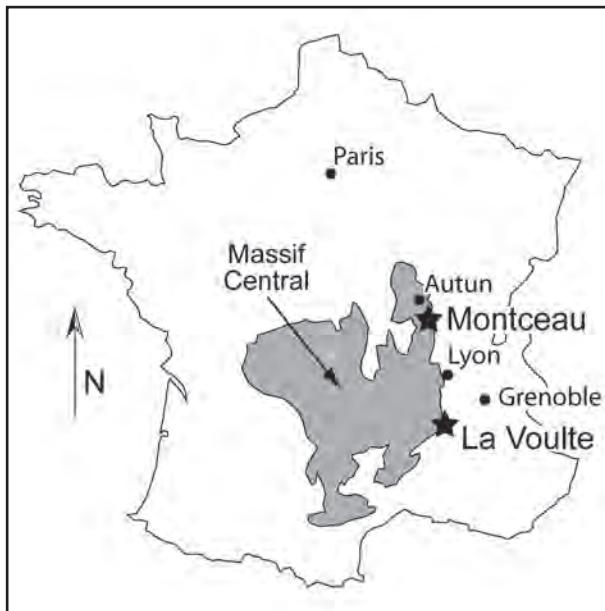


FIGURE 1. Carte de France montrant la localisation des gisements à conservation exceptionnelle de La Voulte-sur-Rhône (Jurassique moyen) et de Montceau-les-Mines (Carbonifère supérieur). Les principales villes françaises possédant des collections paléontologiques sur ces gisements sont également indiquées.

Le Jurassique possède plusieurs Lagerstätten majeurs mondialement connus comme ceux d'Holzmaden (Allemagne, Jurassique inférieur), de Solnhofen (Allemagne, Jurassique supérieur), de Cerin et de Canjuers (France, Jurassique supérieur). Ces gisements, qui peuvent être qualifiés « d'instantanés à haute résolution », restent toutefois ponctuels et sont loin de livrer une image complète et globale de la vie marine au cours du Jurassique. Ils se sont mis en place dans des environnements particuliers et ne reflètent pas la diversité des milieux marins existant à cette époque. Ces Lagerstätten correspondent, pour la plupart, à des milieux peu profonds que ce soient des mers épicontinentales dysoxiques (ex : Holzmaden), des lagunes plus ou moins confinées (ex : Solnhofen, Cerin) ou des étendues tidales à supratidales (ex : Crayssac). Parmi ces différents gisements jurassiques, le célèbre Lagerstätte de La Voulte, d'âge callovien (env. 160 millions d'années), renferme une grande variété d'organismes à préservation exceptionnelle et possède un intérêt paléontologique particulier. En effet, il présente des caractéristiques paléoenvironnementales et fauniques très originales qui le distinguent des autres Lagerstätten jurassiques tous déposés en milieu très peu profond. Ainsi, le Lagerstätte de La Voulte est très probablement un des rares Lagerstätten jurassiques, sinon le seul, à renfermer une faune de milieu marin profond apportant ainsi des informations-clé et inédites sur la biodiversité de la zone bathyale à cette époque. Les fossiles récoltés dans ce gisement sont donc très précieux et constituent des collections très demandées par les paléontologues et les scientifiques du monde entier.

Le Carbonifère supérieur possède plusieurs gisements à conservation exceptionnelle qui livrent des faunes et des flores préservés en volume dans des concrétions sidéritiques. Le Lagerstätte américain de Mazon Creek (Westphalien, États-Unis, Illinois) est de loin le plus célèbre et le plus étudié. L'Europe possède plusieurs gisements carbonifères à nodules comme les Lagerstätten de Coseley et Bickershaw (Westphalien, Royaume-Uni), le Lagerstätte de Sosnowiec (Westphalien, Pologne) et bien sûr le Lagerstätte de Montceau-les-Mines (Stéphanien, France) qui est le plus récent de tous.

Le Lagerstätte de Montceau-les-Mines fait partie d'un ensemble de bassins intramontagneux qui se sont ouverts au sein du Massif Central français au cours du Carbonifère supérieur, il y a environ 300 millions d'années (Fig. 1). A cette époque, la configuration des continents était bien différente de celle d'aujourd'hui. Les continents se regroupaient et la Pangée était en train de se former. Au cours de cette période, le rapprochement des continents a vu l'émergence à l'échelle mondiale d'une gigantesque chaîne de montagnes : la chaîne hercynienne. En France, le Massif Central, relique de ce puissant relief, faisait partie d'un ensemble montagneux que l'on appelle la Chaîne hercynienne d'Europe occidentale. A la fin du Carbonifère, 10 à 15 millions d'années après le paroxysme de l'orogénèse hercynienne, le Massif Central français, comme de nombreux autres reliefs hercyniens, a subi un

relâchement post-orogénique qui a entraîné l'effondrement de la chaîne. Au cours de cet effondrement, de nombreuses fractures sont apparues, parfois sur des centaines de kilomètres, et ont permis par leur jeu décrochant ou normal, l'ouverture de vastes bassins intramontagneux comme celui de Montceau-les-Mines. L'Europe se trouvait en position équatoriale et ces bassins houillers ont vu se développer une grande forêt primaire : la forêt houillère. Dans le bassin de Montceau-les-Mines et dans la plupart des bassins houillers du Massif Central, une sédimentation terrigène s'est mise en place, sédimentation dont le charbon est le principal témoin. A Montceau-les-Mines, la sédimentation houillère commence au début du Stéphanien supérieur. Parmi les faciès fluvio-lacustres et palustres, s'est développé un faciès très particulier : le faciès à nodules. Ces nodules fossilifères renferment une faune et une flore dans un état de conservation exceptionnelle et font de Montceau-les-Mines un Lagerstätte majeur pour le Carbonifère supérieur d'Europe occidentale. Ces nodules ont notamment livré des mollusques d'eau douce, des annélides, des crustacés, des chélicériformes, des myxinoïdes, des poissons et de petits vertébrés tétrapodes. Les végétaux ont été récemment étudiés : les résultats montrent l'existence d'une mosaïque de milieux différents (ex : deltaïque lacustre, marécageux, fluvial) répartis au sein du bassin houiller de Montceau-les-Mines. La flore des nodules permet également de préciser l'environnement dans lequel évoluait la riche faune du Lagerstätte de Montceau.

2. LES COLLECTIONS DU LAGERSTÄTTE DE LA VOULTE (PLANCHES I & II)

2.1. Contexte historique

L'histoire du Lagerstätte de La Voulte est intimement liée à son gisement de minerai de fer dont l'exploitation a été l'un des moteurs économiques de la ville durant tout le XIX^e siècle. Si l'exploitation du fer dans le district de La Voulte remonte à la période gallo-romaine, ce n'est qu'à partir du XVIII^e siècle que le minerai suscite un intérêt économique grandissant. La première concession est accordée par Le Directoire en 1796. Les mines de La Voulte connaissent ensuite un essor lié à l'industrialisation générale de la France tout au long du XIX^e siècle. La production décline avec l'épuisement du gîte et la crise métallurgique générale vers 1880. Les mines de La Voulte ferment en 1892 et la concession est renoncée en 1904. Parallèlement à l'extraction minière, les recherches paléontologiques sur le site de La Voulte s'ordonnent selon cinq grandes époques qui chacune correspondent à des découvertes majeures. La première époque (1843–1854) est marquée par des débats animés sur l'âge relatif du minerai de fer de La Voulte attribué au Callovien par J. Fournet (Pl. I, Fig. 1). Ce professeur de l'Université de Lyon signale également, pour la première fois, la présence de « *charmants ophiures* » très bien préservés (Pl. I, Fig. 2).

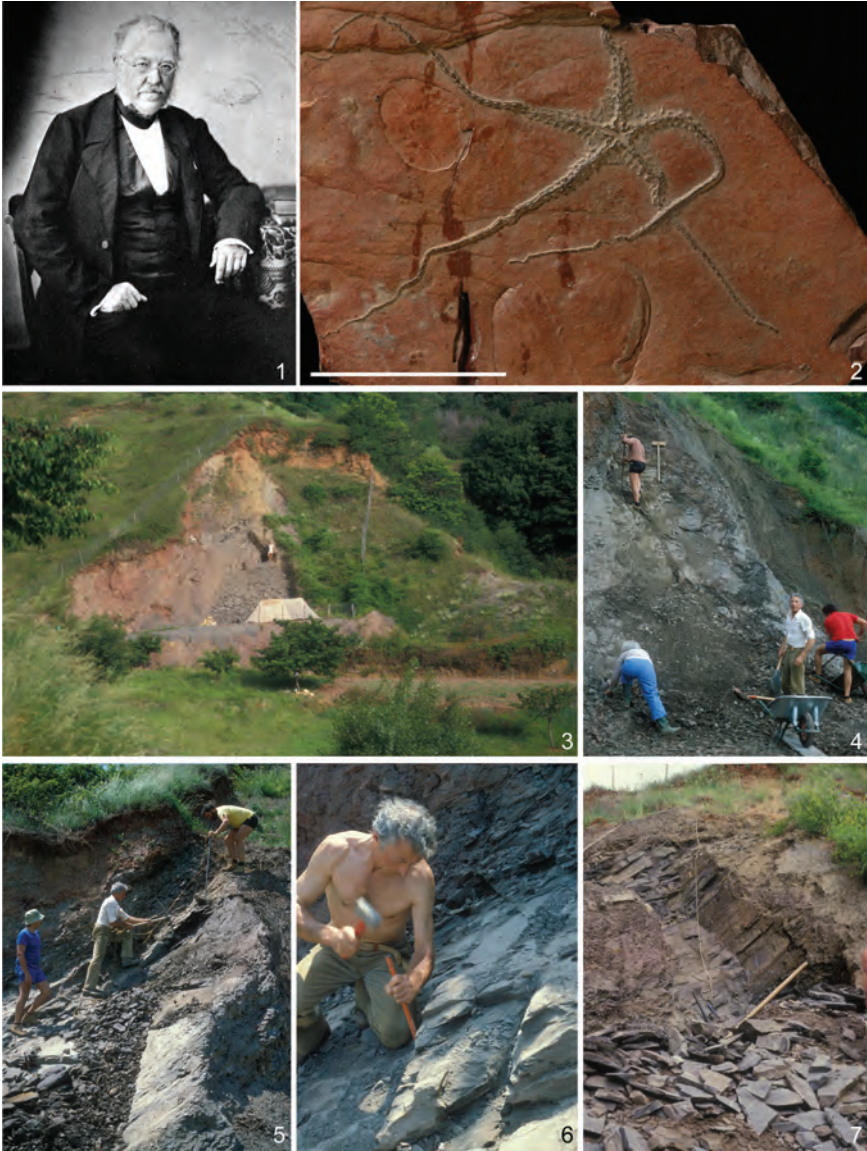


PLANCHE I. Lagerstätte de La Voulte-sur-Rhône (Jurassique moyen, France) : travaux historiques et fouilles paléontologiques récentes. **1.** Joseph Fournet (1801-1869), professeur de géologie et de minéralogie à la Faculté des Sciences de Lyon, réalise une des premières descriptions du site fossilifère ; **2.** Ophiure *Ophiopinna elegans*, espèce très abondante à La Voulte (spécimen complet, UJF-ID.11923, Université de Grenoble) ; **3-7.** Fouilles paléontologiques du Muséum national d'Histoire naturelle de Paris (1983-1986) : **(3)** vue générale du site, **(4)** équipe de fouilleurs en train de dégager la surface d'un banc marneux, **(5)** extraction des plaques fossilifères à la barre à mine, noter le fort pendage des couches nécessitant un harnais de sécurité, **(6)** le professeur Jean-Claude Fischer en train de dégager un fossile des marnes à nodules, **(7)** préparation d'un nouveau chantier, noter le fort pendage des couches. Photos J.-C. Fischer et B. Riou. Barre d'échelle : 2 cm

La seconde époque (1854–1872) se focalise surtout sur la stratigraphie et les faunes avec les travaux pionniers d'A. Oppel, de C. Ledoux et d'E. Dumortier. La publication la plus importante – restée longtemps méconnue – est celle d'A. Gevrey qui signale la présence, en 1885, de crustacés préservés en volume dans des nodules, sous le minerai de fer de La Voulte. La troisième période (1921–1943) est celle des grandes monographies stratigraphiques et paléontologiques qui, sous l'impulsion de F. Roman et de G. Sayn, font connaître la géologie de La Voulte aux scientifiques européens. La monographie de V. Van Straelen révèle notamment la diversité de la faune carcinologique. Après les années de guerre et un temps de latence, la quatrième époque (1960–1972) voit un regain d'intérêt pour le site de La Voulte notamment grâce à S. Elmi qui propose les premières interprétations paléogéographiques. Néanmoins, les études sur les organismes très bien préservés des découvertes anciennes restent toujours ponctuelles. La dernière période (1980–2007) est celle de la redécouverte du Lagerstätte de La Voulte. Pour la plupart uniques ou rarissimes, les fossiles trouvés montrent une qualité de préservation qui se révèle rapidement exceptionnelle (ex : parties molles) : le Ravin des Mines de La Voulte apparaît alors comme un *Konservat-Lagerstätte* majeur pour le Jurassique. Il en découle toute une série de publications et l'organisation entre 1983 et 1986 de fouilles paléoécologiques sous l'égide de J.-C. Fischer, professeur au Muséum national d'Histoire naturelle de Paris (Pl. I, Figs 3-7). A partir de 2007, de nouvelles études abordent le gisement de La Voulte sous un éclairage nouveau et conduisent à la première reconstitution globale du paléoécosystème.

2.2. Collections paléontologiques anciennes

D'importantes collections sur les gisements du secteur de La Voulte ont été constituées au fil du temps. Durant un siècle, entre 1843 et 1943, le gisement de La Voulte alimente principalement de ses échantillons les collections régionales des villes de Lyon et de Grenoble (Fig. 1). En ce qui concerne Lyon, deux grandes collections sont recensées : (1) la collection du Muséum d'Histoire naturelle de Lyon qui renferme surtout des ammonites issues du minerai de fer de La Voulte récoltées par E. Dumortier et V. Thiollière et (2) la collection de l'Université Claude Bernard Lyon 1 qui regroupe un fond très complet d'ammonites (ex : collections de Riaz, Roman, Lissajous) et surtout de crustacés décapodes préservés dans des nodules sidéritiques (ex : collections Marin, Caillet). Ces crustacés ont servi notamment de matériel d'étude à V. Van Straelen. L'Université de Lyon est également dépositaire des collections de l'École Nationale Supérieure des Mines de Paris dans lesquelles se trouvent quelques échantillons historiques (ex : collections Deshayes, Fontannes, Puzos).

A Grenoble, deux institutions renferment des fossiles du Lagerstätte de La Voulte : le Muséum d'Histoire naturelle de Grenoble (ex : collections Gevrey, Jourdan) et l'Institut Dolomieu de l'Université Joseph Fourier Grenoble 1 (ex : collec-

tions Gevrey, Munier-Chalmas). L'Institut Dolomieu conserve une très importante collection de crustacés préservés en volume dans des concrétions sidéritiques. Ces fossiles ont également servis de base aux travaux de V. Van Straelen et correspondent très souvent à des spécimens de référence (types et/ou figurés).

L'ensemble de ces collections constitue un fond paléontologique historique sur le Lagerstätte de La Voulte. Malgré l'ancienneté des récoltes, le matériel fossile, est relativement aisé à replacer dans les coupes puisque provenant souvent de niveaux bien repérables sur les affleurements comme par exemple les couches à nodules.

2.3. Collections paléontologiques récentes

Dans les années 1980, suite à « la redécouverte » du Lagerstätte de La Voulte, quatre campagnes de fouilles estivales (1983–1986) ont été réalisées avec le concours du Centre National de la Recherche Scientifique (CNRS), et le laboratoire de paléontologie du Muséum national d'Histoire naturelle de Paris (Pl. I, Figs 3-7). Ces fouilles ont livré un abondant matériel constitué d'animaux à corps mou comme des céphalopodes aux parties molles pyritisées en volume ou encore des vers marins. Ces découvertes d'organismes très rares dans le registre fossilifère ont relancé la notoriété du gisement. Par exemple, les céphalopodes de La Voulte (teuthoïdes, octopodes, vampyromorphes, bélemnoides) constituent l'une des faunes les plus diversifiées connues dans le registre fossilifère. Parmi les octopodes, *Proteroctopus ribeti* Fischer & Riou 1982 (Pl. II, Fig. 1) a longtemps été considéré comme la plus ancienne pieuvre connue jusqu'à la découverte d'une forme plus ancienne dans le Lagerstätte américain de Mazon Creek (Carbonifère, Illinois). D'autres organismes ont également été décrits comme les annélides, les énigmatiques thylacocéphales (Pl. II, Fig. 2), les curieux pycnogonides (Pl. II, Fig. 3) ou encore les exceptionnelles étoiles de mer. Tous ces spécimens de référence sont conservés dans la typhothèque des Invertébrés fossiles du Muséum de Paris où ils sont régulièrement consultés et étudiés. Par ailleurs, la partie inédite du matériel issu des fouilles des années 1980 est toujours en cours de valorisation et permet (1) des études systématiques comme la révision des 12 familles de crustacés présentes à La Voulte (ex : Pl. II, Figs. 4-8), (2) des analyses anatomiques et micro-anatomiques notamment sur les dispositifs visuels ou encore sur la reconstitution des organes internes, (3) la recherche de nouveaux caractères pour les analyses phylogénétiques et (4) des travaux sur la paléoécologie et l'anatomie fonctionnelle de certains arthropodes comme les Eryonidae (Pl. II, Figs 6 et 8). Actuellement, les efforts portent sur l'utilisation de techniques d'exploration novatrices comme la microtomographie aux rayons X (CT-Scan, Synchrotron). Les objectifs principaux sont notamment la reconstitution tridimensionnelle de certains arthropodes peu connus, l'exploration des contenus stomacaux pour retracer les chaînes alimentaires ou encore la caractérisation précise de l'anatomie de certains céphalopodes pour comprendre leur histoire évolutive.



PLANCHE II. Faune du Lagerstätte de La Voulte-sur-Rhône (Jurassique moyen, France) : céphalopodes et arthropodes. **1.** Pieuvre de La Voulte, *Proteroctopus ribeti* (holotype MNHN R03801), vue générale, noter la pyritisation des parties molles ; **2.** Thylacocéphale, *Dollocaris ingens* (MNHN R50947), vue latérale gauche, spécimen complet ; **3.** Pycnogonide, *Palaeopycnogonides gracilis*, vue dorsale (d'après Charbonnier *et al.* 2007) ; **4.** Crevette Penaeidae de grande taille, *Aeger brevirostris* (MNHN R61853), vue latérale gauche ; **5.** Crevette Solenoceridae, *Archeosolenocera straeleni* (paratype MNHN R61840), vue latérale droite, nodule ; **6.** Crustacé Eryonidae, *Eryon ellipticus* (holotype UJF-ID.11540, Université de Grenoble), vue dorsale du céphalothorax, nodule ; **7.** Langouste Erymidae, *Eryma mandelslohi* (nodule UJF-ID.11543), vue dorsale ; **8.** Crustacé Coleiidae, *Coleia gigantea* (paratype UJF-ID.11547), céphalothorax et abdomen, vue dorsale, nodule. Barres d'échelle : 2 cm.

3. LA COLLECTION DU LAGERSTÄTTE DE MONTCEAU-LES-MINES (PLANCHES III & IV)

3.1. Les débuts d'une aventure scientifique

A partir des années 1970, l'exploitation du charbon en découvertes (mines de charbon à ciel ouvert) dans le bassin houiller de Montceau-les-Mines a permis la découverte de concrétions sidéritiques renfermant des fossiles particulièrement bien préservés. A l'origine de la découverte, un paléontologue amateur : Daniel Sotty qui récolte en 1979 les premiers nodules fossilifères. A partir de cet instant et devant l'importance scientifique de ses trouvailles, Daniel Sotty décide la création d'une équipe spécialisée pour la collecte de ce matériel. L'équipe du Groupe des Amis du Muséum d'Autun (GAMA) est organisée autour de 4 familles qui récolteront, de 1979 à 1982, plus de 120 000 nodules (Pl. III, Figs 1 et 2). Cette équipe travaille en collaboration avec un musée régional proche de Montceau-les-Mines, le Muséum d'Histoire naturelle d'Autun (Fig. 1 ; Pl. III, Fig. 3). La récolte des nodules s'organise autour de 3 carrières principales : la découverte Saint-Louis, la découverte Sainte-Hélène et la découverte Saint-François. La carrière Saint-Louis, où 10 couches à nodules ont été exploitées, a fourni à elle seule la majorité des échantillons. Les 4 étapes principales de la collecte des nodules sont : (1) une inspection systématique des carrières pour repérer les nodules dans les déblais de l'exploitation, (2) l'identification d'une couche à nodules qui, une fois nettoyée, fait l'objet d'un carroyage en surface, (3) un prélèvement des nodules : chaque nodule porte une étiquette donnant son numéro, son orientation et sa position par rapport à un niveau repère et (4) un stockage en collection : ouverture des nodules, inventaire, campagne d'études. Certains nodules ne seront pas ouverts dans l'attente d'investigations futures à l'aide de méthodes moins destructives.

Les fossiles récoltés à Montceau-les-Mines sont dès leur découverte remarqués par les paléontologues du Muséum de Paris. Dès 1980, le XXVI^e Congrès géologique international consacre au gisement stéphanien de Montceau-les-Mines une excursion suivie par une table ronde internationale parrainée par le Centre National de la Recherche Scientifique en juin 1984. Des études sont très rapidement programmées et une collaboration au niveau international est mise en place (France, États-Unis, Allemagne, Angleterre). Une synthèse de ces travaux paraît, en 1994 sous le titre « Quand le Massif central était sous l'Équateur » dont la direction est assurée par Cécile Poplin et Daniel Heyler, chercheurs au Muséum de Paris.

3.2. La donation au MNHN de Paris

En mars 1997, Daniel Sotty, souhaitant assurer à sa collection une pérennité de conservation et une reconnaissance internationale, prend contact avec le Muséum national d'Histoire naturelle de Paris afin d'étudier la possibilité d'une donation.

Le Muséum de Paris accepte cette donation lors d'un conseil d'administration en octobre 1997. Le dépôt pour gestion au Muséum régional d'Autun est également validé et concrétisé par un contrat de dépôt signé entre le Muséum de Paris et la Ville d'Autun le 5 novembre 1997. A partir de cet instant s'engage sous l'autorité de Cécile Poplin, responsable scientifique de la collection pour le Muséum de Paris, Dominique Chabard, conservateur du Muséum d'Autun et Daniel Sotty, une campagne de restructuration de la collection de nodules fossilifères de Montceau-les-Mines, dite collection SOTTY 2. En janvier 1998 débute la réalisation du catalogue de cette collection. Celui-ci consiste en une reprise totale de tous les échantillons (env. 100 000 nodules) pour un nouvel inventaire. Afin de se conformer à l'acte de donation, 30 000 nodules non cassés sont ouverts. La réalisation de l'inventaire dure plus d'un an et la base de données informatisée en traitement de texte est ensuite transcrite en format « dbase ». L'importance de la collection, la grande quantité d'échantillons, les travaux scientifiques envisagés sur les fossiles conduisent rapidement à la création d'une structure spéciale pour la gestion du matériel. Cette structure sera installée dans une cave du Muséum d'Autun spécialement aménagée à cet effet. Un compactus dimensionné aux proportions de la collection est installé dans cette zone (Pl. III, Figs 4 et 5). Celui-ci est équipé de portoirs pour recevoir les nodules (Pl. III, Fig. 6). Le compactus est divisé en 2 parties : la première comporte les portoirs divisés en 35 cases dans lesquelles sont rangés les échantillons les plus représentatifs ou ceux qui semblent présenter un intérêt soit par leur statut (spécimens types et/ou figurés), leur qualité, l'interrogation qu'ils suscitent (Pl. III, Figs 7 et 8). La seconde partie comporte les échantillons non sélectionnés et rangés par ordre numérique. L'ensemble de l'investissement financier alloué à la mise en place de cette structure a été réalisé sur des fonds de la Ville d'Autun avec un soutien du Ministère de la Recherche.

3.3. L'informatisation de la Collection Sotty 2

L'importante masse de données nécessaire à la gestion de cette collection ne pouvait être manipulée sans la mise en place d'un système informatique. D. Chabard a créé au Muséum d'Autun un logiciel de gestion dédié à cette collection. Celui-ci regroupe les fonctions de saisie, consultation, gestion des prêts, gestion de la position du rangement du nodule, images et bibliographie liés aux spécimens. Les fichiers utilisés sont : le fichier des nodules (60 576 fiches), le fichier de position en réserve (10 642 fiches), le fichier de prêt (120 fiches comportant chacune la possibilité de noter 20 nodules), le fichier portoir (430 fiches), le fichier images (1 408 images) et le fichier bibliographique (503 références). Tous ces fichiers sont en relation et fournissent une vue générale et instantanée de l'ensemble de la collection Sotty 2. L'ensemble fait l'objet d'une sauvegarde régulière sur le serveur de l'établissement. Les échantillons étudiés et certains nodules scientifiquement



PLANCHE III. Lagerstätte de Montceau-les-Mines (Carbonifère supérieur, France) et collection Sotty 2 au Muséum d'Histoire naturelle d'Autun. **1-2.** Exploitation du charbon à ciel ouvert et récolte des nodules fossilifères par Daniel Sotty et l'équipe du Groupe des Amis du Muséum d'Autun (1979–1982) ; **3.** Cour principale du Muséum d'Histoire naturelle d'Autun qui abrite la Collection Sotty 2, propriété du Muséum de Paris depuis 1997 ; **4-5.** Système Compactus de rangement des 100 000 nodules de la collection Sotty 2 ; **6-7.** Portoirs subdivisés en 35 cases contenant des nodules numérotés et conditionnés dans des sachets plastiques ; **8.** Détail du contenu d'un portoir montrant 4 nodules et leur numéro d'inventaire. Photos : Daniel Sotty (1, 2) et Dominique Chabard (3-8).

importants ont fait l'objet de campagnes photographiques. Ces documents sont pour la plupart sous format numérique. Ils sont directement consultables via le logiciel créé par D. Chabard. Ces images ont été réalisées au cours de plus de 300 heures de photographie par l'équipe du Muséum d'Autun.

3.4. Les prêts scientifiques

Afin de valoriser scientifiquement la collection de nodules, des prêts de matériel ont été accordés aux chercheurs. C. Poplin, D. Sotty et D. Chabard ont souhaité matérialiser l'acceptation du prêt et des conditions de ce prêt par l'emprunteur à l'aide d'un document ayant la valeur d'engagement réciproque. C'est ainsi que fut créée la fiche de prêt comportant au recto les sigles du Muséum de Paris en tant que propriétaire, du Muséum d'Autun en tant que gestionnaire et la liste des objets prêtés accompagnés des autorisations de traitements accordés. Au recto les conditions régissant le prêt sont paraphées par l'emprunteur.

3.5. Collection nationale, gestion régionale

L'étude scientifique de la Collection Sotty 2 s'organise en deux périodes : 1976–1996 & 1997–2009. La première période correspond à la découverte du Lagerstätte de Montceau-les-Mines et aux études pionnières sur le sujet. Elle s'achève avec la monographie *Quand le Massif Central était sous l'Equateur : un écosystème à Montceau-les-Mines* et la donation de la Collection Sotty 2 au Muséum de Paris en 1997. La seconde période débute avec l'informatisation de la collection Sotty 2 et la constitution d'une nouvelle équipe de recherche sous l'impulsion de Cécile Poplin (MNHN), Patrick Racheboeuf et Jean Vannier (Université Lyon 1). Entre 1976 et 2009, la collection Sotty 2 a fait l'objet de 74 publications scientifiques nationales et internationales dont 47 pendant la première période et 27 durant la seconde. Entre 1999 et 2009, une vingtaine de scientifiques nationaux et internationaux se

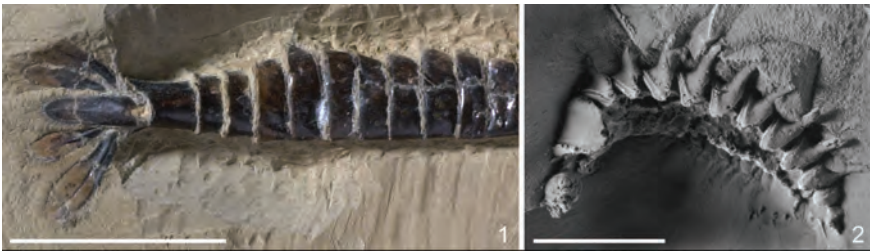


PLANCHE IV. Faune et flore des nodules du Lagerstätte de Montceau-les-Mines (Carbonifère supérieur, France) : exemples de fossiles à conservation exceptionnelle de la Collection Sotty 2. **1.** Crustacé syncaride (Syncaerida, *Palaeocaris secretanae*), vue dorsale de l'abdomen et du telson (MNHN-SOT 5795a, d'après Perrier *et al.* 2006) ; **2.** Mille-pattes (Diplopoda, *Amynilyspes fatimae*), vue latérale du moulage de l'holotype (MNHN-SOT 2134, d'après Racheboeuf *et al.* 2004) ;



PLANCHE IV (CONTINUATION). Faune et flore des nodules du Lagerstätte de Montceau-les-Mines (Carbonifère supérieur, France) : exemples de fossiles à conservation exceptionnelle de la Collection Sotty 2. **3.** Annelide (Annelida, *Palaeocampa anthrax*), vue dorsale, la partie antérieure est à droite (MNHN-SOT 3657, d'après Pleijel *et al.* 2004) ; **4.** *Annularia stellata*, vue des verticilles (MNHN-SOT 84390a, d'après Charbonnier *et al.* 2009) ; **5.** *Calamostachys tuberculata*, épi fructifère complet (MNHN-SOT 25756b, Découverte Saint-Louis) ; **6.** *Pecopteris unita*, fragment de pennes (MNHN-SOT 15147b, Découverte Saint-Louis) ; **7.** *Pecopteris unita*, fragment de penna, noter la pellicule blanche de kaolinite (MNHN-SOT 23653a, Découverte Saint-Louis) ; **8.** *Alethopteris zeilleri*, fragment de penna, noter le relief des pinnules (MNHN-SOT 25664a, Découverte Saint-François) ; **9.** *Pecopteris polymorpha*, fragment de penna, empreinte et contre-empreinte (MNHN-SOT 25635ab, Découverte Saint-François) ; **10.** *Neuropteris cordata*, pinnule légèrement recourbée (MNHN-SOT 25668a, Découverte Saint-François) ; **11.** *Cordaitanthus* aff. *baccifer*, fructification de cordaïtale, noter la préservation en volume (MNHN-SOT 92365a). Barres d'échelle : 1 cm (1-3) et 2 cm (4-11).

sont déplacés pour consulter et près de 2 000 spécimens ont été prêtés à des fins de recherche. A l'heure actuelle, 275 spécimens types et figurés ont été décrits à partir de la Collection Sotty 2. Il s'agit par exemple de crustacés (Pl. IV, Fig. 1), de myriapodes (Pl. IV, Fig. 2), d'annélides (Pl. IV, Fig. 3) et de végétaux souvent préservés en volume (Pl. IV, Figs 4-11).

Dès la donation de D. Sotty en 1997, des responsables scientifiques successifs sont nommés par le Muséum national d'Histoire naturelle de Paris. Leur rôle principal est (1) d'assurer un lien pérenne entre Paris et Autun pour la gestion de la Collection Sotty 2 (inventaire, visites de chercheurs, prêts, publications), (2) d'orienter et de coordonner l'activité de recherche sur les nodules de Montceau, et (3) de rendre compte des travaux scientifiques et des activités de conservation sur la Collection Sotty 2. Trois responsables scientifiques se sont succédés : Cécile Poplin (1997–2004), André Nel (2005–2008) et depuis 2009, Sylvain Charbonnier. Depuis la donation, D. Chabard effectue un récolement annuel sur la partie de la collection directement accessible aux chercheurs (environ 15 000 spécimens). En 2009, l'interface de demande de visite en ligne « Colhelper » a été mise en place pour la Collection Sotty 2 et le conservateur du Muséum d'Autun D. Chabard a été intégré dans le système de gestion des chargés de conservation du Muséum de Paris. Une nouvelle fiche de prêt a été récemment rédigée pour tenir compte des demandes Colhelper et des progrès techniques, notamment l'utilisation de l'imagerie CT-Scan et Synchrotron. Une bibliothèque numérique et papier regroupant toutes les publications sur la collection Sotty 2 est en cours de réalisation. Une liste de tous les travaux scientifiques réalisés sur les nodules a été dressée et est dorénavant régulièrement tenue à jour.

3.6. Perspectives

L'année 2010 verra intégration de l'inventaire numérique de la collection Sotty 2 dans la base de données Jacim du Muséum de Paris. Plus de 65 000 nouveaux spécimens seront alors disponibles via le site Internet du Muséum de Paris (www.mnhn.fr). Sont également prévus : (1) l'aménagement d'une typothèque au Muséum d'Histoire naturelle d'Autun qui permettra de regrouper environ 275 spécimens types et/ou figurés. Cette typothèque sera conçue et gérée de la même façon que celle réalisée au Muséum de Paris pour les Invertébrés fossiles (gestionnaire actuel : J.-M. Pacaud) : identification des spécimens, contrôle nomenclatural, mise à jour régulière en fonction des publications ; (2) la mise en route d'une nouvelle équipe de chercheurs pour valoriser scientifiquement la collection de nodules. En effet, plusieurs groupes demandent à être étudiés et réétudiés : arachnides, isopodes, amphibiens, myriapodes, organes végétaux (ex : Pl. IV, Figs 5 et 11).

4. CONCLUSIONS

Les gisements à conservation exceptionnelle sont particulièrement importants pour les paléontologues et les biologistes. La constitution de collections sur ces gisements nécessite des stratégies de conservation différentes suivant le volume de fossiles récoltés. La pérennité dans le temps et dans l'espace de ces collections doit bien sûr être assurée. Ces conditions permettent ensuite une valorisation scientifique continue même si les Lagerstätten ne sont plus accessibles comme c'est le cas pour Montceau-les-Mines. Ainsi, les collections nationales du Muséum de Paris que ce soit sur place ou par délégation régionale sont un moyen de stockage de la mémoire scientifique brute ou déjà partiellement défrichée. Elles permettent non seulement un retour sur les travaux anciens mais elles sont intrinsèquement un reflet de l'histoire des sciences et des scientifiques. Elles nous enseignent l'évolution des idées et l'histoire de la pensée humaine.

REMERCIEMENTS

Je tiens à remercier tout particulièrement Jean-Paul Saint Martin, Simona Saint Martin et Antoneta Seghedi pour leur invitation à l'Atelier scientifique franco-roumain *Trésors du fond des temps, Collections et patrimoine* qui s'est tenu à Bucarest en octobre 2008. Je remercie également Dominique Chabard conservateur du Muséum d'Histoire naturelle d'Autun et Daniel Sotty pour les informations qu'ils ont bien voulu me communiquer pour la rédaction de la partie consacrée au Lagerstätte de Montceau-les-Mines. Ce travail est une contribution à la thématique « *Conservations exceptionnelles* » de l'UMR 7207 Centre de Recherche sur la Paléobiodiversité et les Paléoenvironnements (CR2P, CNRS) et du Département Histoire de la Terre (Muséum national d'Histoire naturelle, Paris).

CHOIX BIBLIOGRAPHIQUE

Le lecteur trouvera ci-dessous une sélection non exhaustive de références bibliographiques importantes et/ou récentes sur les deux gisements à conservation exceptionnelle traités dans le présent travail.

Lagerstätte de La Voulte

ALESSANDRELLO, A., BRACCHI, G., RIOU B. 2004, Polychaete, sipunculan and enteropneust worms from the Lower Callovian (Middle Jurassic) of La Voulte-sur-Rhône (Ardèche, France). *Memorie della Società Italiana di Scienze Naturali e del Museo Civico di Storia Naturale di Milano*, 32 (1), 1-17.

- CARRIOL, R.P., RIOU, B., 1991, Les Dendrobranchiata (Crustacea, Decapoda) du Callovien de La Voulte-sur-Rhône. *Annales de Paléontologie*, 77 (3), 143-160.
- CHARBONNIER, S., 2009, Un environnement bathyal au Jurassique : le Lagerstätte de La Voulte. *Mémoires du Muséum national d'Histoire naturelle*, 199, 1-272.
- CHARBONNIER, S., VANNIER, J., RIOU, B. 2007, New sea spiders from the Jurassic La Voulte-sur-Rhône Lagerstätte. *Proceedings of the Royal Society of London*, B 274, 2555-2561.
- CHARBONNIER, S., VANNIER J., HANTZPERGUE P., GAILLARD, C., 2010, Ecological significance of the arthropod fauna from the La Voulte Lagerstätte (Callovian, France). *Acta Palaeontologica Polonica*, 55 (1), 111-132.
- CHARBONNIER, S., VANNIER, J., GAILLARD, C., BOURSEAU, J.-P., HANTZPERGUE, P., 2007, The La Voulte Lagerstätte (Callovian): Evidence for a deep water setting from sponge and crinoid communities. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 250 (4-5), 216-236.
- ETTER, W., 2002, La Voulte-sur-Rhône: exquisite cephalopod preservation. In: D.J. Bottjer, W. Etter, J.W. Hagadorn, and C.M. Tang (eds.), Exceptional fossil preservation, a unique view on the evolution of marine life, 293-305.
- FISCHER, J.C., 2003, Invertébrés remarquables du Callovien inférieur de La Voulte-sur-Rhône (Ardèche, France). *Annales de Paléontologie*, 89, 223-252.
- FISCHER, J.C., RIOU, B., 1982, Le plus ancien Octopode connu (Cephalopoda, Dibranchiata) : *Proteroctopus ribeti* nov. gen., nov. sp., du Callovien de l'Ardèche (France). *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences*, Paris, 295 (2), 277-280.
- FISCHER, J.C., RIOU B., 1982, Les Teuthoïdes (Cephalopoda, Dibranchiata) du Callovien inférieur de La Voulte-sur-Rhône (Ardèche, France). *Annales de Paléontologie*, 68 (4), 295-325.
- FISCHER, J.C., RIOU, B., 2002, *Vampyronassa rhodanica* nov. gen. nov. sp., vampyromorphe (Cephalopoda, Coleoidea) du Callovien inférieur de La Voulte-sur-Rhône (Ardèche, France). *Annales de Paléontologie*, 88, 1-17.
- FOURNET, J., 1843. Études sur le terrain jurassique et les minerais de fer de l'Ardèche. *Annales de la Société d'Agriculture, des Sciences de Lyon*, 6 (1), 1-35.
- FRÖHLICH, F., MAYRAT, A., RIOU, B., SECRÉTAN S., 1992, Structures rétinienues phosphatisées dans l'oeil géant de *Dollocaris*, un crustacé fossile. *Annales de Paléontologie*, 78 (4), 193-204.
- SCHWEIGERT, G., GARASSINO, A., RIOU B., 2006, First record of *Stenochirus* Oppel, 1861 (Crustacea: Decapoda: Stenochiridae) from the Callovian (Middle Jurassic) of La Voulte-sur-Rhône. *Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie Monatshefte*, 2006 (2), 65-77.
- SECRÉTAN, S., 1983, Une nouvelle classe fossile dans la super-classe des Crustacés : Conchyliocarida. *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences*, Paris, 296 (2), 741-743.
- SECRÉTAN, S., 1985, Conchyliocarida, a class of fossil crustaceans: relationship to Malacostraca and postulated behaviour. *Transactions of the Royal Society of Edinburgh*, 76, 381-389.

- SECRÉTAN, S., RIOU, B., 1983, Un groupe énigmatique de crustacés, ses représentants du Callovien de La Voulte-sur-Rhône. *Annales de Paléontologie*, 69 (2), 59-97.
- SECRÉTAN, S., RIOU, B., 1986, Les Mysidacés (Crustacea, Peracarida) du Callovien de La Voulte-sur-Rhône. *Annales de Paléontologie*, 72 (4), 295-323.
- VAN STRAELEN, V., 1922, Les crustacés décapodes du Callovien de La Voulte-sur-Rhône (Ardèche). *Comptes Rendus des séances de l'Académie des Sciences, Paris*, 175, 982-983.
- VAN STRAELEN, V., 1925, Contribution à l'étude des Crustacés décapodes de la période jurassique. *Mémoires de la Classe des Sciences de l'Académie royale de Belgique*, 7 (2), 1-462.
- VANNIER, J., CHEN, J.-Y., HUANG, D.-Y., CHARBONNIER, S., WANG, X.-Q., 2006, The Early Cambrian origin of thylacocephalan arthropods. *Acta Palaeontologica Polonica*, 51 (2), 201-214.
- VILLIER, L., CHARBONNIER, S., RIOU, B., 2009, Sea stars from Middle Jurassic Lagerstätte of La Voulte-sur-Rhône (Ardèche, France). *Journal of Paleontology*, 83 (3), 389-398.
- WILBY, P.R., BRIGGS, D.E.G., RIOU, B., 1996, Mineralization of soft-bodied invertebrates in a Jurassic metalliferous deposit. *Geology*, 24 (9), 847-850.

Lagerstätte de Montceau

- ANDERSON, L.I., 1997, The xiphosuran *Liomesaspis* from the Montceau-les-Mines Konservatt-Lagerstätte, Massif Central, France. *Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie, Abhandlungen*, 204, 415-436.
- CHABARD, D., POPLIN, C., 1999, La collection Sotty 2 de nodules fossilifères stéphanien (Carbonifère supérieur) du Bassin de Blanzay-Montceau, historique et catalogue. *Bulletin de la Société d'Histoire Naturelle et des Amis du Muséum d'Autun*, 166, 19-34.
- CHARBONNIER, S., VANNIER, J., GALTIER, J., PERRIER, V., CHABARD, D., SOTTY, D., 2008, Diversity and paleoenvironment of the flora from the nodules of the Montceau-les-Mines biota (Late Carboniferous, France). *Palaios*, 23, 210-222.
- DUNLOP, J. A., 1999, A new specimen of the trigonotarbid arachnid *Aphantomartus areolatus* Pocock, 1911 from the Stephanian of Montceau-les-Mines, France. *Neues Jahrbuch für Geologie und Paläontologie, Monatshefte*, 1999 (1), 29-38.
- GERMAIN, D., 2008, A new phlegethontiid specimen (Lepospondyli, Aistopoda) from the Late Carboniferous of Montceau-les-Mines (Saône-et-Loire, France). *Geodiversitas*, 30 (4), 669-680.
- HEYLER, D., 1981, Un très riche gisement fossilifère dans le Carbonifère supérieur de Montceau-les-Mines. *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences, Paris*, 292 (3), 169-171.
- HEYLER, D., 1989, Les fouilles de Montceau-les-Mines. *Pour la Science*, 137, 7.
- HEYLER, D., POPLIN, C., 1988, The fossils of Montceau-les-Mines. *Scientific American*, 259 (9), 70-76.

- PERRIER, V., VANNIER, J., RACHEBOEUF, P. R., CHARBONNIER, S., CHABARD, D., SOTTY, D. 2006, Syncarid crustaceans from the Montceau Lagerstätte (Upper Carboniferous; France). *Palaeontology*, 49 (3), 1-26.
- PLEIJEL, F., ROUSE G. W., VANNIER, J., 2004, Carboniferous fireworms (Amphinomida: Annelida), with a discussion of species taxa in palaeontology. *Invertebrate Systematics*, 18, 693-700.
- POPLIN, C., HEYLER D., (EDS), 1994, Quand le Massif Central était sous l'Équateur: un écosystème à Montceau-les-Mines. Comité des Travaux Historiques et Scientifiques, Section des Sciences 12. Luxembourg: Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche. 328 p.
- POPLIN, C., SOTTY, D., JANVIER, P., 2001, Un Myxinoïde (Craniata, Hyperotreti) dans le Konservat-Lagerstätte Carbonifère supérieur de Montceau-les-Mines (Allier, France). *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences de Paris, Earth and Planetary Sciences*, 332, 345-50.
- RACHEBOEUF, P.R., HANNIBAL, J.T., VANNIER, J., 2004, A new species of the diplopod *Amynilyspes* (Oniscomorpha) from the Stephanian Lagerstätte of Montceau-les-Mines, France. *Journal of Paleontology*, 78, 221-229.
- RACHEBOEUF, P.R., SCHRAM, F.R., VIDAL, M., 2009, New Malacostracan Crustacea from the Carboniferous (Stephanian) Lagerstätte of Montceau-les-Mines, France. *Journal of Paleontology*, 83, 624-629.
- RACHEBOEUF, P.R., VANNIER, J., ANDERSON, L.I., 2002, A new three-dimensionally-preserved xiphosuran chelicerate from the Montceau-les-Mines Lagerstätte (Carboniferous, France). *Palaeontology*, 45(1), 125-147.
- RACHEBOEUF, P.R., VANNIER, J., SCHRAM, F.R., CHABARD, D., SOTTY, D., 2008, The euthycarcinoid arthropods from Montceau-les-Mines, France: functional morphology and affinities. *Transactions of the Royal Society of Edinburgh*, 99, 11-25.
- SELDEN, P.A., 1996, First fossil mesothele spider, from the Carboniferous of France. *Revue Suisse de Zoologie*, volume hors série 2, 585-596.
- SELDEN, P.A., 1996, Fossil mesothele spiders. *Nature*, 379, 498-499.
- VANNIER, J., THIÉRY, A., RACHEBOEUF, P.R., 2003, Spinicaudatans and ostracods (Crustacea) from the Montceau Lagerstätte (Late Carboniferous, France): morphology and palaeoenvironmental significance. *Palaeontology*, 46(5), 999-1030.

LA TYPOTHÈQUE DANS LES COLLECTIONS D'INVERTÉBRÉS FOSSILES DU MUSÉUM NATIONAL D'HISTOIRE NATURELLE DE PARIS

Jean-Michel PACAUD

*Muséum National d'Histoire Naturelle, Département Histoire de la Terre, UMR 7207 CNRS, Centre de Recherche
sur la Paléobiodiversité et les Paléoenvironnements, CP 38, 8 rue Buffon, 75005 Paris, France*

pacaud@mnhn.fr

Abstract. The state of marginalization of the entire Palaeontology in Romania led to launch an alarm. An examination of the history of science shows the importance of Palaeontology as a discipline on the border between basic geology and biology. Thus Palaeontology may be considered as the cornerstone of different studies such as tectonics, sedimentology, palaeoecology, palaeoenvironment, palaeogeography, biostratigraphy... Fossils and evolutionism show that the world is a stage on the path of development of life on Earth. Consequently, it seems necessary to recognize palaeontological collections as a universal heritage.

Key words. Palaeontology, history of sciences, geology, biology, evolution

1. L'ORIGINE DE LA TYPOTHÈQUE

Les types, au sens du Code de Nomenclature zoologique international, correspondent au matériel ayant servi à la description originale des espèces. Ce sont en quelque sorte les étalons auxquels la communauté internationale des chercheurs doit se référer pour identifier les espèces. Jusque vers 1960, les spécimens types et figurés d'Invertébrés fossiles du Muséum National d'Histoire Naturelle de Paris n'avaient fait l'objet d'aucun traitement particulier, étant laissés dans leurs collections d'origine. C'est seulement à partir de 1962, et jusque vers 1966 que, lors de la mise en place de la collection générale, MM. Buge et Sornay ont sorti les types et figurés qui s'y trouvaient et ont constitué une première ébauche de typothèque : quelques 500 spécimens de référence, repérés en collection, ont alors été contrôlés à l'aide des publications originales et mis à part. Diverses personnes ont ensuite été chargées d'effectuer l'étiquetage et la mise sur fiche de ces spécimens à statut.

2. LES ANNÉES 80

Corrélativement, diverses typothèques partielles ont été constituées, à l'initiative de spécialistes travaillant au Laboratoire de Paléontologie, pour les besoins de leurs recherches, et ceci jusque vers 1980. Les types et figurés des invertébrés fossiles ont alors été recensés : Brachiopoda par Drot, Bryozoa par Buge, Bivalvia inocéramidés par Sornay, Bivalvia jurassiques par Freneix, Gastropoda jurassiques par Fischer, Crustacés Décapodes par Carriol et Secrétan, Echinodermata par Roman.

Mais c'est seulement à partir de 1982 que, une salle ayant pu être libérée dans ce but, la typothèque des Invertébrés fossiles du Muséum a pris véritablement corps et est devenue effectivement consultable (Fig. 1). A partir de cette date a commencé le regroupement et la recherche systématique de tous les types et figurés d'Invertébrés fossiles contenue dans nos diverses collections. Cette recherche s'est faite en traitant en priorité, d'une part les collections les plus anciennes et les moins accessibles, d'autre part les taxons les plus récemment publiés.



FIGURE 1. Typothèque des Invertébrés fossiles.

3. LES COLLECTIONS ANCIENNES

La constitution de collections a vraisemblablement commencé vers le début du XVIII^e siècle, période pendant laquelle les fossiles étaient encore considérés comme des curiosités de la nature. Dezallier d'Argenville décrivait par exemple en 1757 le cabinet de curiosités de Mme de Courtagnon, célèbre à l'époque. Il y mentionnait 24 tiroirs rassemblant 2500 «coquillages de mer» (Gaudant, 2004 ; Merle, 2008), provenant de gisements fossilifères des environs de Reims. Buc'hoz en 1782 figurait lui aussi sur de magnifiques planches des fossiles provenant de la même région. Ces collections ne nous sont malheureusement pas parvenues. Par exemple, celle de Mme de Courtagnon fut en grande partie vendue à un négociant (M. Drouet) de Reims (Lamy, 1930) et plus tard Faujas de Saint-Fond en a acquis une partie. Les plus anciennes collections qui soient encore conservées (celles de Bruguière et celle de Lamarck) datent de la charnière entre le XVIII^e et le XIX^e siècle, qui marque l'essor des sciences de la Terre en Europe. Nous avons retrouvé le matériel type de plusieurs espèces décrites par Lamarck dont la plus grande partie est conservée à Genève, en Suisse. Nous avons ainsi retrouvé l'exemplaire du *Terebellum convolutum* que Lamarck (1802) a fait figurer sur les Vélins (Fig. 2); le matériel type du *Purpura tubifer* et du *Madrepora lunulata* décrit par Bruguière (1792a-b). Pour ce Scléactiniaire, Bruguière écrivait que cet exemplaire avait été déposé dans les collections du Muséum en 1786 par M. Ferlus, professeur d'Histoire naturelle au collège de Sorrèze (Tarn, France). Nous avons également retrouvé le matériel type du célèbre *Strombus fissura* décrit par Coquebert de Montbret & Brongniart en 1793 ou encore l'étoile de Mer figuré par Faujas de Saint-Fond en 1798 et provenant du Maastrichtien de Maastricht au Pays-Bas.

À partir du XIX^{ème} siècle, les récoltes de fossiles ne vont cesser d'alimenter les collections des scientifiques. Ainsi, tous les grands musées et les grandes universités du monde possèdent des fossiles.

4. IMPORTANCE PATRIMONIALE

Ces collections paléontologiques anciennes représentent un patrimoine géologique certain. Leur ancienneté permet d'accéder à des informations sur des gisements maintenant disparus, ceux-ci étant soit détruits, soit épuisés. L'importance de ces collections est considérable et leur destruction conduirait à la perte définitive d'une information devenue inaccessible aujourd'hui (Pacaud *et al.*, 1997).

Il faut mentionner la présence de matériels prestigieux, dont certains types de Faujas de Saint-Fond, de Bruguière, Lamarck, de Ménard de la Groye, de Blainville, de D'Orbigny (A.), de Hupé, de Brongniart (A.), de Brongniart (C.), de Oustalet, de Michelin, de Fromentel, de Watelet, de Tournouër, de Péron, de Maire, de Piton, de Etallon, de Meunier, de Hébert, de Munier-Chalmas, de Pervinquier, de Toucas, de

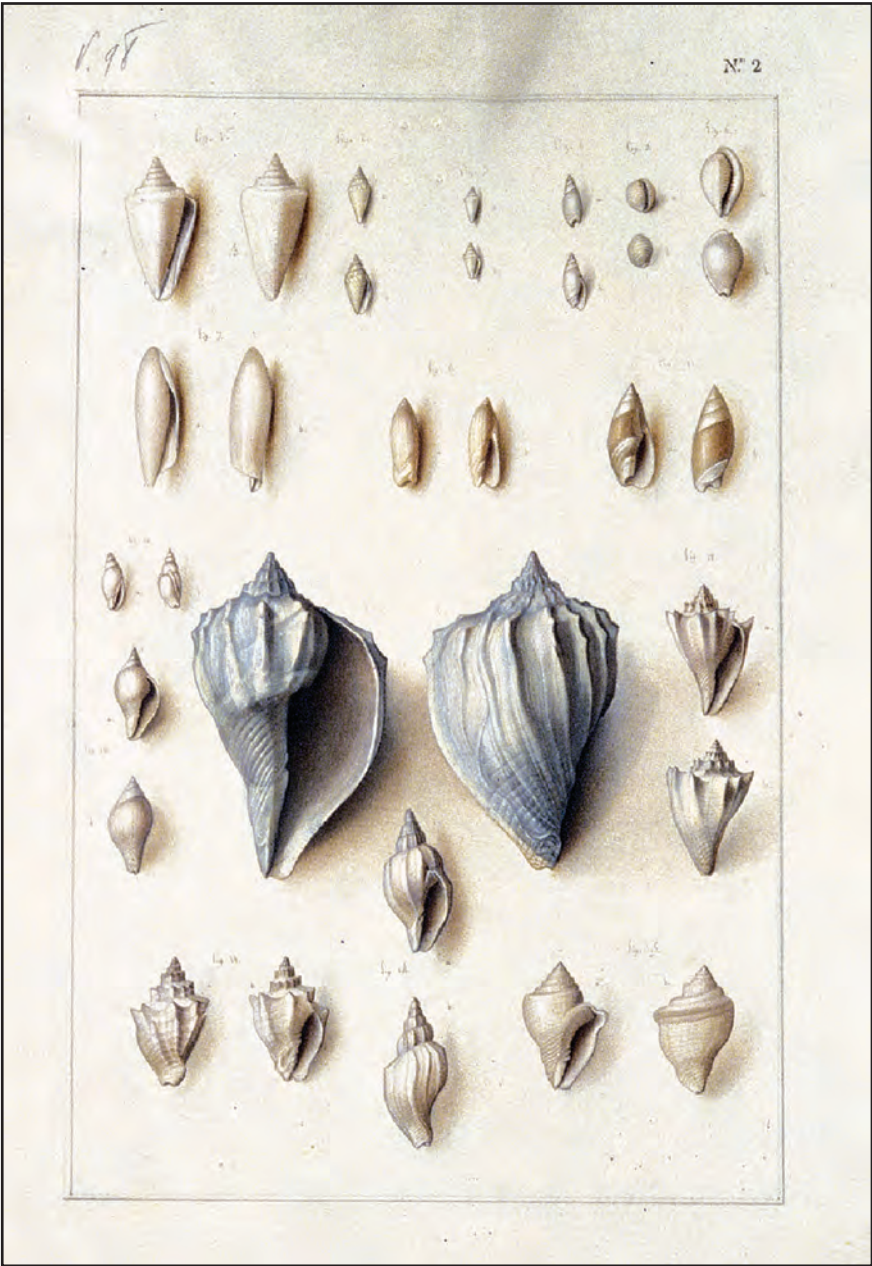


FIGURE 2. Planche des Vélins (n°2) de Lamarck avec l'exemplaire de *Terebellum convolutum* retrouvé au Muséum (figuré en figure 7).

Vasseur, de Lambert, de Cossmann, de de Morgan, de Aubert de la Rüe, de Furon ... (pour n'en citer que quelques uns). Ces spécimens de référence, objets patrimoniaux, sont avant tout des outils permanents de recherches scientifiques.

5. UN CONTRÔLE STRICT DES TEXTES PUBLIÉS

C'est avec une grande rigueur que nous contrôlons le statut exact des spécimens types à partir des publications originales pour être en conformité au regard du Code International de Nomenclature Zoologique (CINZ, 1999 ; 2003). En effet en prenant la gestion de la typotheque en 1999 nous avons pu constater un nombre important d'arrangements nomenclaturaux abusifs et de manipulations sur le matériel type, voire tout simplement d'erreurs manifestes dues à une méconnaissance totale des règles en Nomenclature zoologique. Le travail d'identification des types nous a révélé l'étendue des irrégularités commises en nomenclature à leur propos et il n'est pas anodin de le signaler compte tenue des implications importantes sur le travail des scientifiques. Le travail critique que nous avons établi ne doit pas constituer un sujet de polémiques, mais plutôt une mise en garde à propos de ces pratiques que l'on se sent en droit de rejeter. Plutôt que d'en faire ici un inventaire un simple exemple peut être donné : Alcide d'Orbigny (1802-1857) dans ses travaux n'a désigné de types pour aucune de ses espèces. Il ne précise jamais le nombre de spécimens servant de base à ses nouveaux taxa, et on ignore donc s'il n'y a pas eu addition ou soustraction ultérieures. Ceci exclut la désignation d'holotypes, or repérer en collection un individu conforme à une description ou à une figure et le considérer, s'il n'en existe pas d'autre, comme un holotype par monotypie (Fischer, 1994 ; Kollmann, 2005) ou encore considérer systématiquement l'exemplaire figuré par d'Orbigny comme l'holotype (Fischer & Gauthier, 2006 ; Fischer & Weber, 1997) est irrecevable (CINZ, 1999 : art. 73.1.2). Cette pratique est pourtant très couramment utilisée. La recommandation 73F du CINZ (1999) énonce que chaque fois qu'un holotype n'a pas été désigné et qu'il est possible que le taxon ait été fondé sur plus d'un spécimen, un auteur devrait agir comme si des syntypes existaient plutôt que de présumer un holotype. Rappelons également que si un auteur plus récent (avant l'année 2000) n'indique pas explicitement qu'il sélectionne ce syntype comme type porte-nom, en utilisant à tort le terme d'holotype, cet acte ne peut être retenu comme une désignation valide de lectotype. Ainsi les nouveaux taxa de d'Orbigny ne sont-ils constitués, avant révision par des auteurs plus récent, que de syntypes provenant parfois de plusieurs localités-type. Ces stipulations subséquentes de l'existence d'holotype sont injustifiées au regard du Code. On peut donc leur appliquer les dispositions de l'article 74.6 du CINZ (1999). Ces exemples montrent avec quelle rigueur nous avons traité l'ensemble des spécimens possédant un statut et déposé dans la typotheque.

6. LE TRAVAIL DE SAISIE DES INFORMATIONS

Nous disposons à cet effet d'une base de données nommée PALINV dont la gestion est réalisée à travers le logiciel Jacim développé au sein du Muséum et dans laquelle nous saisissons ces informations (Fig. 3). De nombreuses informations sont prises en compte ; outre le nom du taxon, son statut, le numéro d'enregistrement, toutes les informations publiées sur le spécimen ont été relevées et notées.

Ces informations peuvent être imprimées sous forme de fiches (Fig. 4) et bien sûr d'étiquettes pour le rangement des fossiles en typoshèque. La totalité de ces informations est consultable sur internet sur le site web du Muséum National d'Histoire Naturelle de Paris : [<http://coldb.mnhn.fr/colweb/form.do?model=PALINV>]. www.palinv.com.

7. LA TYPOTHÈQUE

Les types et figurés sont déposés dans des meubles pour un rangement sécurisé (Fig. 5). Chaque type ou figuré est placé dans une boîte fermée avec une étiquette jaune pour repérer le matériel type ou une étiquette blanche pour repérer le matériel figuré (Figs 6-7). Les fossiles sont ordonnés sous un classement alphabétique au niveau spécifique, par grands groupes taxonomiques, par ères, systèmes ou périodes et par grandes régions du globe. Pour un meilleur repérage et une recherche plus rapide des spécimens, un logo reprenant les groupes zoologiques est placé sur chaque meuble (Fig 8). Nous avons installé dans cette typoshèque une salle de travail avec loupes binoculaires, ordinateur pour les bases de données et un statif pour réaliser des prises de vue en photographie numérique.

8. PUBLICATIONS

Conformément à la recommandation 72F.4 du Code International de Nomenclature Zoologique (1999) sur les responsabilités des établissements où sont déposés des types porte-nom, les résultats des recherches sur les spécimens types et figurés ont été publiés (Carriol, 1982, 1984 ; Pacaud, 2000, 2007, 2008a-b ; Pacaud & Ledon, 2007) ainsi que des inventaires qui s'inscrivent dans le cadre du travail d'identification, de classement et d'informatisation des collections d'Invertébrés fossiles du Muséum (Le Renard & Pacaud, 1995 ; Pacaud & Le Renard, 1995 ; Pacaud, 2007).

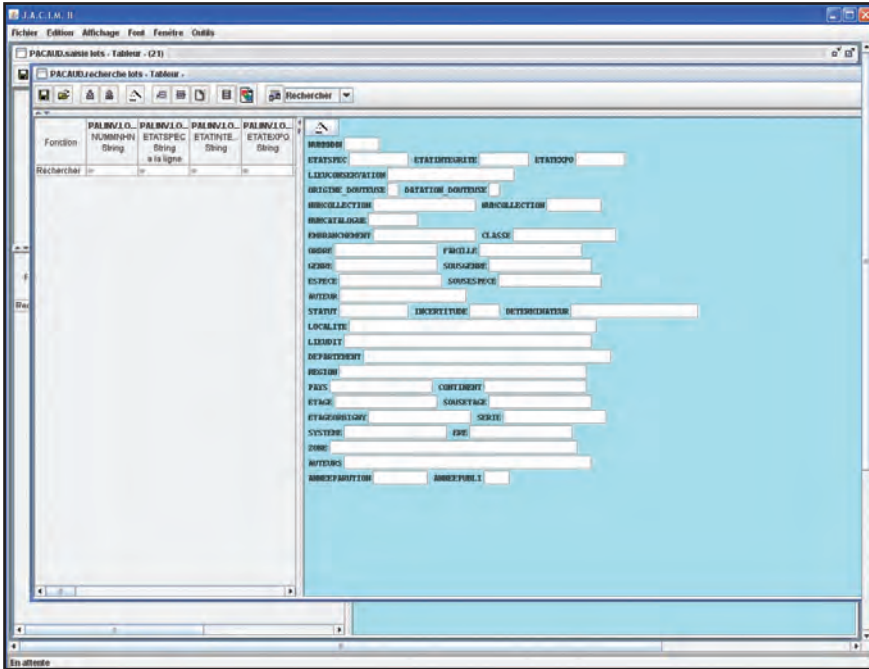


FIGURE 3. Tableau de saisie de la base de données PALINV.

Mollusca - Bivalvia

Panopaea danae d'ORBIGNY, 1850

LECTOTYPE n° MNHN-Sciences de la Terre-A05014

collection d'Orbigny n° 2728

<p>Classification :</p> <p>Embranchement : Mollusca</p> <p>Classe : Bivalvia</p> <p>Ordre : Myida</p> <p>Famille : Hiatellidae</p>	<p>Stratigraphie :</p> <p>Ere : Mésozoïque</p> <p>Système : Jurassique</p> <p>Série : Dogger</p> <p>Etage : Bathonien</p>	<p>Origine :</p> <p>Continent : Europe</p> <p>Pays : France</p> <p>Région : Bourgogne</p> <p>Département : Yonne</p> <p>Localité : Vézelay</p>
---	--	---

Informations sur ce(s) spécimen(s) :
 Nombre de spécimen(s) : 1 | moule interne bivalve] - original complet moyen

Références bibliographiques sur ce(s) spécimen(s) :
 d'Orbigny , 1850 - Prodrome de Paléontologie stratigraphique universelle des animaux mollusques & rayonnés, vol. 1, p. 1-394
 voir p. 304, n°150

Panopaea danae d'ORBIGNY, 1850

Thévenin , 1911 - Types du Prodrome de Paléontologie Stratigraphique Universelle d'Alcide d'Orbigny. Tome 1: Silurien - Bathonien . *Annales de Paléontologie* , t. 6, p. 121-144
 voir p. 131

Homomya danae (d'ORBIGNY, 1850)
 [CINZ art.74.5 | désignation de lectotype avant l'année 2000]

FIGURE 4. Fiche éditée par le logiciel Jacim.



FIGURE 5. Meubles de rangement sécurisés.



FIGURE 6. Exemples placés dans une boîte en plastique dur fermée avec une étiquette jaune pour repérer le matériel type ou une étiquette blanche pour repérer le matériel figuré.



FIGURE 7. Exemples placés dans une boîte souple avec une étiquette jaune pour repérer le matériel type ou une étiquette blanche pour repérer le matériel figuré.



FIGURE 8. Logo permettant le repérage des groupes zoologiques sur chaque meuble.

9. CONCLUSION

Le but d'un tel recensement, avec depuis 1999 un contrôle strict des textes publiés et saisie sur la base de données de collections du Muséum, répond à plusieurs nécessités :

- tout d'abord connaître exactement l'étendue et le détail de notre patrimoine concernant ces éléments les plus précieux et les plus souvent consultés par la communauté scientifique nationale et internationale ;
- permettre, grâce aux moyens informatisés, une diffusion (sur internet) et une gestion de cette information pour les besoins de la recherche ;
- assurer la conservation préférentielle de ces éléments en les mettant à l'abri de tout risque de destruction ou de dispersion ;
- susciter enfin, de la part de tous les scientifiques utilisateurs, une volonté commune d'enrichissement de ce patrimoine par la mise en application d'une véritable politique d'accroissement de la typonthèque : incitation au dépôt des types et figurés dès leur publication, recherche d'acquisition de collections de références tombées dans le domaine privé, moulage systématique des types d'intérêt majeur se trouvant dans d'autres collections françaises ou étrangères...

Cet effort poursuivi régulièrement depuis 1982, soit depuis maintenant 25 ans, aboutit non seulement à la protection parfaite et à une mise en valeur indispensable des spécimens les plus précieux de notre savoir paléontologique, mais aussi à des enrichissements accrus provenant de spécialistes indépendants ou universitaires qui viennent maintenant déposer et faire enregistrer en toute confiance leurs spécimens de référence dans la typothèque des Invertébrés fossiles. Au moment où ces lignes sont publiées, la typothèque contient 33 450 lots possédant un statut dont 17 231 types.

RÉFÉRENCES

- COQUEBERT DE MONTBRET, R., BRONGNIART, A., 1793. Extrait d'un mémoire sur la formation de la coquille du *Strombus fissurella*, et sur deux espèces analogues à celle-ci. *Bulletin de la Société Philomatique*, 25: 55-56, pl. 5.
- BRUGUIÈRE, M., 1792a. Description de deux coquilles, des genres de l'Oscabrion et de la Pourpre. *Journal d'Histoire naturelle*, 1: 20-33, pl. 2.
- BRUGUIÈRE, M., 1792b. Description d'une nouvelle espèce de Madrepore. *Journal d'Histoire naturelle*, 1 : 461-463, pl. 24.
- BUC'HOZ ?, 1782. *Les dons merveilleux et diversement colorés de la nature dans le Règne minéral, ou collection de Minéraux précieusement colorés, pour servir à l'intelligence de l'Histoire générale et oeconomique des trois Règnes*, l'auteur, Paris, 40 pls.
- CARRIOL, R.-P., 1982. Types et Figurés de Crustacés fossiles non Décapodes du Muséum national d'Histoire Naturelle. *Bulletin du Muséum national d'Histoire naturelle*, 3 (4): 157-163.
- CARRIOL, R.-P., 1984. Types et Figurés de Trilobites du Muséum national d'Histoire Naturelle. *Bulletin du Muséum national d'Histoire naturelle*, 6 (1): 3-32.
- CINZ, 1999. *Code international de nomenclature zoologique (4^e édition)*. International Trust for Zoological Nomenclature. The Natural Museum, London, v-xxix + 306 p.
- CINZ, 2003. Déclaration 44. Amendment of article 74.7.3. *Bulletin of Zoological Nomenclature*, 60 (4): 263.
- FAUJAS DE SAINT-FOND, B., 1798. *Histoire naturelle de la Montagne de Saint-Pierre de Maestricht*, Jansen, Paris, 1-263.
- FISCHER, J.-C., 1994. *Révision critique de la Paléontologie française d'Alcide d'Orbigny incluant la réédition de l'original. Volume 1 : Céphalopodes jurassiques*, Masson, Paris, 340 p.
- FISCHER, J.-C., GAUTHIER, H., 2006. *Révision critique de la Paléontologie française d'Alcide d'Orbigny incluant la réédition de l'original. Volume 4 : Céphalopodes crétacés*, Backhuys, Leiden, 292 p.

- FISCHER, J.-C., WEBER, C., 1997. *Révision critique de la Paléontologie française d'Alcide d'Orbigny incluant la réédition de l'original. Volume 2 : Gastropodes jurassiques*, Masson, Paris, 246 p.
- GAUDANT, J., 2004. Lieux de mémoires géologiques du bassin de Paris et protection du patrimoine naturel (journée d'étude de printemps, 20-22 mai 2004). *Bulletin d'Information des Géologues du bassin de Paris*, 41 (3): 3-27.
- KOLLMANN, H., 2005. *Révision critique de la Paléontologie française d'Alcide d'Orbigny incluant la réédition de l'original. Volume 3 : Gastropodes crétacés*, Backuys, Leiden, 239 p.
- LAMARCK, J.-B., 1802. Mémoires sur les fossiles des environs de Paris. *Annales du Muséum d'Histoire naturelle*, 1 : 299-312 - 383-391, 474-478.
- LAMY, E., 1930. Les Cabinets d'histoire naturelle en France au XVIIIe siècle et le Cabinet du Roi (1635-1793), Lamy, Paris, 58 p.
- LE RENARD, J., PACAUD J.-M. 1995. Révision des Mollusques paléogènes du Bassin de Paris. 2 : Liste des références primaires des espèces. *Cossmanniana*, 3 (3) : 65-132.
- MERLE, D., 2008. Le Contenu paléontologique. Les collections associées In : Merle D. Strato-type Lutétien. (Patrimoine géologique ; 1). Muséum National d'Histoire Naturelle, Paris ; Biotope, Mèze ; BRGM, Orléans, pp. 113-135.
- PACAUD, J.-M., 2000. L'holotype de *Latirus (Latirulus) lhommei* (Staad, 1908) (Gastropoda, Buccinidae) retrouvé. *Cossmanniana*, 7 (1-4): 63-65, figs. 1-4.
- PACAUD, J.-M., 2007. Nouveautés nomenclurales et taxonomiques introduites par Alcide d'Orbigny dans le *Prodrome* (1850, 1852) pour les espèces du Paléocène et de l'Éocène. *Geodiversitas*, 29 (1): 17-86.
- PACAUD, J.-M., 2008a. Sur les spécimens types et figurés des taxons relatifs à *Gisortia (s.str.) coombii* (Sowerby in Dixon, 1850) (Gastropoda, Cypraeoidea). *Cossmanniana*, 12 (1-4): 1-45.
- PACAUD, J.-M., 2008b. L'original de *Gisortia gigantea pterophora* Schilder, 1927 (Mollusca, Gastropoda, Cypraeoidea) retrouvé. *Cossmanniana*, 12 (1-4): 47-53.
- PACAUD, J.-M., BUDIL, P., HOLLOWAY, D., HÖRINGER, F., 2008. *Questionable syntypes of Asaphus hausmanni Brongniart, 1822 (Trilobita, Lower Devonian) in the collection of the Museum national d'Histoire Naturelle, Paris*. Palaeontological Workshop held in honour of Doc. RNDr. Jaroslav Kraft, CSC. (9.4.1940 – 10.1.2007), Czech Geological Society, Prague, 39-44.
- PACAUD, J.-M., LEDON, D., 2007. Sur les espèces de mollusques du Ludien (Priabonien, Éocène supérieur) du Bassin de Paris introduites par Périer en 1941. *Cossmanniana*, 11 (1-4): 7-25, pl. 1-4.
- PACAUD, J.-M., LE RENARD, J., 1995. Révision des Mollusques paléogènes du Bassin de Paris. IV : Liste systématique actualisée. *Cossmanniana*, 3 (4): 151-187.

INVESTIGATIONS NON DESTRUCTIVES ET CONSERVATION PRÉVENTIVE : TECHNIQUES ET APPORTS DE L'IMAGERIE 3D EN SCIENCES NATURELLES

Florent GOUSSARD^(*), Didier GEFFARD-KURIYAMA et Gaël CLEMENT

Muséum National d'Histoire Naturelle, Département Histoire de la Terre, UMR 7207 CNRS

„Centre de Recherche sur la Paléobiodiversité et les Paléoenvironnements”,

CP38, 8 Rue Buffon, 75005 Paris, France

()auteur correspondant: goussard@mnhn.fr*

Abstract. With the constant progress of data processing, the democratization of three-dimensional imaging techniques allows the development of non-destructive methods of investigation in natural sciences. Applications are multiple and present a major interests in the field of research as well as in those of teaching, knowledge diffusion and preservation. An overview of the various available «3D» solutions of imaging is here illustrated by examples of the *Muséum National d'Histoire Naturelle de Paris'* researches.

Keywords. Tomography, synchrotron, digitalization, non-destructive, preventive preservation

1. INTRODUCTION

Aujourd'hui, l'exploitation des données anatomiques et morphologiques disponibles se heurte le plus souvent à la barrière du « visible », c'est-à-dire à la seule forme extérieure des objets biologiques ou paléontologiques étudiés. Les données anatomiques internes ne se révèlent ainsi, le plus souvent, qu'à la faveur de techniques destructives pour l'échantillon ou le spécimen étudié (lames minces, dissection, métallisation en microscopie électronique à balayage, etc.). En sciences naturelles, la question de la manipulation des objets d'étude, notamment à des fins de recherche, est donc cruciale : face à la rareté de certains spécimens et plus encore à leur fragilité, le développement de nouvelles méthodes d'investigation non destructives apparaît primordial. Le développement et la démocratisation, depuis quelques années, des techniques d'imagerie tridimensionnelle (imagerie « 3D ») répondent à cette attente.

2. APERÇU DE DIFFÉRENTES SOURCES D'ACQUISITION

La présentation proposée dans le cadre de cet article repose sur l'expérience de l'imagerie 3D acquise au Département Histoire de la Terre/UMR7207 CR2P CNRS du MNHN et n'est donc pas exhaustive. Cette précision est importante dans la mesure où les techniques, installations et équipements particuliers cités dans le texte ne couvrent pas la totalité des possibilités mais représentent uniquement les solutions adoptées ou déjà testées au MNHN. Quatre sources possibles d'acquisition de données 3D, courantes en sciences naturelles, sont ici présentées : la tomographie axiale assistée par ordinateur, l'imagerie par résonance magnétique, la lumière synchrotron et enfin la numérisation surfacique.

Tomographie axiale assistée par ordinateur (ou CTscan, pour Computed Tomography Scanner). Parmi les différentes sources d'acquisition de données, la tomographie axiale assistée par ordinateur représente la technologie la plus répandue, notamment en paléontologie et paléoanthropologie. Le principe de base de la tomographie est identique à celui de la radiographie et consiste en une émission de rayons X dont l'absorption par l'objet étudié (spécimen biologique, échantillon géologique, etc.) est mesurée : plus le matériau traversé est dense (os, roche), plus l'absorption est forte (Fig.1A). Mais à la différence de la radiographie classique, l'absorption de l'objet est ici mesurée sur 360°. La compilation de l'ensemble des radiographies résultantes permet alors, par un traitement informatique approprié, la reconstruction de l'objet étudié sous la forme d'un volume 3D ensuite « découpé » en coupes virtuelles 2D selon les plans sagittal, coronal et longitudinal. Deux grandes catégories d'appareillages sont couramment utilisées en sciences naturelles : les tomographes médicaux (scanner) et les tomographes industriels (microtomographe, nanotomographe). Chacun de ces appareillages (médicaux et industriels) présente un certain nombre de différences, d'avantages et d'inconvénients : **(1)** Axe de rotation : sur les tomographes médicaux, l'absorption à 360° est mesurée grâce à la rotation de l'ensemble « Source de rayons X-Détecteur » par rapport à l'objet qui reste fixe ; à l'inverse, les tomographes industriels présentent des sources rayons X et des détecteurs fixes, tandis que l'objet est fixé sur un porte-échantillon rotatif permettant la mesure d'absorption à 360° ; **(2)** Précision (épaisseur des coupes virtuelles) : alors que les tomographes médicaux permettent d'obtenir des épaisseurs de coupe de l'ordre du millimètre, les tomographes industriels autorisent des épaisseurs de l'ordre de quelques micromètres (microtomographes) à moins d'un micromètre (nanotomographes) ; **(3)** Taille des échantillons : d'une façon générale, les scanners médicaux permettent l'imagerie de spécimens de grande taille en raison des exigences du milieu médical par rapport à la taille des patients. A l'inverse, l'importante limitation de la taille des échantillons dans les scanners industriels provient principalement de la taille des détecteurs utilisés,

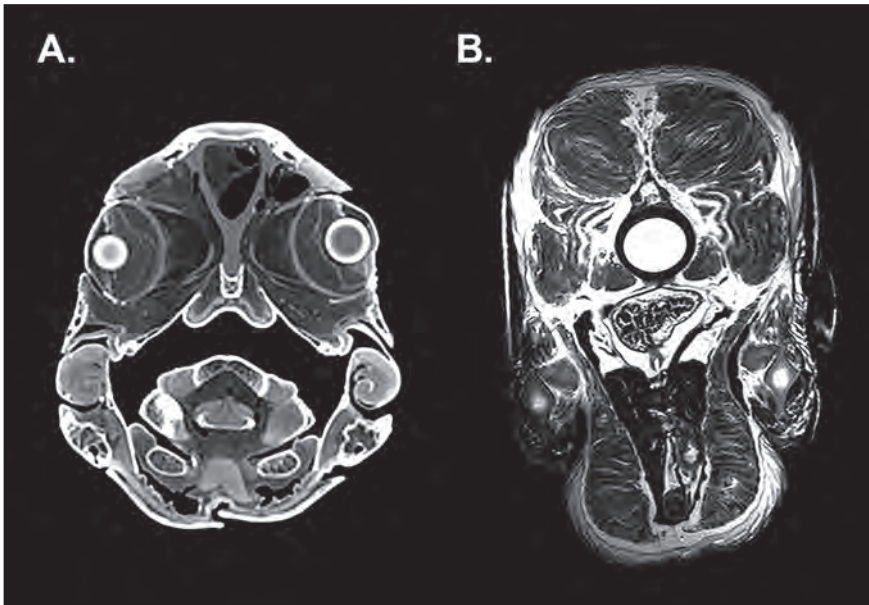


FIGURE 1. Etude du coelacanthé actuel *Latimeria chalumnae* (Herbin *et al.*, 2010). Coupes virtuelles obtenues en **(A)** tomographie axiale assistée par ordinateur, CTscan médical, coupe virtuelle crânienne ; et **(B)** imagerie par résonance magnétique, coupe virtuelle thoracique.

pouvant monter jusqu'à 400x400mm pour les microtomographes (avec possibilité d'une translation du détecteur pour atteindre une surface de 400x800mm), deux fois moins pour les nanotomographes ; **(4)** Accessibilité des appareillages : l'accès aux installations de tomographie axiale assistée par ordinateur dépend du type d'appareillage concerné. Par exemple l'accès aux appareils médicaux, généralement installés dans les hôpitaux, nécessite un accord préalable avec les équipes médicales de l'établissement concerné. L'accès aux tomographes industriels peut quant à lui se faire auprès d'un prestataire (contre rémunération) ou des institutions scientifiques équipées.

Imagerie par résonance magnétique (IRM). Certainement la technique d'imagerie la moins répandue en raison de l'accès limité aux installations, principalement d'origine médicale. Le principe de l'IRM repose sur l'« aimantation » globale d'atomes particuliers (généralement l'atome d'hydrogène, le plus représenté dans les tissus biologiques) à partir d'ondes électromagnétiques à haute fréquence appliquées sur l'objet étudié : l'alignement des atomes par rapport au champ magnétique généré est le résultat de cette aimantation ciblée. Lorsque le champ magnétique est interrompu, le retour des atomes à leur état initial

est mesuré et permet alors de déterminer la composition chimique, et donc la nature, des tissus biologiques en chaque point du volume imagé. La comparaison avec le CTscan permet de mettre en évidence deux différences importantes entre les deux technologies : **(1)** Principe général : Alors que le CTscan repose sur l'utilisation de rayons X tels qu'en radiographie classique, l'IRM fait intervenir un phénomène d'alignement magnétique d'atomes ciblés, le plus souvent l'hydrogène ; **(2)** Résultats : l'utilisation de l'atome d'hydrogène permet l'obtention de contrastes très élevés pour les tissus biologiques mous (muscles, organes, etc. ; fig.1B), contrairement aux résultats obtenus en tomographie axiale où ces mêmes tissus apparaissent le plus souvent radiotransparents. La situation s'inverse lorsque l'on considère les tissus osseux ou très minéralisés, faisant de ces deux techniques (IRM et CTscan) des outils très complémentaires pour l'étude des spécimens biologiques. A l'inverse, les tests menés sur des échantillons géologiques ou paléontologiques, complètement minéralisés, se sont révélés non concluants en IRM ; **(3)** Précautions spécifiques liées à l'utilisation d'un appareillage IRM : l'usage d'un champ magnétique puissant nécessite de s'assurer, de façon impérative, de l'absence de corps métalliques dans l'échantillon ou sur l'utilisateur au moment de l'imagerie, au risque d'un danger important pour les personnes et/ou l'appareillage concerné.

Lumière synchrotron. La lumière synchrotron représente sans aucun doute la technique d'imagerie mobilisant la plus haute technologie, avec comme corollaire évident un accès beaucoup plus restreint au nombre limité d'installations dans le monde (une cinquantaine aujourd'hui, de générations différentes). En France, L'ESRF (European Synchrotron Radiation Facility, synchrotron européen basé à Grenoble) et SOLEIL (installé en Île-de-France) sont des synchrotrons de dernière génération (la troisième). L'ESRF est aujourd'hui l'un des trois plus importants synchrotrons au monde (40 lignes en fonctionnement, 26 à SOLEIL). La « lumière synchrotron » est obtenue lors de l'accélération d'électrons à haute énergie dans un synchrotron (accélérateur de particules). Cette accélération est réalisée progressivement à l'aide d'un ensemble de deux accélérateurs successifs (un linéaire puis un circulaire) dans lesquels sont injectés les électrons. Ceux-ci sont alors transférés dans un anneau de stockage où ils peuvent circuler à énergie constante, leur trajectoire étant contrôlée par l'action combinée de puissants électro-aimants. Le rayonnement synchrotron, produit lors de l'accélération et la circulation des électrons, est alors récupéré au niveau de « lignes de lumière synchrotron » émergeant de l'anneau de stockage. Chaque ligne dispose d'une chaîne expérimentale complète, composée d'un ensemble de lentilles, miroirs et monochromateurs permettant de sélectionner une gamme de longueurs d'ondes souhaitée (notamment rayons X) et de modifier les caractéristiques du faisceau (taille, divergence) pour les

besoins de l'expérience. L'échantillon est alors positionné à l'extrémité de la ligne, suivi des appareils de mesure et des détecteurs appropriés pour l'analyse de l'interaction du faisceau avec le sujet d'étude. Plusieurs caractéristiques importantes nécessitent d'être prises en compte : **(1)** spécificités de SOLEIL et de l'ESRF : L'ESRF est particulièrement spécialisé dans les rayons X très durs (haute énergie, jusqu'à 6 gigaélectronvolts) tandis que SOLEIL se concentre sur un rayonnement allant de l'infrarouge aux rayons X moyennement durs (énergies intermédiaires, jusqu'à 2,75 gigaélectronvolts théoriques). Ainsi, alors que les deux structures possèdent des installations adaptées, voire dédiées, au traitement des problématiques liées aux sciences naturelles et/ou aux matériaux anciens, leurs spécifications techniques en font des équipements complémentaires plutôt que concurrents ; **(2)** Accès au temps de faisceau : l'accès aux lignes de faisceau à SOLEIL et à l'ESRF nécessitent la soumission de projets de recherches sélectionnés par une commission d'experts internationaux. Sur 2000 propositions chaque année à l'ESRF, seules 900 sont retenues (pour des expériences moyennes de 72 heures), preuve de la limitation du « temps de faisceau » disponible ; **(3)** Comparaison avec la tomographie axiale : l'imagerie rayons X par rayonnement synchrotron permet d'atteindre des résolutions extrêmement fines, de l'ordre de 300 nanomètres à l'ESRF, contre au mieux quelques centaines de nanomètres dans le cas d'un nanotomographe industriel. D'une façon générale, le contraste obtenu par rayonnement synchrotron apparaît beaucoup plus important qu'en tomographie axiale (Fig.2). Cependant, la taille des données obtenues par rayonnement synchrotron est extrêmement importante (plusieurs centaines de gigaoctets, contre quelque centaine de mégaoctets à quelques gigaoctets pour les tomographes industriels), imposant ainsi des ressources informatiques conséquentes (et donc coûteuses) pour le stockage et le traitement informatique.

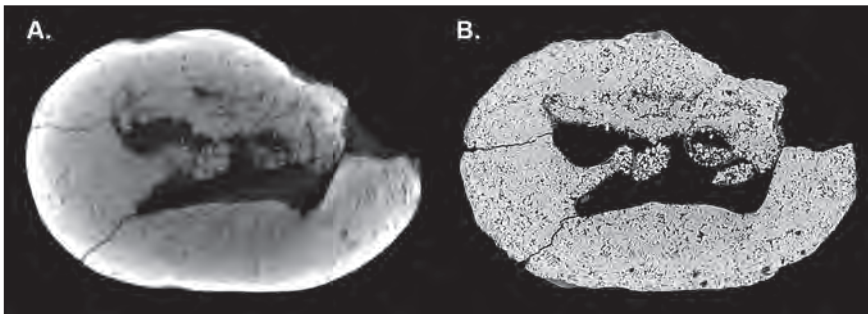


FIGURE 2. Etude d'un nodule contenant le crâne d'un Inyoptéridien de 300 Ma (Carbonifère supérieur), Kansas (Pradel 2009). Coupes virtuelles obtenues en **(A)** tomographie axiale assistée par ordinateur, microtomographe industriel ; et **(B)** lumière synchrotron, ESRF Grenoble.

Numérisation surfacique. La numérisation surfacique (ou digitalisation par scanner 3D) ne donne pas accès aux données internes des objets considérés, comparativement à la tomographie axiale assistée par ordinateur, à l'imagerie par résonance magnétique et à la lumière synchrotron. Si l'on ne peut donc pas réellement parler d'imagerie au sens médical du terme, l'acquisition surfacique n'en est pas moins couramment utilisée en sciences naturelles. Le principe général de la digitalisation 3D repose sur l'analyse des objets pour recueillir des informations précises sur les caractéristiques géométriques et l'apparence (couleur, texture) du sujet étudié, et permettre ainsi la construction de modélisations informatiques en trois dimensions. Deux grandes technologies de scanners 3D coexistent actuellement : **(1)** scanners à contact : les scanners à contact permettent la numérisation de l'objet grâce à un contact physique avec un palpeur qui enregistre les coordonnées en chaque point mesuré. Le palpeur est alors situé au bout d'un bras articulé manipulable dont la base fixée donne le repère d'origine (exemple : le scanner MicroScribe®). Offrant une bonne précision (jusqu'à 0,23mm pour le MicroScribe® G2), les principaux inconvénients de cette technologie concernent un temps d'acquisition important (dépendant de l'opérateur) et un risque potentiel encouru pour l'objet lors de la palpation, à considérer lors de l'étude de spécimens uniques ; **(2)** scanners actifs sans contact : les scanners actifs se basent sur l'émission d'un rayonnement dont la réflexion est ensuite détectée dans le but d'analyser l'objet. Différentes sources de rayonnement peuvent être utilisées suivant la technologie considérée, laser ou lumière structurée par exemple. Les scanners laser couramment utilisés en sciences naturelles fonctionnent selon un système de triangulation : le point laser est situé sur l'objet grâce à un appareil photo, le calcul des propriétés du triangle construit par l'ensemble point laser – appareil photo – émetteur laser permet alors de récupérer les coordonnées spatiales de ce point. Dans le cas des scanners à lumière structurée, un motif lumineux (en bandes, damiers, etc.) est projeté sur l'objet et la déformation de ce motif par l'objet est alors analysée pour en extraire les caractéristiques spatiales du sujet selon un système de mesures de distances proche de la triangulation vue précédemment. A noter qu'il existe différentes solutions : les appareils fixes tels que les scanners sur pied à lumière structurée (type Breuckmann®) ou les scanners à laser peu encombrant (type NextEngine®), ou les appareils « à main » tels que les scanners portables à laser (type Handyscan®) ou les scanners portables à lumière (Type Noomeo®). Les résolutions atteintes par les scanners actifs sans contact varient beaucoup en fonction de l'appareillage utilisé, et peuvent atteindre une précision de 40 microns (Handyscan® EXAscan). Enfin, il est important de rappeler que certains types d'objets restent encore difficiles à numériser, comme les objets brillants, miroitants ou transparents dont les propriétés optiques particulières peuvent nécessiter l'emploi de poudres matifiantes. De même, certains scanners à main tels les scanners Handyscan® nécessitent l'application de pastilles réfléchissantes

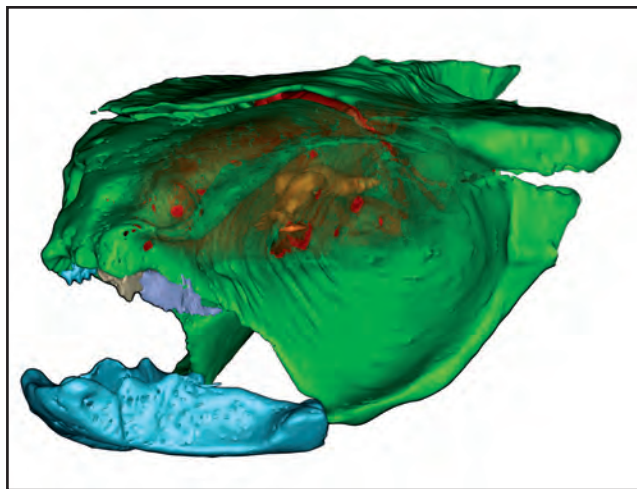
permettant l'autopositionnement du scanner dans l'espace. Ces précautions techniques (poudres matifiantes, application de pastilles, etc.) nécessitent donc une attention toute particulière au moment du choix de la technique de digitalisation à utiliser par rapport à l'objet d'étude : en sciences naturelles, les caractéristiques et la fragilité de certains spécimens peuvent en effet se révéler contraires à de tels traitements.

3. L'INTÉRÊT DE L'IMAGERIE 3D EN SCIENCES NATURELLES

Plusieurs applications de l'imagerie 3D peuvent être envisagées dans le domaine des sciences naturelles : la recherche, la conservation préventive, la valorisation des collections, l'enseignement et plus généralement la diffusion des connaissances (muséologie, médiatisation, etc.).

Parmi ces applications possibles, celle dans le domaine de la recherche paraît la plus évidente. En effet l'accès aux données internes des objets d'étude, habituellement inaccessibles au chercheur ou seulement au prix de techniques destructives pour l'échantillon (lames minces, dissection, etc.), apparaît intuitivement comme l'intérêt majeur de l'imagerie 3D. L'utilisation de logiciels de segmentation permettant de sélectionner et modéliser les régions d'intérêt à partir des piles de coupes virtuelles (Materialise MIMICS®, Volume Graphics VGStudio Max®, etc.) autorise ainsi „l'extraction" et la modélisation de tous types de données internes ou „cachées" : anatomie de spécimens biologiques actuels ou fossiles (organes, cavité endocrânienne, etc. ; fig.3), inclusions métallifères d'échantillons géologiques, insectes conservés dans l'ambre, contenu d'une urne scellée, etc. La bibliographie récente souligne le développement toujours plus important de ce type d'approche en sciences natu-

FIGURE 3. Modélisation du crâne d'un Inyoptérigien de 300 Ma (Carbonifère supérieur), Kansas (Pradel 2009 ; Pradel *et al.* 2009).
Légendes : En vert, crâne ; en bleu, mandibule ; en rouge, cavité endocrânienne ; en orange, cerveau.



relles, spécialement en paléontologie ou la rareté des spécimens étudiés (souvent uniques) se révèle extrêmement problématique pour l'utilisation de techniques destructives plus „classiques“, auparavant régulièrement utilisées au détriment de la notion de conservation des spécimens. En conséquence, ce principe même de technique d'investigation non destructive apparaît clairement comme l'atout principal de l'imagerie 3D relativement aux méthodes d'études plus classiques. Parallèlement, le développement de méthodologies telles que la morphométrie géométrique est aujourd'hui fortement soutenu par la démocratisation de la digitalisation surfacique qui permet de réaliser - dans un délai rapide - les modèles virtuels nécessaires à ce type d'approche, c'est-à-dire rendant compte de la géométrie externe des échantillons avec une précision adaptée aux études statistiques.

Le second avantage principal de l'imagerie 3D concerne sans aucun doute la possibilité d'obtenir des modèles tridimensionnels virtuels complexes aisément manipulables sur ordinateur, et cela pour des objets d'étude couvrant une gamme de taille allant de potentiellement plusieurs mètres (digitalisation surfacique au moyen d'un scanner à main ; fig.4) à moins d'un micromètre (lumière synchrotron). Cette possibilité offerte notamment par les progrès de l'informatique, grâce à l'amélioration des capacités de calculs permettant la manipulation virtuelle de ces modèles 3D complexes, permet aujourd'hui de réduire au strict minimum l'interaction de l'utilisateur (chercheur, conservateur, public) avec l'objet original. Or en sciences naturelles, la nature même des objets concernés est le premier obstacle à leur manipulation de par leur rareté (fossiles uniques, spécimens naturalisés d'espèces disparus ou en voie d'extinction, etc.), leur fragilité (spécimens naturalisés selon des techniques anciennes, spécimens conservés en fluide, fossiles préparés à l'acide, etc.) ou encore leur importance historique (fossile de la sarigue de Cuvier,

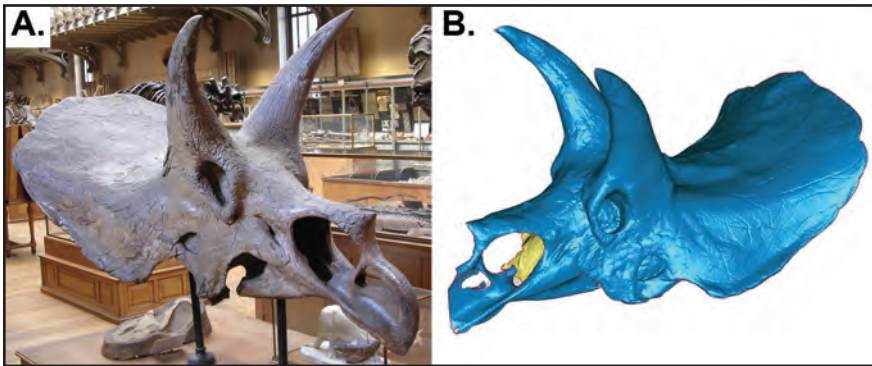


FIGURE 4. Exemple de numérisation surfacique d'un spécimen de grande taille. **(A)** Crâne de *Triceratops* de la galerie de paléontologie du Muséum National d'Histoire Naturelle de Paris (Goussard 2006) ; **(B)** Modèle 3D obtenu après numérisation surfacique

coelacanthes actuels conservés en fluide, momie de Ramsès II, etc.). De même, la possibilité de répliquer et sauvegarder les données 3D obtenues permet un archivage complet des collections qui peuvent être rapidement recouvrées, au moins numériquement, en cas de perte ou destruction des spécimens originaux comme dans le cas tragique et récent de l'incendie des collections de l'Institut Butantan au Brésil (près de 85000 serpents en formol - dont 30% de types - et un demi-million de scorpions et araignées en éthanol définitivement perdus). En conséquence le caractère non destructif, reproductible et interactif des données 3D en fait sans conteste un des meilleurs outils de la conservation préventive des collections de sciences naturelles.

Dans le même ordre d'idée, l'imagerie 3D se révèle être un outil fondamental pour la valorisation de ces mêmes collections de sciences naturelles : par exemple, la possibilité d'accéder aux données internes des spécimens représente pour les chercheurs un critère indéniable dans le choix des collections à visiter. Ainsi, la mise à disposition des données 3D disponibles pour les spécimens consultés par les visiteurs devrait impacter de façon significative le taux de citation des collections concernées dans les revues internationales. Pour exemple, l'initiative Digital Morphology de l'Université du Texas à Austin, qui présente une base de données 3D de 750 spécimens couvrant un large panel taxonomique de vertébrés fossiles et actuels, est le fruit de la collaboration d'environ 150 chercheurs des plus grandes universités et muséums d'histoire naturelle. Parallèlement, une autre application concrète en terme de valorisation des collections repose sur l'utilisation des techniques de prototypage rapide qui permettent la réalisation de répliques physiques des spécimens imagés, à l'échelle désirée, au moyen d'imprimantes 3D dédiées. Là encore plusieurs technologies coexistent (frittage par poudre, stéréolithographie, résine fondue, etc.), avec pour principe général le dépôt de matière couche par couche, fixées par encollage ou polymérisation : c'est alors l'empilement des couches qui permet de reconstruire le spécimen en volume. Dans le cas de l'imagerie 3D par tomographie, l'imagerie par résonance magnétique ou la lumière synchrotron, les couches déposées correspondent aux coupes virtuelles obtenues après reconstruction, alors qu'en numérisation surfacique des pseudo-coupes sont recalculées à partir du volume digitalisé. Plusieurs applications émergent aujourd'hui de l'utilisation du prototypage rapide en sciences naturelles : réplique de spécimens rares pour prêts/échanges entre institutions, manipulation physique de modèles reconstruits plutôt que des spécimens originaux fragiles, manipulation facilitée de spécimens de tailles extrêmes reproduits à l'échelle désirée, etc. Enfin, une dernière application intéressante de l'imagerie 3D en terme de valorisation des collections concerne l'enseignement et la diffusion des connaissances. L'interactivité avec le spécimen rendue possible par la manipulation des modèles informatiques obtenus par imagerie présente en effet un intérêt pédagogique indéniable avec par exemple la possibilité de réaliser des atlas anatomiques

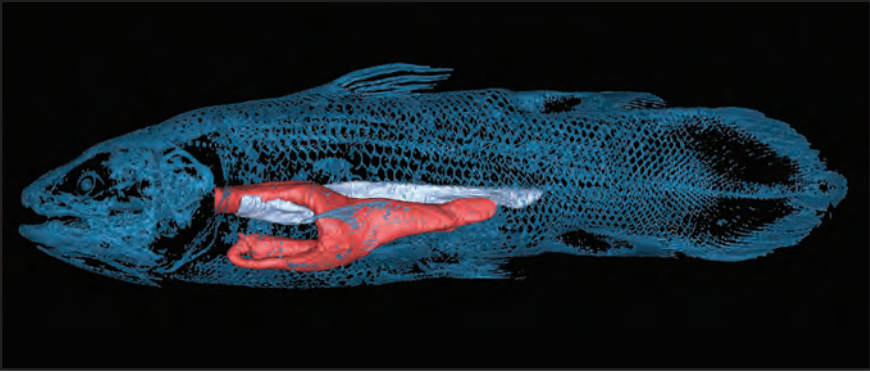


FIGURE 5. Modélisation de l'appareil digestif (en rouge) et de l'organe graisseux (en blanc) du coélanthe actuel *Latimeria chalumnae* à partir des données tomographiques (CTscan médical) (Brito *et al.* in press; Herbin *et al.*, 2010).

virtuels, ou même des dissections virtuelles. Cette dernière possibilité apparaît d'ailleurs également cruciale dans une optique de recherche et de conservation de la biodiversité, par exemple dans le cas des taxons protégés dont les récoltes, même à but scientifique, sont aujourd'hui interdites (coélanthes – fig.5, grands carnivores actuels, etc.).

4. L'IMAGERIE 3D : LIMITES ET CONTRAINTES TECHNIQUES

Si l'imagerie 3D ouvre sans conteste de nouvelles voies d'investigation en sciences naturelles, certaines limites et contraintes techniques inhérentes à ce type d'approche demeurent. Celles-ci concernent deux points fondamentaux : la relation entre taille des échantillons et précision des données, et les moyens informatiques nécessaires à leur traitement et stockage.

D'une façon générale la précision atteinte en tomographie est inversement proportionnelle à la taille des échantillons. Les tomographes industriels présentent des porte-échantillons généralement calibrés pour des spécimens ne dépassant pas les 500x500mm pour un poids oscillant entre 15 et 50kg. A l'inverse si les appareillages médicaux permettent l'examen de spécimens de plus grandes tailles, car initialement configurés pour le corps humain, la résolution atteinte est généralement limitée au millimètre (voire quelques millimètres). De la même façon, en lumière synchrotron, l'exceptionnelle résolution atteinte (de l'ordre de 300 nanomètres à l'ESRF) n'est réalisable que sur des surfaces extrêmement réduites (quelques millimètres à centimètres carré). A noter toutefois la possibilité, en tomographie comme en lumière synchrotron, de réaliser plusieurs acquisitions en différents points de l'objet, dont la compilation finale permet la reconstruction du

volume total de l'échantillon. Enfin si la numérisation surfacique, et notamment les scanners « à main », permet en théorie l'acquisition 3D de spécimens de toutes tailles, la précision atteinte (de l'ordre de quelques dizaines de micromètres) est le plus souvent bien inférieure à celle obtenue par les tomographes industriels.

Mais la principale limitation liée à l'utilisation des technologies d'imagerie 3D réside aujourd'hui dans le coût des ressources informatiques nécessaires au traitement et stockage des données. Ces besoins se divisent en plusieurs postes, qu'il apparaît impératif de prendre en compte en amont de l'acquisition 3D en elle-même : **(1)** Stockage des données : suivant la technique considérée, la taille des données peut varier de quelques centaines de mégaoctets (tomographie médicale, imagerie par résonance magnétique, numérisation surfacique) à plusieurs gigaoctets (nanotomographie) voire dizaines de gigaoctets (lumière synchrotron). Il apparaît alors indispensable de prévoir des capacités de stockage importantes permettant une sauvegarde et un archivage multisupports efficaces ; **(2)** Gestion des données : les capacités informatiques matérielles (« hardware ») nécessaires à une bonne gestion des ressources 3D sont importantes. Des stations de travail informatiques, équipées de multiprocesseurs et cartes graphiques très haute performance, combinées à des capacités maximales en mémoire vive (« RAM ») s'avèrent être un prérequis indispensable au bon déroulement du travail de post-traitement ; **(3)** Traitement des données : les logiciels nécessaires au traitement des données 3D (« software ») sont multiples et leur choix dépend principalement des critères du type d'acquisition (tomographie, lumière synchrotron ou numérisation surfacique), du type de traitement recherché (segmentation interne, reconstruction surfacique, prise de mesure, etc.) et du volume des données. Pour exemple, les solutions adoptées au Département Histoire de la Terre du MNHN/UMR7207 CNRS : Materialise MIMICS® (segmentation et mesure des données de tomographie médicale et nano/microtomographie industrielle), Volume Graphics VGStudio Max® (segmentation et mesure des données lumière synchrotron et nanotomographie industrielle), Geomagic Studio® (reconstruction des données de numérisation surfacique). De nombreux modules complémentaires (« Add-on » et « Plug-ins ») sont disponibles pour la plupart de ces logiciels, permettant une personnalisation en fonction des besoins propres (modules de mesures avancées, d'import/export multiformat des données traitées, etc.). Si ces logiciels sont payants, il est toutefois important de noter l'existence de solutions gratuites présentant des outils approchants (OsiriX®, Fiji®, etc.).

Enfin, la question de la dégradation potentielle du matériel génétique par l'emploi de rayons X apparaît extrêmement importante. Malheureusement, le très faible nombre d'études portant sur cette question pourtant primordiale en sciences naturelles ne permet pas aujourd'hui de répondre à cette question, qui représente un champ de recherche important pour estimer notamment la dégradation potentielles des ADN anciens lors d'inspections aux rayons X.

5. CONCLUSION

L'imagerie 3D représente indéniablement un des outils les plus prometteurs en sciences naturelles, aux applications multiples, tant en recherche qu'en conservation préventive, valorisation des collections ou enseignement et diffusion des connaissances. Malgré le coût des outils informatiques nécessaires à la gestion et au traitement des données, la démocratisation de cette technologie (aussi bien par CTscan qu'en lumière synchrotron et digitalisation surfacique) ouvre aujourd'hui de nombreuses perspectives pour l'étude des spécimens de sciences naturelles, qu'ils soient biologiques, archéologiques, paléontologiques ou géologiques. Ainsi, le nombre toujours plus grand de publications internationales basées sur l'imagerie 3D est aujourd'hui la preuve du succès de cette technologie appelée à se développer de plus en plus au sein des grandes institutions scientifiques.

REMERCIEMENTS

Les auteurs remercient Jean-Paul Saint-Martin et Simona Saint-Martin pour leur invitation à ce numéro spécial, ainsi que le Département Histoire de la Terre du Muséum National d'Histoire Naturelle et l'UMR7207 du CNRS « Centre de Recherche sur la Paléobiodiversité et les Paléoenvironnements » pour la mise à disposition des outils nécessaires à l'imagerie 3D présentés dans ce travail. G.C. tient à remercier les organisateurs de la chaleureuse et instructive rencontre „Trésors du fond des temps - Collections et Patrimoine” qui a eu lieu en octobre 2008 au Musée National de Géologie de Bucarest, Roumanie, à l'origine de cette contribution.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- BRITO, P.M., MEUNIER, F.J., CLÉMENT, G., GEFFARD-KURIYAMA, D. *in press*, The histological structure of the calcified lung of the fossil coelacanth *Axelrodichthys araripensis* (Actinistia: Mawsoniidae). *Palaeontology*.
- GOUSSARD, F., 2006, The skull of *Triceratops* in the palaeontology gallery, Muséum national d'Histoire naturelle, Paris. *Geodiversitas*, 28 (3), 467-476.
- HERBIN, M., DUPRET, V. GOUSSARD, F. & CLÉMENT, G., 2010, Les techniques d'imagerie 3D au service de la valorisation scientifique des collections anatomiques : une étude virtuelle de l'anatomie du Coelacanth. *Lettre de l'Office de Coopération et d'Information Muséographiques*, 131, 13-18.
- PRADEL, A. 2009, Relations phylogénétiques des groupes majeurs de chondrichthyens paléozoïques et la radiation des premiers vertébrés gnathostomes : Etude au CT Scan de l'anatomie interne du neurocrâne des Euchondrocéphales. Thèse non publiée, Muséum National d'Histoire Naturelle, Paris, France, 455p.

PRADEL, A., LANGER, M., MAISEY, J.G. , GEFFARD-KURIYAMA, D., CLOETENS, P., JANVIER, P., TAFFOREAU, P. 2009, Skull and brain of a 300-million-year-old chimaeroid fish revealed by synchrotron holotomography. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 106 (13), 5224-5228.

STRATOTYPE LUTÉTIEN: UN LIVRE POUR FAIRE CONNAÎTRE LE PATRIMOINE GÉOLOGIQUE

Didier MERLE et Patrick DE WEVER

Muséum National d'Histoire Naturelle, Département Histoire de la Terre, UMR 7207 CNRS, Centre de Recherche sur la Paléobiodiversité et les Paléoenvironnements, CP 38, 8 rue Buffon, 75005 Paris, France
dmerle@mnhn.fr, pdewever@mnhn.fr

Abstract. The book collection "Patrimoine Géologique" will aim at making discover to the public a stratotype through various aspects. "Stratotype Lutétien" is the first one. It starts by generalities about the concept of stratotype allowing to place this stage in the geological time scale (Middle Eocene, 48-40 Ma). They are followed by five chapters: history, stratigraphy and palaeogeography, palaeontology, monuments and geological heritage. Special aspects of high interest for popularization are developed, as the rich scientific past, the palaeogeography or the exceptional palaeobiodiversity (3000 species). Numerous pictures are provided, as the residual coloured patterns of molluscan shells revealed by UV light.

Key words. Book, popularization, geological heritage, Lutetian, stratotype

1. INTRODUCTION

S'il ne fait plus doute dans la conscience populaire de la nécessité de protéger la Biodiversité, il n'en est pas de même de la Géodiversité ou diversité géologique au sens large. Dans ce préambule, il n'est pas inutile de rappeler que la Biodiversité entretient une étroite relation avec son environnement géologique et qu'il n'est pas possible de comprendre sa structure et son évolution au cours du temps sans intégrer cette notion d'interaction entre Biosphère et Géosphère. En un mot, les objets et événements géologiques ne sont pas la partie inanimée de la nature : ils en font partie intégrante puisqu'ils sont en interaction permanente avec l'écosystème, à toutes les échelles de temps et d'espace. Biodiversité et Géodiversité ne sont pas donc dissociables et méritent toutes les deux d'être traitées d'égal à égal en termes d'intérêt patrimonial. Cependant, la Géodiversité qui relève de la science géologique apparaît austère en comparaison de la Biodiversité. Premièrement, à l'échelle humaine on ne voit pas la Terre bouger, alors que les continents s'écartent ou se rapprochent à la vi-

tesse où poussent nos cheveux ou nos ongles. Deuxièmement, le « Livre de la Terre » semble impossible à décrypter pour qui ne dispose pas des clés de lecture indispensables à sa compréhension. En effet, un fossile ou une coupe géologique ne sont pas parlants pour un non-initié, alors que pour le géologue ils racontent une longue histoire. Faire connaître pour protéger doit donc être le maître mot du géologue qui veut que le public mais aussi que les pouvoirs publics s'intéressent au patrimoine géologique et prennent des mesures en faveur de sa protection.

2. NOTION DE PATRIMOINE GÉOLOGIQUE ET MESURES DE PROTECTION

2.1. Notion de patrimoine géologique

La notion de patrimoine géologique dérive de la notion de patrimoine naturel qui reconnaît que des éléments de la nature font partie des biens communs, tels que les richesses géologiques, minéralogiques et paléontologiques. En tant que patrimoine naturel, le patrimoine géologique doit être considéré comme un bien commun d'une collectivité, d'un groupe d'hommes, de l'humanité, considéré comme un héritage transmis par les ancêtres. Ceci implique que ces biens soient conservés au présent et transmis aux générations futures. Le patrimoine géologique englobe les objets et sites qui conservent la mémoire de la Terre, de l'infra-microscopique au panoramique : les roches et les minéraux, les traces de vie (fossiles, habitats, mines...), les structures, les indices de climat, les témoins de l'évolution des sols, sous-sols et paysages passés ou actuels. Les sites (gisements fossilifères, coupes géologiques, mines) représentent le patrimoine *in situ* (Fig. 1). Les objets géologiques extraits de leur contexte de terrain correspondent aux collections publiques, aux collections industrielles, mais aussi aux archives des sociétés savantes, aux publications, aux cartes et aux documents manuscrits auxquels ils se réfèrent. Ces objets constituent le patrimoine *ex situ* (Fig. 2).

2.1. Les mesures de protection

La préservation des objets géologiques de référence est une préoccupation ancienne de la communauté des géologues. Elle s'est faite d'abord à travers les collections des musées ou d'autres établissements publics qui forment le patrimoine *ex situ*. En France, le besoin de sauvegarder des sites, patrimoine *in situ*, s'est surtout développé depuis le début des années quatre-vingt, même si cette nécessité était déjà reconnue antérieurement. Ainsi, R. Abrard, dans sa leçon inaugurale de 1943, déclarait « le classement de ces gisements [stratotypiques] comme sites d'intérêt scientifique demanderait des sommes importantes destinées à leur achat, et dont l'État ne dispose pas ». La mobilisation de la communauté géologique, nationale et internationale, pour sensibiliser et faire reconnaître la valeur du patrimoine géologique *in situ*,



FIGURE 1. Exemple de patrimoine *in situ*. **A** : carrière de Saint-Vaast-les Mello (Oise), lectostratotype du Lutétien (site industrielle non aménagé) ; **B** : carrière de Vigny (Val d’Oise), co-stratotype du Danien (site aménagé pour la visite du public et des scolaires).

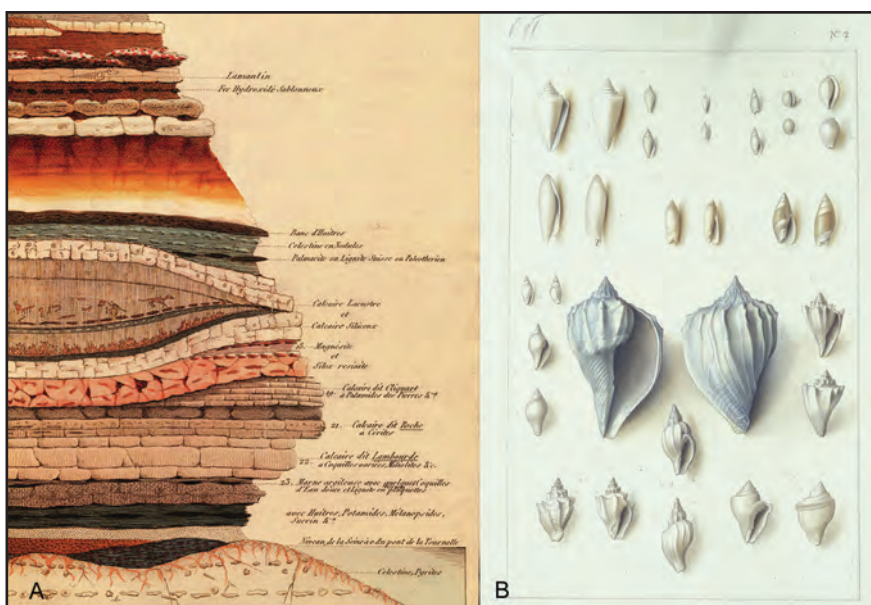


FIGURE 2. Exemple de patrimoine *ex situ* (documents). **A** : extrait de la « Coupe théorique des divers terrains, roches et minéraux qui entrent dans la composition du sol du bassin de Paris », par Cuvier & Brongniart (1832) ; **B** : planche originale (Vélin n°2) ayant servi à l’illustration du « Mémoire sur les fossiles des environs de Paris » par Lamarck (1802-1809).

s’est intensifiée en France après le congrès international tenu à Digne, en 1991, à la suite duquel a été publiée la « Déclaration internationale des droits de la mémoire de la Terre ». Cette réunion a cherché à développer l’intérêt qui s’était d’abord exprimé à travers des textes de loi successifs promulgués en France. Selon P. Billet, la législation fut longue à s’intéresser à ce patrimoine car « le patrimoine géologique n’a pas de

sensibilité, ne manifeste aucun cycle vital, ne renvoie aucune référence au vivant, à l'échelle humaine du moins, qui permette une identification ». Aussi la question « Pourquoi protéger le patrimoine géologique ? » revêt un intérêt fondamental pour convaincre les pouvoirs publics de prendre des mesures de protection en sa faveur. L'expérience montre que l'argumentaire peut s'articuler autour de plusieurs types de réponse. Le patrimoine géologique doit ainsi être présenté comme élément du patrimoine naturel, pour son intérêt pédagogique, pour sa valeur scientifique, pour sa valeur esthétique, pour sa rareté, pour son unicité ou à fins socioculturelles. En se référant aux différents codes juridiques (Urbanisme, Rural, Environnement, Patrimoine...) et aux récentes directives communautaires, le droit français permet de mettre en œuvre plusieurs mesures de protection possibles, au titre des réglementations en vigueur. Parmi les plus fréquemment utilisées, on peut citer : parc national, parc naturel régional, réserves naturelles nationales et réserves naturelles régionales, site classé, site inscrit... Ces mesures de protection sont plus ou moins lourdes à mettre en œuvre et apportent une protection plus ou moins forte. De l'ensemble de ces mesures, c'est le statut de réserve naturelle (nationale ou régionale) qui assure la meilleure protection des sites et des objets qu'ils renferment, car le statut de réserve est associé à la maîtrise foncière des sites et prévoit les moyens pour leur gestion. Afin de cerner l'intérêt des objets et des sites à protéger, il convient d'établir un inventaire. Celui-ci a été lancé officiellement en 2007 sous la responsabilité scientifique du Muséum national d'Histoire naturelle. Cet inventaire permettra, au même titre que pour la faune et la flore, de savoir si un aménagement du territoire par exemple risque de compromettre un site géologique qui mérite d'être conservé. De la même façon, il permettra aux curieux ou aux enseignants de connaître les sites accessibles pour les aider dans une démonstration ou une sensibilisation pédagogique.

3. OBJECTIF DE LA COLLECTION « PATRIMOINE GEOLOGIQUE »

L'objectif de cette collection répond à une stratégie placée en amont de l'acquisition de sites en vue de leur valorisation et consiste à sensibiliser tout public (y compris les décideurs) au patrimoine géologique dans ses aspects les plus divers. Il répond donc à une nécessité de diffusion des connaissances, le but étant de faire découvrir au public les richesses de son pays, lui instiller le goût de les sauvegarder, voire de les valoriser. L'idée majeure est que mieux connaître la géologie et la paléontologie, c'est mieux connaître notre nature, notre environnement et donc mieux participer aux débats actuels de notre société, comme celui du développement durable. C'est pourquoi cette action a été soutenue par le ministère de la Recherche, dans le cadre d'un « Plan-Pluri-Formations » et a été relayée par une volonté du Muséum national d'Histoire naturelle d'afficher son intérêt pour le patrimoine naturel. L'ambition de cette collection est de consacrer environ quarante

volumes correspondant chacun à un stratotype. Pourquoi un tel choix ? Premièrement, parce que les stratotypes sont des étalons marquant une durée de temps géologique. Dans l'échelle des temps géologiques ou échelle stratigraphique, chaque étage représente une tranche de temps qui est définie par des terrains, des coupes géologiques qui sont appelés stratotypes. Deuxièmement, parce que la France, en raison de la diversité de son paysage et de sa riche histoire scientifique est dotée d'environ une cinquantaine de stratotypes (Fig. 3). Certains ne sont plus utilisés par les géologues ou ont simplement une valeur locale (ex. : le

Etages	Origine	Auteurs
PENTEVRIEN	(Pays de Penthievre, baie de Saint-Brieuc)	Cogné, 1959
BRIOVERIEN	(<i>Brioveria</i> , ancien nom celtique de Saint-Lô, Manche)	Barrois, 1899
GIVÉTIEN	(Givet, Ardennes)	Gosselet, 1879
STRUNIEN	(Etrocmungt, Nord)	Barrois, 1913
STEPHANIEN	(St Etienne, Haute-Loire)	Munier-Chalmas et de Lapparent, 1893
AUTUNIEN	(Autun, Saône-et-Loire)	Bergeron, 1889
HETTANGIEN	(Hettange-Grande, Moselle)	Renevier, 1864
SINEMURIEN	(Semur-en-Auxois, Yonne)	D'Orbigny, 1849-1850
LOTHARINGIEN	(Lorraine : de Lotharingie, province mérovingienne)	Haug, 1910
TOARCIEN	(Thouars, Deux-Sèvres)	D'Orbigny, 1849
BAJOCIEN	(Bayeux, Calvados)	D'Orbigny, 1849
VESULIEN	(Vesoul, Haute-Saône)	Marcou, 1848
SÉQUANIEN	(des Séquanes, tribu gauloise de sources de la Seine)	Marcou, 1848
CRUSSOLIEN	(Crussol, Ardèche)	Rollier, 1909
ARDESCIEN	(Ardèche [Ardesca])	Toucas, 1890
BERRIASIEN	(Berrias, Ardèche)	Coquand, 1862
BARRÉMIEN	(Barrême, Alpes-de-Haute-Provence)	Coquand, 1862,
APTIEN	(Apt, Vaucluse)	D'Orbigny, 1840
BÉDOULIEN	(Bédoule, Bouches-du-Rhône)	Toucas, 1888
GARGASIEN	(Gargas, Vaucluse)	Kilian W., 1887
CLANSAYESIEN	(Clansayes, Drôme)	Breitstoffler, 1947
ALBIEN	(de <i>Alba</i> , rivière l'Aube, Aube)	D'Orbigny, 1842
CÉNOMANIEN	(Cenomanum, [n.lat. de Le Mans], Sarthe)	D'Orbigny, 1847
TURONIEN	(Tours, Indre-et-Loire)	D'Orbigny, 1842
SENONIEN	(Sens, Yonne ; de la tribu gauloise des Sénonés)	D'Orbigny, 1842
CONIACIEN	(Cognac, Charente)	Coquand, 1857
SANTONIEN	(Saintes, Charente-Maritime)	Coquand, 1857
CAMPANIEN	(pays de Champagne, Charente)	Coquand, 1857
VALDONNIEN	(Valdonne [lieu-dit], Bouches-du-Rhône)	Matheron, 1878
FUVÉLIEN	(Fuveau, Bouches-du-Rhône)	Matheron, 1878
BÉGUDIEN	(La Bégude [lieu-dit], Bouches-du-Rhône)	Villot, 1883
ROGNACIEN	(Rognac, Bouches-du-Rhône)	Villot, 1883
VITROLLIEN	(de Vitrolles, Bouches-du-Rhône)	Matheron, 1878
GARUMNIEN	(Garumna [n.lat. de Garonne], Haute-Garonne)	Leymerie, 1862
DANIEN	de Danemark*	Desor, 1846
SPARNACIEN	(Sparnacum [n.lat. d'Epernay], Mame)	Dollfus, 1880
CUISIEN	(Cuise-la-Motte, Oise)	Dollfus, 1880
LUTÉTIEN	(Lutetia [n.lat. de Paris])	De Lapparent, 1883
BIARRITZIEN	(Biarritz, Pyrénées-Atlantiques)	Hottinger et Schaub, 1960
AUVERSIEN	(Auvers-sur-Oise, Val d'Oise)	Dollfus, 1880
MARINESIEN	(Marines, Val d'Oise)	Dollfus, 1907
LUDIEN	(Ludes, Marne)	Munier-chalmas et de Lapparent, 1893
SANNOISIEN	(Sannois, Seine-et-Oise)	Munier-chalmas et de Lapparent, 1893
STAMPINIEN	(Stampae [n. lat. d'Etampes], Essonne)	D'Orbigny, 1852
AQUITANIEN	(Aquitaine)	Mayer-Eymar, 1858
BURDIGALIEN	(Burdigala [nom romain de Bordeaux], Aquitaine)	Depéret, 1892
REDONIEN	(Condate Redonum - nom latin de Rennes-, Ile-et-Vilaine)	Dollfus, 1906

FIGURE 3. Les stratotypes français, leur origine et leurs auteurs. * L'étage Danien a été défini au Danemark, mais les sites de Vigny (Val d'Oise) et de Laversines (Oise) ont aussi été désignés comme co-stratotypes (Desor 1846).

Sannoisien), mais d'autres ont une valeur mondiale et sont officiellement reconnus dans l'échelle stratigraphique internationale (ex. : le Lutétien ou l'Albien). Le stratotype apparaît donc comme instrument majeur de diffusion des connaissances, car il revêt une grande importance pour les scientifiques ce qui est un gage d'intérêt pour le public et car il conduit à mieux prendre conscience du temps profond des géologues.

4. LE LIVRE STRATOTYPE LUTETIEN

4.1. Le Lutétien, un étage renommé

L'étage Lutétien a été créé par A. de Lapparent en 1883. Dans la première édition de son célèbre « Traité de Géologie », il considère le Lutétien comme un sous-étage du Parisien, défini par A. d'Orbigny en 1852. Ce n'est qu'en 1893, dans la troisième édition du même traité que le Lutétien prendra le rang d'étage. Avec l'Île-de-France pour région stratotypique, le Lutétien est non seulement un étage internationalement reconnu, mais aussi un étage mondialement renommé. Les objets qu'on y trouve (les fossiles), ceux qui ont été fabriqués par l'homme à partir des roches datant de cette époque (les monuments) et les personnages qui s'y sont intéressés avant même sa création par A. de Lapparent justifient cette célébrité. En d'autres termes et pour donner quelques images symboliques, le campanile géant (*Campanile giganteum*), un des plus gros gastéropodes que la Terre ait porté, les pierres de construction de la cathédrale Notre-Dame de Paris et messieurs Jean-Baptiste Lamarck et Georges Cuvier sont ici tous réunis pour promouvoir les splendeurs et l'intérêt de l'étage Lutétien en région parisienne (Fig. 4). Ce livre traite donc d'un patrimoine géologique fabuleusement riche dont on ne pouvait développer tous les aspects. Par voie de conséquence, le souci majeur a été d'exposer l'ensemble des facettes associées à la richesse patrimoniale du Lutétien afin d'éviter d'en faire une présentation exhaustive qui aurait été trop longue et fastidieuse pour le lecteur.

4.2. Le plan de l'ouvrage

Le plan se veut simple et comprend cinq chapitres. Une série de préambule nous entraîne d'abord depuis la présentation de la collection « Patrimoine géologique », jusqu'à des considérations générale sur la notion de temps en géologie et son corollaire de questions : comment représenter le temps profond ?, qu'est ce qu'un stratotype ?, stratotype d'unité ou de limite ? Ce préambule poursuit sa route jusqu'aux sentiers lutétiens : l'étage située dans l'Eocène dure 8 millions d'années, il n'existe pas de coupe historique Lapparent n'ayant pas désigné formellement de coupes-types, deux coupes lecto-stratotypiques dans l'Oise (Saint-Leu d'Esserent et Saint-Vaast-les-Mello) ont été sélectionnées dans les années 60, les stratotypes de limite (GSSP) sont en cours de définition.



FIGURE 4. Trois symboles médiatiques du Lutétien. **A** : le Campanile géant (*Campanile giganteum* (Lamarck, 1804)) un des plus gastéropodes du monde, spécimen MNHN B70270, Parnes (Oise), échelle : 50 mm, photo MNHN, D. Serrette ; **B** : la cathédrale Notre Dame de Paris construite en pierre lutétienne de Paris (ici vue de la statue de la Vierge du trumeau de la façade nord de Notre-Dame de Paris, portail du cloître qui est en Liàs), photo P. de Wever ; **C** : Jean-Baptiste de Monet, chevalier de Lamarck (1744-1829), un scientifique célèbre ayant contribué significativement au développement des connaissances sur le Lutétien.

L'ouvrage continue par le chapitre « **Un peu d'Histoire** », cet étage étant spécialement chargé d'un long passé scientifique. Ce chapitre est fondamental parce qu'il égraine chronologiquement les étapes successives de la connaissance de l'étage par le biais de paléontologues ou géologues les plus marquants comme Lamarck, Deshayes ou Cossmann, sans oublier des personnages plus anciens comme Palissy ou les sœurs Lister. De courtes biographies sur ces personnages importants accompagnent cette partie historique et replacent les avancées scientifiques dans leur contexte culturel.

Le chapitre suivant a trait au « **Contexte géologique** ». Il se scinde en deux grands ensembles. Le premier commence à l'échelle locale par la présentation des deux coupes types servant de lecto-stratotypes et de quatre sites remarquables par leur contenu paléontologique. Ces sites stratotypiques ou remarquables permettent de donner le cadre général de la physionomie de la région au Lutétien, il y a environ 45 millions d'années. Le second ensemble présente les aspects stratigraphiques et paléogéographiques du Lutétien en France. Ces aspects suivent en premier lieu l'ordre des cycles transgression-régression, puis celui des couches repères au sein de chaque cycle (ex. : Pierre à Liards, Bancs à Verrins...). Cette présentation permet une description riche des différents éléments lithologiques rencontrés dans le bassin de Paris et plus largement en France. Elle est agrémentée de nombreuses figures montrant les différents faciès et de pas moins de huit cartes paléogéographiques illustrant de manière détaillée, le bassin de Paris, du début à la fin de l'étage (Fig. 5) Le champ de vision s'élargit progressivement, avec des cartes illustrant la paléogéographie de l'Europe méridionale et enfin du monde.

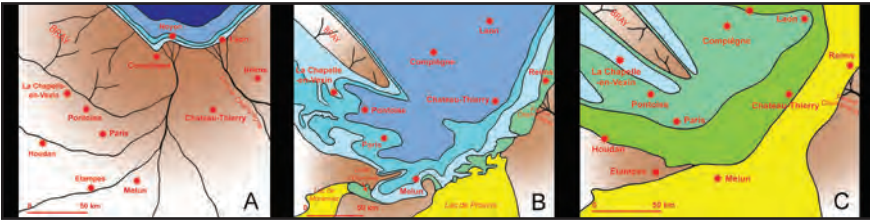


FIGURE 5. Exemple de cartes paléogéographiques montrant l'évolution du bassin de Paris pendant le Lutétien (extraits des figures 46, 55 et 64 d'après J.-P. Gély). **A** : carte du bassin de Paris au Lutétien inférieur ; **B** : carte du bassin de Paris au Lutétien moyen ; **C** : carte du bassin de Paris au Lutétien supérieur.

Le chapitre sur le « **Contenu paléontologique** » débute par un article intitulé « Collections associées » qui donne l'inventaire du matériel du Lutétien du bassin de Paris, déposé dans les collections des institutions ou des musées. A l'heure où les paléontologues et autres scientifiques prennent conscience de l'importance de la bonne conservation des collections, il a semblé nécessaire de débiter ce chapitre par les collections pour trois raisons. Premièrement, pour répondre à l'objectif de l'ouvrage qui est de valoriser le patrimoine géologique, car les collections sont des objets patrimoniaux inestimables. Deuxièmement, parce que c'est sur la base des collections que le discours sur la paléobiodiversité est fondé. En effet, ces dernières contiennent les spécimens ayant servi à l'identification et la description des espèces et parfois les types de ces mêmes espèces qui sont les étalons d'identification. Enfin, les gisements lutétiens du bassin de Paris ont fourni de nombreuses collections qui ont alimenté aussi bien les institutions françaises qu'étrangères. A la suite de cet article, 17 planches présentent des micro et macrofossiles caractéristiques de l'étage ou remarquables. Le but de ces planches est de surtout d'illustrer la diversité des plans d'organisation biologiques retrouvés au Lutétien. Ceci explique que ce nombre de planches apparaisse limité au regard de l'étonnante biodiversité lutétienne. Le lecteur trouvera aussi dans ce chapitre deux « focus » scientifiques. Ils sont destinés à montrer que le patrimoine lutétien est un patrimoine vivant et promoteur de travaux scientifiques. Le premier « focus » traite de la biodiversité lutétienne à travers deux articles. L'un fait prendre conscience de l'incroyable richesse du Lutétien puisque près de 3000 espèces sont inventoriées (Tableau 1). Cet inventaire, austère pour le public mais intéressant pour les scientifiques et les passionnés, est livré à part, dans le Cdrom de 105 pages, afin de ne pas nuire à la lecture. Le second article complète le premier en montrant que le Lutétien du bassin de Paris, avec un pic de richesse des plus élevés pour le Cénozoïque (env. 1900 espèces de mollusques), correspond à un exceptionnel « point chaud » de la paléobiodiversité marine. Le second « focus » scientifique explore les motifs colorés de coquilles lutétiennes. Les motifs des coquilles de 75 espèces de mollusques, seulement visibles à la faveur d'un éclairage sous rayonnement UV

sont illustrés dans 18 planches (Fig. 6). C'est la première fois en Europe, que les motifs résiduels d'un si grand nombre d'espèces âgées d'environ 45 millions d'années sont présentés, ce qui souligne la très grande qualité des objets contenus dans le patrimoine lutétien !

TABLEAU 1. Présentation de l'inventaire par groupe majeur (embranchement ou règne). Il souligne l'incroyable richesse du Lutétien du bassin de Paris, puisque plus de 3000 espèces y sont recensées.

EMBRANCHEMENT	Nombre d'espèces	Réactualisation	Auteur ou type de données utilisées
Règne PROTISTA			
Haptophyta	37	Oui	Dario De Franceschi
Dinophyta	37	Oui	Edwige Masure
Foraminifera	257	Non	Synthèse bibliographique (Didier Merle)
Règne ANIMALIA			
Porifera	4	Non	Synthèse bibliographique (Didier Merle)
Cnidaria	32	Oui	Christian Chaix
<i>Clade Deuterostomia</i>			
Echinodermata	73	Oui	Jean Roman
Hemichordata	1	Non	Abrard, Dollfus & Soyer
Chordata Urochordata	5	Non	Synthèse bibliographique (Didier Merle)
Chordata Chondrichthyes et Actinopterygii	150	Oui	Didier Dutheil, Hervé Lapierre & Jean Gaudant
Chordata Reptilia	9	Oui	France de Lapparent, Stéphane Jouve & Jean- Claude Rage
Chordata Mammalia	23	Oui	Emmanuel Gheerbrandt
<i>Clade Protostomia</i>			
Arthropoda Thecostraca et Malacostraca	10	Oui	René-Pierre Carriol
Arthropoda Ostracoda	78	Oui	Claude Guernet
Brachiopoda	18	Oui	Jean-Michel Pacaud
Ectoprocta (Bryozoa)	130	Oui	Pierre Moissette
Mollusca	1922	Oui	Jean-Michel Pacaud
Annelida	30	Non	Synthèse bibliographique (Didier Merle)
Règne PLANTAE			
Plantae	192	Oui	Dario De Franceschi
TOTAL	3008	-	-

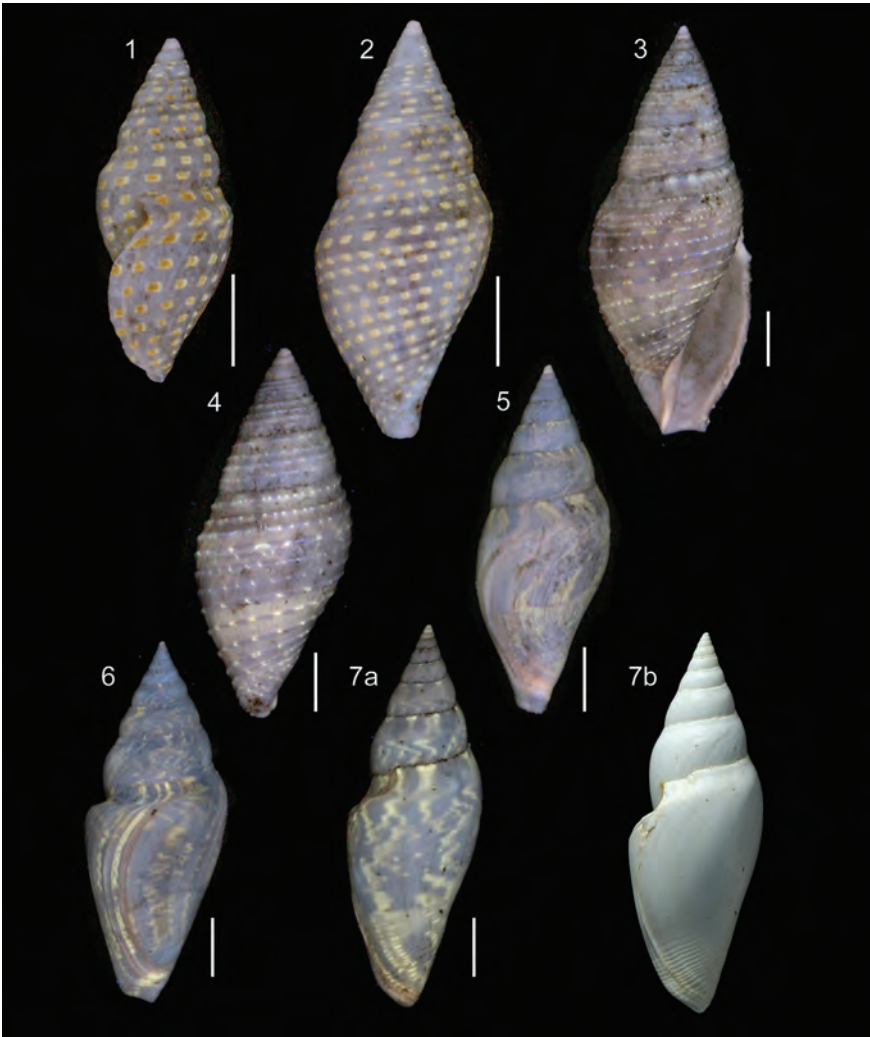


FIGURE 6. Extrait d'une planche (planche 34), montrant les motifs colorés résiduels de fossiles lutétiens. **1-2** - *Cryptoconus lineolatus* : **1.** spécimen a, vue de profil ; **2.** spécimen b, vue dorsale, MNHN A25057 (coll. Faullummel), Villiers-Saint-Frédéric (Yvelines). **3-4** - *Cryptoconus filusos* : **3.** spécimen a, vue ventrale ; **4.** spécimen b, vue dorsale, MNHN A25052 (coll. Faullummel), Châteaurouge (Oise). **5** - *Cryptoconus approximatus* : vue dorsale, MNHN A25054 (coll. Faullummel), Châteaurouge (Oise). **6** - *Cryptoconus glabratus* : vue dorsale, MNHN A25055 (coll. Faullummel), Villiers-Saint-Frédéric (Yvelines). **7a-b** - *Cryptoconus elongatus* : **7a** vue dorsale ; **7b** même spécimen en lumière naturelle, MNHN A26014 (coll. Faullummel), Villiers-Saint-Frédéric (Yvelines). Photos MNHN, P. Loubry. Échelle 5 mm.

L'avant-dernier chapitre intitulé « **Le Lutétien et l'homme** » constitue l'incontournable partie dédiée à l'exploitation de la pierre. La mer lutétienne a, en effet, déposé d'épaisses couches d'un calcaire très prisé pour la construction. Son extraction a commencé à Paris depuis l'Antiquité (Fig. 7). Quoi de mieux pour évoquer le Lutétien, puisque à l'Antiquité Paris s'appelait Lutèce ! Un premier article a trait aux techniques d'exploitation des carrières souterraines de Paris, aspect pittoresque et méconnu de cette ville. L'article suivant, indissociable du précédent, est spécialement consacré à l'utilisation de ce calcaire pour l'édification des monuments, dont certains, comme Notre Dame de Paris, sont si prestigieux (Fig. 7).

Le dernier chapitre traite du « **Patrimoine géologique** ». Un premier article en donne d'abord une vision générale (définition, protection, conservation...), tant à l'échelle nationale qu'internationale. Puis un second donne de l'état du patrimoine *in situ* du Lutétien et souligne sa fragilité actuelle (Fig. 8). Depuis un demi siècle, il

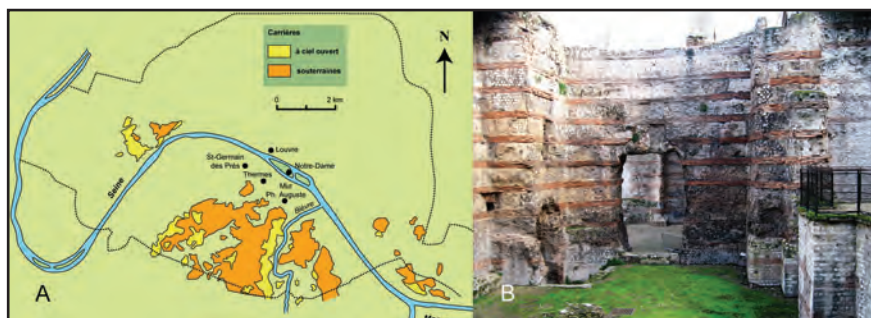


FIGURE 7. Carrières souterraines et monuments en calcaire lutétiens. **A** : plan des carrières souterraines de Paris d'après Blanc *et al.* 2000 (La surface totale des carrières représente 770 hectares) ; **B** : les Thermes de Cluny, monuments gallo-romains, photo P. de Wever.



FIGURE 8. Deux exemples de l'état du patrimoine géologique du Lutétien. **A** : fouille du Trocadero à Paris entreprise lors du creusement du nouvel aquarium en 2003, photo P. Richir; **B** : gisement épuisé de Villiers-Saint-Frédéric (Yvelines) situé dans la grande couronne parisienne, photo D. Merle. Les fouilles dans Paris et sa proche couronne ne sont possibles qu'à la faveur de grands travaux, tandis que dans la grande couronne le nombre de gisements accessibles s'amenuise dramatiquement.

subit une forte pression due à l'urbanisation de la grande couronne et aux pillages. Fait paradoxal de cette fragilité, aucun site n'est réellement protégé. Le patrimoine géologique lutétien est donc extrêmement menacé et risque de disparaître définitivement si des mesures de protection ne sont pas prises rapidement. Ce constat négatif montre bien que, malgré la prise de conscience de la nécessité de protéger le patrimoine *in situ* qui s'est faite dans les années 80, du chemin reste encore à faire pour que des mesures de protection deviennent effectives. C'est d'ailleurs l'un des buts de l'ouvrage que de favoriser la prise de telles mesures.

5. STRATÉGIE DE DIFFUSION DES CONNAISSANCES

La stratégie adoptée pour sensibiliser le public à cet ouvrage a commencé en amont par l'établissement d'un partenariat entre spécialistes de la diffusion des connaissances en sciences naturelles : 1°) les éditions Biotope, 2°) les Publications scientifiques du Muséum, 3°) BRGM éditions. A ce partenariat, se sont joints aussi des acteurs de la Recherche et de l'Enseignement qui ont contribué à différents titres (financement, moyens...). Cette combinaison a permis à la fois une réalisation d'une excellente qualité éditoriale et une large distribution de l'ouvrage. Des conférences de presse comme celles du Muséum ou du Salon du livre en 2009 ont été données pour le lancement de l'ouvrage. D'autres conférences ont suivi en France, mais aussi à l'étranger, en Italie à Rimini (Geoitalia, 2009) et en Roumanie à Bucarest et Cluj (Ateliers scientifiques franco-romains, 2007, 2008, 2009). Elles ont été relayées par d'autres couvertures publicitaires diffusées dans les magazines La Recherche, Pour la Science ou l'hebdomadaire du CNRS, ainsi que par des analyses d'ouvrage dans des revues plus spécialisées. Huit pages sur le moteur de recherche Google avec les mots-clés « Stratotype Lutétien Merle Didier » permettent ainsi de se rendre compte d'une large distribution et d'une bonne diffusion de l'information sur le web. A long terme, la stratégie doit être plus globale et tendre la création de relais entre le public et les acteurs de la recherche. La formation d'étudiants et de professeurs des écoles, de collèges et de lycées avec le thème du Lutétien constitue un excellent relais. L'expérience des Plans Académiques de Formation en Science de la Vie et de la Terre, qui sont destinés aux professeurs des lycées et collèges, a démontré la bonne fonctionnalité de l'ouvrage lors de tels stages, surtout lorsqu'ils sont associés à des démonstrations prises sur le terrain.

6. CONCLUSION

Faire connaître doit être le maître mot du géologue ou du paléontologue qui veut que son patrimoine soit protégé. Tel a été l'esprit de cet ouvrage dès sa conception. L'ensemble des participants s'est retrouvé pour faire partager leurs connais-

sances, leur savoir-faire pour tenter de rendre de la manière la plus attrayante et la plus didactique que possible ce premier-né de la collection « Patrimoine géologique ». On se gardera bien de se lancer dans des conclusions plus prétentieuses. Après tout, c'est le public qui juge et c'est vers lui que ce livre est destiné afin qu'il puisse se réapproprier ce patrimoine inestimable. Le patrimoine lutétien nous restitue une tranche de temps où le bassin de Paris était sous la mer, il y faisait chaud et la biodiversité y était exubérante. Bref, les témoins de tout ce qui fait rêver le citadin parisien, qui achète maintenant à prix d'or des voyages dans les mers tropicales, sont encore sous ses pieds ! Ils égayeraient sans doute son univers de grisaille et de béton, mais souvent il ne sait pas que de telles choses existent si près de lui...

REMERCIEMENTS

Nous tenons à remercier tout particulièrement Jean-Paul Saint Martin, Simona Saint Martin et Antoneta Seghedi pour leur invitation à l'Atelier scientifique franco-roumain *Trésors du fond des temps, Collections et patrimoine* qui s'est tenu à Bucarest en octobre 2008.

CHOIX BIBLIOGRAPHIQUE

Le lecteur trouvera ci-dessous une sélection non exhaustive de références bibliographiques importantes et/ou récentes sur le patrimoine géologique français et sur le stratotype Lutétien.

Patrimoine géologique

- ABRARD, R., 1943, L'évolution de la chaire de Géologie du Muséum national d'Histoire naturelle (leçon inaugurale faite au Muséum le 21 janvier 1943). *Bulletin du Muséum national d'Histoire naturelle*, 2^e série, section C, 15 (1), 32-55.
- BILLET, P., 1998, La protection juridique du patrimoine géologique. Inventaire d'un siècle de protection, in BRICE D. (Ed.), Actes des 1^{ères} journées régionales Nord/Pas-de-Calais du patrimoine géologique. *Annales de la Société géologique du Nord*, 28, 53-65.
- BILLET, P., 2002, *La protection du patrimoine géologique. Guide juridique*. Atelier technique des espaces naturels (ATEN), Montpellier, 148 p. (Cahiers techniques ; 67).
- DE WEVER, P., LE NECHET, Y., CORNÉE, A., 2006, Vade-mecum de l'inventaire national du patrimoine géologique. *Mémoires de la Société géologique de France*, hors série, 12, 1-162.
- 1994, Actes du premier symposium international du patrimoine géologique. Digne-les-Bains (11-16 juin 1991). *Mémoires de la Société géologique de France*, 165, 1-276.
- UNESCO, 2007, *Guidelines and criteria for national geoparks seeking Unesco's assistance to join the Global Geoparks Network*. Unesco, Paris, 10 p. (<http://www.unesco.org/science/earth/geoparks/2007guidelinesJanuary.pdf>).

Stratotype Lutétien

- ABRARD, R., 1925, *Le Lutétien du bassin de Paris : essai de monographie Stratigraphique*. Société française d'imprimerie d'Angers, Angers, 383 p.
- BLONDEAU, A., 1964, Étude sédimentologique pour un néostratotype du Lutétien, in Colloque sur le Paléogène (1962). *Mémoires du BRGM*, 28 (1), 21-26.
- BLONDEAU, A., 1965, *Le Lutétien des Bassin de Paris, de Belgique et du Hampshire*. Thèse d'État, Université, Paris, France, 467 p.
- BLONDEAU, A., 1981, Lutetian, in POMEROL C. (Ed.), Stratotypes of Paleogene stages. *Bulletin d'Information des Géologues du bassin de Paris, Mémoire hors série*, 2, 167-176.
- BLONDEAU, A., CAVELIER, C., 1962, Étude du Lutétien inférieur à Saint-Leu d'Esserent (Oise). *Bulletin de la Société géologique de France, série 7*, 4 (1), 55-63.
- CUVIER, G., BRONGNIART, A., 1832, *Coupe théorique des divers terrains, roches et minéraux qui entrent dans la composition du sol du bassin de Paris*. Clerget, Paris, 1 pl.
- GÉLY, J.-P., 1996, Le Lutétien du Bassin parisien : de l'analyse séquentielle haute-résolution à la reconstitution paléogéographique. *Bulletin d'Information des Géologues du bassin de Paris*, 34 (2), 3-27.
- GÉLY, J.-P., 2000, *Le Lutétien : une période charnière de l'histoire du Bassin parisien*, in FRÖHLICH F. & SCHUBNEL H.-J. (Eds), *Le Lutétien, la Pierre de Paris*. Muséum national d'Histoire naturelle, Paris, 14-21.
- GÉOCHRONIQUE, 2009, Dossier Lutétien, *Géochronique*, 109, 15-47.
- LAMARCK, J.-B., 1802-1809, Mémoires sur les fossiles des environs de Paris, comprenant la détermination des espèces qui appartiennent aux animaux marins sans vertèbres, et dont la plupart sont figurés dans la collection des vélins du Muséum. *Annales du Muséum national d'Histoire naturelle*, 1 [1802], 299-312, 383-391, 474-478, 2 [1803], 57-64, 163-169, 217-227, 315-321, 385-391, 3 [1804], 163-170, 266-274, 343-352, 436-441, 4 [1804], 46-55, 105-115, 212-222, 289-298, 429-436, 5 [1804], 28-36, 91-98, 179-188, 237-245, 349-357, 6 [1805], 117-126, 214-228, pls I-IV, 337-345, 407-415, 7 [1806], 53-62, 130-139, 231-244, pls V-VII, 419-430, 8 [1806], 77-79, 156-166, 347-355, 383-388, 461-469, pls XVIII-XIV, 9 [1807], 236-240, 399-401, pls XV-XX, 12 [1808], 456-459, pls XXI-XXIV, 14 [1809], 374-375, pls XXV-XXVIII.
- LAPPARENT, A. DE 1883, *Traité de géologie*. F. Savy, Paris, 1280 p.
- LAPPARENT, A. DE 1893, *Traité de géologie*. 3e éd., F. Savy, Paris, 1645 p., 2 vols.
- MERLE, D. (COORD.), 2008, Stratotype Lutétien. Collection Patrimoine géologique. Biotope Mèze, MNHN Paris, BRGM Orléans, 228 p., 1 cdrom 106 p.
- RAT, P., 1980, Introduction, in CAVELIER C. & ROGER J. (Eds), *Les étages français et leurs stratotypes*. *Mémoires du BRGM*, 109, 3-5.

POUR UN MUSÉE VIVANT, LE MUSÉE NATIONAL DE GÉOLOGIE DE L'INSTITUT GÉOLOGIQUE DE ROUMANIE

Antoneta SEGHEDI, Mădălina NAILIA

Institut National de Géologie et Géoécologie Marine, 23-25 rue Dimitrie Onciul, Bucarest, Roumanie

Abstract. Considering that a modern museum has to fulfill the expectations of its visitors, in the fall of 2006, the National Museum of Geology from Bucharest changed its strategy and launched various interactive programs, exhibitions and events. The paper presents the development of the public and leisure programs of the museum during fall of 2006 – spring of 2009, as well as the exhibitions and events organized, that spectacularly changed the statute of the museum, from completely unknown in 2006 to a museum situated among the first 10 most appreciated museums in Bucharest for the quality of their hands-on programs.

Key words. Museum strategy, public programs, leisure programs, exhibitions, Earth Sciences week, Museums night

1. INTRODUCTION

Le Musée National de Géologie a été aménagé entre 1985-1990 dans le bâtiment historique de l'Institut Géologique de Roumanie, un monument architectural construit par l'architecte Victor Ştefănescu (Fig. 1). Après le déplacement du personnel de l'Institut en 1973 vers un autre emplacement, dans le bâtiment de la rue Kiseleff no. 2, ne sont restés que les collections de l'Institut et un personnel peu nombreux qui en avait la garde. Le projet de créer un Musée de Géologie a été soutenu par le ministre de géologie de cette époque là, Ioan Folea, qui a trouvé des ressources dans tout le pays, en mobilisant les institutions géologiques pour accomplir ce grand projet. Pour un période de cinq ans, les chercheurs de l'Institut ont travaillé à coté des architectes et des artistes pour achever le musée qui a été inauguré en 1990 (Fig. 2). Les échantillons qui peuvent être admirés dans les salles du musée proviennent des collections historiques de l'Institut, les autres ont été donnés par les chercheurs et géologues, employés ou non de l'Institut Géologique de Roumanie. D'autres échantillons représentent des dons effectués par les institutions minières.



FIGURE 1. Le bâtiment du Musée National de Géologie, monument architectural.

Marcian Bleahu, le premier directeur de l'institution, a conçu le musée comme un livre de géologie aménageant l'espace d'exposition pour illustrer les principaux domaines des Sciences de la Terre. À l'origine, le musée contenait 24 places d'expositions permanentes disposées dans les anciens bureaux, dans les salles de collections et sur les couloirs du bâtiment. Le rez-de-chaussée abritait des expositions de minéralogie, pétrographie magmatique, pétrographie sédimentaire, de pétrographie métamorphique et de minerais. Au rez-de-chaussée, dans l'ancienne Salle des Collections, a été aménagée la merveilleuse exposition Fleurs de mines qui contient des minéraux et des associations de minéraux d'une beauté remarquable provenant des principales mines du pays, en particulier de la région minière de Maramureș. Les thèmes de la dynamique externe, les grottes, le sel et l'extraction du sel, ont été présentés dans les couloirs du musée. Le premier étage logeait les expositions suivantes : Paléontologie, Paléobotanique, la vie au Précambrien, le Paléozoïque, le Mésozoïque et le Cénozoïque, la mer Noire, les gisements non métallifères. Les couloirs ont été complétés avec de petites expositions sur les fossiles et les processus de fossilisation, les traces fossiles, l'évolution des groupes d'organismes, les structures sédimentaires, la tectonique et le volcanisme (Figs. 3, 4). Le deuxième étage abritait une salle pour les eaux minérales, qui a été ensuite supprimée parce qu'elle était située loin du parcours de la visite. L'exposition de Géologie de Roumanie, présentant les principales unités structurales-tectoniques du pays, a été aménagée au demi sous-sol dans une grande salle. L'espace limité du sous-sol



FIGURE 2. L'ouverture officielle du Musée en 1990. De gauche à droite: Ioan Folea, Adrian Moțiu, Petre Roman, Gelu Voican Voiculescu et Ion Iliescu dans la salle de pétrographie magmatique.



FIGURE 3. La tectonique des plaques dans le couloir de l'étage, près de la salle de la vie Mésozoïque (à l'origine Bibliothèque de l'Institut Géologique).



FIGURE 4. Exposition de la tectonique au premier étage, sur la théorie du Ludovic Mrazec concernant la formation des plis diapiriques.

a été destiné à l'exposition de minéraux fluorescents. La style de présentation du musée a été très utile pour les cours et la pratique soutenus sur place par les professeurs de la Faculté de Géologie, de l'Université Écologique de Bucarest, nouvellement créée après 1989. Malheureusement, après le départ de Marcian Bleahu, qui avait également apporté l'exposition très connue de dinosaures animés, le musée est entré dans une zone d'ombre. Les règles de visite ont été alors assez sévères et le musée a été très peu fréquenté pendant près de 9 ans. En 2003, sous la direction de Paul Constantin, le musée a rouvert ses portes au public et les visites pendant le week-end ont été permises. En août 2006, Antoneta Seghedi a été nommée directrice de musée. Dans la même période le musée a employé son premier chargé des relations publiques, Mădălina Nailia.

Bien que le Musée de Géologie soit devenu entre temps un musée national, les visiteurs étaient encore peu nombreux. Après une analyse du concept d'exposition et des attentes du public, après une documentation sérieuse sur les problèmes auxquels se confronte un musée (Hopper-Greenhill, 1994 ; Gheorghe et Mastan, 2005 ; Heine, 2005 ; Marstine, 2006), une nouvelle mission a été rédigée et une stratégie pour attirer les visiteurs a été mise au point. Pour accomplir cette mission l'équipe du musée, composée des assistants de recherche et des chercheurs dans le domaine de la paléontologie et de la minéralogie, a développé tout son effort. Les relations publiques et la communication ont joué un rôle clé dans le développement et la promotion du musée.

Cette contribution présente les mesures prises pendant deux ans et demie pour faire d'un musée presque méconnu et peu visité par le public un musée vivant qui a commencé d'organiser des programmes éducatifs pour les écoles et jardins d'enfants, des expositions temporaires et des différents événements culturels.

2. PROGRAMMES ÉDUCATIFS

La promotion des sciences de la terre, la sensibilisation sur les différents domaines de la géologie et l'éducation géologique représentaient les principaux objectifs du Musée National de Géologie. Pour remplir ces objectifs, à l'automne de 2006, l'équipe du musée a commencé à élaborer des programmes éducatifs pour les écoles et les programmes de loisirs. Depuis 2007, des activités de loisir ont été organisées pendant l'été, des expositions temporaires, et diverses autres manifestations, en partenariat avec les écoles et autres institutions. Au début de 2007, un atelier a été aménagé au demi-sous-sol du musée et a été décoré d'une fresque de Mesosaurus réalisée par Nicoleta Anițai. Les murs du couloir qui mène à l'atelier ont été décorés avec des dessins de dinosaures réalisés par Bogdan Imurluc, étudiant à la Faculté des Beaux-Arts. Plus tard, au rez-de-chaussée du musée ont été aménagés une salle de conférence et le café Museo.

Le premier programme d'éducation mis au point en septembre 2006 a été « La Terre pour les petits enfants », programme mensuel de leçons interactives et d'ateliers sur des thèmes géologiques pour les enfants des écoles primaires. Chaque mois, le programme commençait par une visite dans une salle d'exposition du musée (Fig. 5), suivie d'un atelier interactif sur le thème de l'exposition visitée. De cette façon, l'équipe du musée a réussi à communiquer aux élèves les concepts de base de la géologie. Le programme a pris fin en juin 2007 avec la présentation des modèles réalisés par les élèves à l'école (Fig. 6). Les programmes d'éducation mis au point en 2007 et 2008 ont inclus « La Terre, la Troisième Planète du Soleil », « Dynamique de la Terre », « La Terre avant et après les Dinosaures » et « Laboratoire du temps Géologique ».

3. LES PROGRAMMES PUBLICS

« L'Ère des dinosaures », un programme élaboré pour l'année scolaire 2006-2007, a eu lieu dans 10 ateliers sur divers sujets liés aux dinosaures: l'apprentissage sur les dinosaures, la fête des dinosaures carnivores, les dinosaures végétariens, des reptiles volants, les dinosaures plongeurs, sang de dinosaure, les dinosaures et leurs ennemis, des empreintes de dinosaures, comment et pourquoi les dinosaures ont disparu. Beaucoup d'élèves ont participé à ce programme, y compris les jardins d'enfants privés, grâce aux activités pratiques inédites. Le programme a pris fin avec « Le Carnaval des Dinosaures » et les prix ont été décernés pour les meilleures réponses aux questions géologiques et pour les costumes les plus originaux (Fig. 7).

Les écoles d'été ont commencé en 2007 avec l'atelier « Chercheurs d'or », dirigé par Monica Ghenciu et Milan Miroslav Raşcov. L'atelier comprenait trois modules: comment récolter de l'or dans les alluvions, l'utilisation d'ornements en or au fil du temps et la chasse de l'or dans les galeries du musée (Figs. 8-10). En Juillet 2007 a eu lieu l'atelier de Créativité dirigé par Lidia Tănase où les enfants ont étudié et modélisé les dinosaures et les animaux qui ont vécu à la même période que les dinosaures (Fig. 11). L'atelier de T-rex a été conçu et réalisé par Nicoleta Aniţai et les enfants ont beaucoup appris sur ce prédateur très bien connu et ils lui ont dédié des dessins, des dioramas et des compositions (Fig. 12).

4. EXPOSITIONS TEMPORAIRES

Le Musée National de Géologie a organisé sa première exposition temporaire en 2004 quand le musée a été invité à apporter sa contribution pour réaliser le premier projet d'exposition dédié au pays du Haţeg. Chaque musée impliqué dans ce projet commun, le Musée d'Histoire Naturelle Grigore Antipa, le Musée du Paysan Roumain et le Musée National de Géologie, a organisé durant la même période une exposition dédiée au pays de Haţeg, chacun respectant son domaine d'activité.



FIGURE 5. La visite du Musée dans le programme « La Terre pour les petits enfants ».



FIGURE 6. « L'océan primaire », une des ouvrages présentés à la fin du programme « La Terre pour les petits enfants ».



FIGURE 7. La remise du prix pour la plus original costume à l'occasion du Carnaval des dinosaures, à la fin du programme «L'Ère des dinosaures » en Juillet 2007.



FIGURE 8. « Chercheurs d'or », atelier d'été, la première journée – récolter de l'or.



FIGURE 9. « Chercheurs d'or » – bijoux d'or.



FIG 10. « Chercheurs d'or » – Monica Ghenciu et Milan Miroslav Raşcov accompagnant les enfants dans les salles du musée en cherchant des trésors cachés.



FIGURE 11. Les enfants forment des animaux dans la salle atelier avec la jolie fresque du Mesosaurus.



FIGURE 12. Un élève présente son ouvrage avant de la remise des diplômes pour l'atelier du T-rex.



FIGURE 13. La décoration du hall du musée pour l'exposition le « Pays du Buzău – l'histoire de la Terre » avec des symboles de la patrimoine naturel de la région: l'image 3D d'une écoulement de boue et d'un scorpion.

En 2006 a été organisée une petite exposition des minéraux provenant de la région de Maramureș. En 2008, a eu lieu une autre exposition commune entre les trois musées déjà mentionnés, consacrée cette fois-ci à la région de Buzău. Le Musée National de Géologie a préparé une exposition complexe « Le territoire de Buzău – l’Histoire de la Terre », exposition consacrée au sel, aux volcans de boue et aux grottes Aluniș-Bozioru, et une exposition d’artistes de Buzău (Fig. 13).

En 2007 a été ouverte l’exposition itinérante « Forêt verte – Forêt noire; comment voulez vous votre planète? », d’après une idée originale de Simona Saint Martin. L’exposition proposait de sensibiliser le public à la beauté et la fragilité du monde végétal de la planète (Fig. 14). Après la période d’exposition dans le Musée de Géologie, « Forêt verte – Forêt noire; comment voulez vous votre planète? » a été abritée par le Musée de Minéralogie de Baia Mare.

À la fin de Septembre 2008 a été inaugurée l’exposition « Trésors du Fond des Temps » projet cofinancé par l’Ambassade de France en Roumanie. A cette occasion, le Musée National d’Histoire Naturelle de Paris a fait don de 15 moulages de fossiles rares pour le Musée de Géologie, qui ont été présentées dans l’exposition (Fig. 15). L’exposition a été complétée par un module, « Le couloir des couleurs », mettant en valeur la fluorescence des coquilles de mollusques fossiles. A l’occasion de l’ouverture de cette exposition ont été organisés des tables rondes et un symposium pour les spécialistes. Les événements ont visé la sensibilisation du public sur l’importance des documents paléontologiques et en particulier l’importance



FIGURE 14. Exposition « Forêt verte – Forêt noire », image représentant un décor de la forêt verte.



FIGURE 15. Moulages de fossiles rares, don de Musée National d'Histoire Naturelle de Paris pour le Musée de Géologie à l'occasion de l'exposition « Trésors du Fond des Temps »; **a**, conservation exceptionnelle des parties molles d'un exemplaire de pieuvre fossile jurassique de La Voulte (France); **b**, fossilisation exceptionnelle d'un exemplaire de libellule avec l'empreinte des ailes du gisement jurassique du Solenhofen (Allemagne); **c**, empreinte exceptionnelle de poisson du fameux gisement éocène de Monte Bolca (Italie).

des collections naturalistes nécessaires à la compréhension de l'évolution passée, présente et à venir de la biodiversité sur notre planète. L'exposition a réuni pour la première fois en Roumanie, des spécimens fossiles très rares, provenant des collections historiques du Musée National de Géologie, de l'Université de Bucarest (Laboratoire de Paléontologie) et du Musée National d'Histoire Naturelle de Paris. L'ouverture de l'exposition a été suivie d'une session scientifique consacrée aux questions de patrimoine paléontologique. Dès novembre 2008 à avril 2009, le Musée National de Géologie a présenté au public l'exposition itinérante « Fossil Art » (Fig. 16), apportée de l'Université de Tübingen et réalisée par le professeur Dolf Seilacher, une exposition des traces fossiles de tous les coins du monde, exceptionnellement préservées, considérées plutôt comme des objets d'art que des sujets géologiques.

5. ÉVÉNEMENTS

En octobre 2006 le Musée National de Géologie a abrité la première édition de la Semaine de la Géologie, un événement traditionnel dans les pays occidentaux et aux États-Unis. Pendant cette semaine ont été organisées, chaque jour, des conférences pour le public. Les titres attractifs ont ainsi rempli les salles du Musée de Géologie: « Les fossiles, conservatoire de la biodiversité », « Le monde microscopique de l'eau : les diatomées », « Les grottes de Roumanie », « Pourquoi la tour de Pise est penchée? », « Les plages en péril ? ».

Le Musée National de Géologie a participé à partir de 2006 à la Nuit des Musées, événement organisé sous le patronage du Conseil Européen. La « Nuit Mésozoïque », mise en scène en mai 2007, par l'équipe du musée a accueilli les visiteurs avec une ambiance de l'époque mésozoïque : la reconstruction d'un dinosaure volant, *Hatzegopteryx thambema*, a été placée au milieu du hall central du musée (Fig. 17). Les couloirs décorés avec des plantes exotiques suggéraient une atmosphère préhistorique et une silhouette de dinosaure féroce était profilée sur la porte de la salle Fleurs de mines. Les acteurs de la troupe de théâtre Dell'Arte habillés en chasseurs, dispersés parmi les invités, ont provoqué beaucoup de surprise avec leurs improvisations. Pendant la nuit, les enfants ont participé aux ateliers d'origami reliés bien sûr avec le sujet de la nuit: les dinosaures.

En mai 2008, la « Nuit de l'Inde » a inclus: une exposition de photo « Les Sculptures Monolithiques », une conférence publique « Le Mont Sacré d'Inde » prise en charge par Antoneta Seghedi et une exposition d'Art Culinaire Indien.

L'événement dédié aux géoparcs: « La Semaine des Géoparcs », a eu sa première édition en 2007, appelée « Géodiversité et biodiversité dans les aires protégées » (Fig. 18). L'événement, organisé avec l'aide de l'Université de Bucarest et Romsilva, a réuni les participants des 22 parcs nationaux et naturels, le géoparc des dinosaures du pays du Hațeg.



FIGURE 16. L'exposition itinérante « Fossil Art » réalisée par Dolf Seilacher, aménagée en octobre 2008 sur le couloir du premier étage du musée.



FIGURE 17. Une reconstruction d'un reptile volant de Hațeg – *Hatzegopteryx thambema*, réalisée par Dan Grigore et Lidia Tănase, ouvre ses ailes dans la Nuit Mésozoïque, événement organisé en 19 mai 2007.



FIGURE 18. Le musée a abrité pour la première fois l'événement « La Semaine des Géoparc » en mai 2007.

En mai 2008, à l'occasion de la Semaine des Géoparc, le musée a organisé des ateliers pour les enfants dirigés par Cristina Ghineț et Valentin Paraschiv, de l'équipe éducative du musée. Des conférences dédiées aux aires protégées de Roumanie ont été prises en charge par Alexandru Andrășanu de l'Université de Bucarest, par Antoneta Seghedi, directrice du musée et par Monica Ghenciu et Valentin Paraschiv, chercheurs du musée. Pour cet événement, dans la Journée nationale de l'enfant, a été organisée une excursion au site fossilifère de Soslănești, dirigée par Dan Grigore (Fig. 19, 20).

La période entre 2007 et 2008 a été déclarée au niveau mondial l'Année Internationale de la Planète Terre et a été célébrée par le Musée de Géologie qui a abrité l'exposition "Pour une santé ambiante" réalisée dans le cadre du projet l'École des Arbres qui a impliqué le travail des élèves de 40 écoles de Bucarest (Fig. 21). Le principal partenaire de ce projet a été l'Institut National de Géologie et GéoÉcologie Marine – GeoEcoMar. Museo Café, cafétéria du Musée de Géologie, a également abrité des expositions de photos et a organisé beaucoup d'événements culturels-artistiques. Le musée a été aussi impliqué dans des projets philanthropiques. En 2008, l'équipe éducative du musée a organisé "La Hotte du Père Noël", collecte de jouets pour les orphelins.



FIGURE 19. Quelques fossiles attirent les enfants sur l'affleurement pendant l'excursion du premier juin à Suslănești.



FIGURE 20. Les enfants regardent attentivement chaque morceau de roche dans le site du Suslănești, en cherchant des fossiles de poissons.



FIGURE 21. Lancement de l'Année Internationale de la Planète Terre au Musée de Géologie.

6. CONCLUSIONS

Un musée moderne est constamment renouvelé afin d'attirer le public et de satisfaire à ses besoins spirituels et culturels. Les attentes du public du XX^{ème} siècle sont très différentes de celles du public des années 80, lorsque le Musée National de Géologie a été organisé. Non seulement à l'étranger, mais aussi en Roumanie, les expositions cherchent à être plus attractives et la plupart interactives en raison d'une exigence élevée du public.

Pour expliquer le domaine complexe et aride de la géologie, dans un musée statique comme est actuellement le Musée National de Géologie, des programmes interactifs, ainsi que des événements nouveaux et inhabituels contribuent à compenser les lacunes de la conception du musée et des expositions trop confuses dans certaines salles. Pratiquement inconnu au grand public à l'été 2006, le musée atteint après seulement deux ans, la 6^{ème} place dans le classement des musées de Bucarest. À l'automne 2008, les programmes éducatifs du musée ont été proposés pour le prix décerné par la Société Roumaine de Radiodiffusion, dans la catégorie Éducation. Le Musée National de Géologie a remporté le prix dans la catégorie Éducation, décerné par la Société Roumaine de Radiodiffusion, au printemps 2010, en raison de sa vision sur le rôle d'un musée.

REMERCIEMENTS

Nous remercions l'équipe du Musée National de Géologie des années 2006-2008 impliquée dans les programmes et les activités éducatifs. Nous remercions nos bénévoles, Alexandra Şeclăman et Mihai Furnică, puis les étudiants, aussi bien que madame Ozana Ruegg, pour le dévouement avec lequel ils nous ont aidés à accomplir les ateliers de Mărtişor. Nos plus chaleureux remerciements vont à toutes les personnes qui ont contribué à la création d'une ambiance de travail harmonieuse dans le musée. Nous avons le plaisir d'adresser des vifs remerciements aux collaborateurs qui ont été près de nous dans notre mission de promotion du patrimoine géologique. Le professeur Dr. Jean Paul Saint Martin et Dr. Simona Saint Martin ont déployé beaucoup d'efforts dans l'organisation des Ateliers scientifiques Franco-Roumains et ils ont eu l'amabilité de corriger la version française de cet article.

BIBLIOGRAPHIE

- GHEORGHE, D. M., MASTAN, B., 2005, Ghid de bune practici. Tehnici creative, Bucuresti: Vane-monde, 58 p.
- HEINE, G. E., 2005, Learning in the museum, Oxon: Routledge, 216 p.

HOOPER-GREENHILL, E., (ED.), 1994, *The educational role of the museum*, London: Routledge, 346 p.

MARSTINE, J. (ED.), 2006, *New museum theory and practice. An introduction*, Oxford: Blackwell Publishing, 332 p.

L'ÉDUCATION PAR LES MUSÉES : VERS LE DÉVELOPPEMENT DURABLE ?

Brigitte SENUT

*Muséum National d'Histoire Naturelle, Département Histoire de la Terre, UMR 7207 CNRS, Centre de Recherche sur la Paléobiodiversité et les Paléoenvironnements, CP 38, 8 rue Buffon, 75005 Paris, France
bsenut@mnhn.fr*

Abstract. Museums are often regarded as conservative, but they are also places for research and dissemination of knowledge. Their educational role can not be neglected, especially in the field of palaeontology. We record here the experience of field research, undertaken in cooperation with Uganda, Kenya and Namibia. The palaeontological discoveries made with citizens of each of these countries have been accompanied by training in the field or abroad and the creation of local museums and exhibitions. They are places of transmission of knowledge and education that directly reach people.

Key words. Prehistory, Africa, museums, exhibitions, transmission of knowledge

1. INTRODUCTION

Les musées sont souvent considérés comme des conservatoires, mais ce sont aussi des lieux de recherche et de diffusion des connaissances, très largement visités par les groupes scolaires ou les étudiants. Leur rôle éducatif ne peut donc pas être négligé, spécialement en paléontologie. Ce sont aussi des sources de vocations naturalistes. Qui n'a pas été impressionné dans sa jeunesse par des ammonites, des troncs fossiles, des squelettes de dinosaures ou de mammoths, sans parler de Lucy et de nos origines ? La vie préhistorique intéresse le grand public, comme en témoigne la fréquentation de nos institutions à l'occasion des fêtes de la science, de conférences, d'ateliers où nous devons souvent refuser du monde. Si ces interactions sont fortes dans les pays occidentaux, que se passe-t-il dans les pays émergents ? La situation est très inégale en fonction des pays. Certains possèdent des musées fort bien organisés et largement visités par les touristes, d'autres plus modestes, en raison de ressources plus limitées ou du fait qu'ils sont moins valorisés. Mais il reste essentiel de comprendre qu'aujourd'hui les travaux de recherche dans les pays émergents ne peuvent être réalisés que dans le cadre de partenariats avec les populations locales.

Depuis 1985, avec mon équipe de terrain, nous nous sommes engagés dans des coopérations avec l'Ouganda, le Kenya et la Namibie. Les découvertes réalisées avec des citoyens de chacun de ces pays ont été accompagnées de formations sur le terrain ou à l'étranger et la création de musées locaux ou d'expositions. Ce sont des lieux de transmission des connaissances et d'éducation qui touchent directement les populations. Le savoir a été transféré à l'extérieur du continent pendant plusieurs décennies, mais aujourd'hui il y a une réelle appropriation locale de ces patrimoines, qui sont aussi l'objet de fierté, qui ne peut être que bénéfique pour la préservation et la transmission de ces derniers.

2. LE CAS PARTICULIER DE LA PALÉONTOLOGIE

En géosciences et en particulier en paléontologie, la récolte de spécimens s'effectue sur des terrains en général communaux, privés ou autres. Si dans les pays occidentaux, l'accès à ces terrains et au matériel est assez bien réglementé et facile, la situation est toute autre dans les pays émergents, liée en grande partie à une histoire géopolitique particulière.

Au XIX^{ème} et dans une partie du XX^{ème} siècle, les chercheurs ont largement prospecté et fouillé, récoltant des spécimens paléontologiques qui, très souvent, repartaient vers les pays occidentaux et rien ou peu de choses restait dans les pays concernés. Ces travaux étaient effectués dans le cadre de grandes explorations dont le but principal était économique, mais aussi scientifique. Les découvertes allaient enrichir les collections des musées des pays développés. Aujourd'hui, ce temps est révolu : les pays s'approprient leur patrimoine et développent leurs propres centres culturels, dans le cadre aussi de partenariats.

Toutefois, avec le développement, un autre problème s'est fait jour. Les travaux de terrain s'effectuent le plus souvent dans des endroits peu fréquentés, isolés des capitales ou des grands centres économiques où les restes fossiles découverts sont généralement transférés et gérés dans des musées nationaux. Dans ces institutions, l'accès aux spécimens est facilité pour les chercheurs internationaux et, dans certains cas aujourd'hui, pour des chercheurs locaux, mais cet accès est souvent difficile voire impossible pour les gens qui vivent près des gisements. En effet, se déplacer a un coût, et même lorsque les gens arrivent à rallier le musée national, ils n'ont pas accès aux fossiles car ce ne sont pas des scientifiques. Le patrimoine échappe donc aux populations locales qui, dans nombres de cas, ont été marginalisées ; engendrant des sentiments de frustration, exacerbés lors de la médiatisation de découvertes dont celles-ci sont souvent exclues. Or, ce sont ces populations locales qui sont les gardiennes du patrimoine qui leur est refusé, tout comme l'éducation. Car, même si dans les discours politiques, il est clairement établi que l'éducation doit être accessible à tous, ce n'est pas toujours le cas dans les zones

reculées tout comme la formation universitaire encore plus centralisée et qui, elle aussi, a un coût. Or l'éducation est un droit comme en témoignent les articles 26 et 27 de la déclaration des droits de l'homme.

La responsabilité du scientifique est aujourd'hui engagée : le savoir est universel et son transfert est une nécessité et un devoir vis-à-vis de la société.

3. L'ÉDUCATION EN SCIENCES : BÂTIR L'AVENIR

En paléontologie, une partie incontournable de la recherche est réalisée sur le terrain où sont collectés les fossiles qui seront ultérieurement étudiés au laboratoire.

3.1. Le terrain : le premier aspect de la formation

Sur le terrain, les travaux sont effectués en étroite collaboration avec des institutions et populations locales, ce qui peut faciliter l'obtention des permis de recherches, mais permet aussi l'intégration aux communautés dans des régions souvent déshéritées. L'aspect financier n'est pas négligeable, car en embauchant des villageois lors de chaque expédition, leur niveau de vie s'améliore. En effet, non seulement les salaires de quelques personnes en font vivre plusieurs dizaines, mais il y a aussi l'amélioration des accès aux gisements qui facilite les contacts entre les différents villages ou hameaux, et permet aussi aux enfants de rejoindre plus facilement les écoles (il n'est pas rare qu'ils doivent encore faire 5 à 10kms à pied). Mais aussi, lors de grandes sécheresses, l'aide alimentaire peut être véhiculée jusqu'aux écoles ou aux centres éloignés des villes, grâce aux pistes que nous construisons et que nous améliorons d'année en année. Dans des régions isolées, comme dans le Rift occidental au milieu des années 1980, il n'y avait pas de chemins permettant de rejoindre les gisements fossilifères miocènes des rives du lac Albert. La première expédition a été effectuée grâce à des portages de plusieurs dizaines de kilomètres. En 1988, nous avons construit la première piste d'accès au lac qui a facilité les échanges entre les paysans qui cultivaient les fruits et légumes au sommet des collines, pour les échanger contre des poissons séchés, auprès de gens qui vivent en bordure du lac (Fig. 1A).

Le travail de terrain permet de former quelques personnes aux recherches des paléontologues : apprendre à prospecter pour repérer des indices de fossiles, évaluer leur potentiel pour décider d'effectuer une fouille. C'est à ce moment que l'on se familiarise avec le type de sédiments que l'on peut éventuellement retrouver dans la région et quelquefois grâce aux villageois qui se souviennent avoir vu des terres de même couleur ou de même aspect, apportant ainsi un complément non négligeable au travail du géologue. Toute une série de techniques sont ensei-

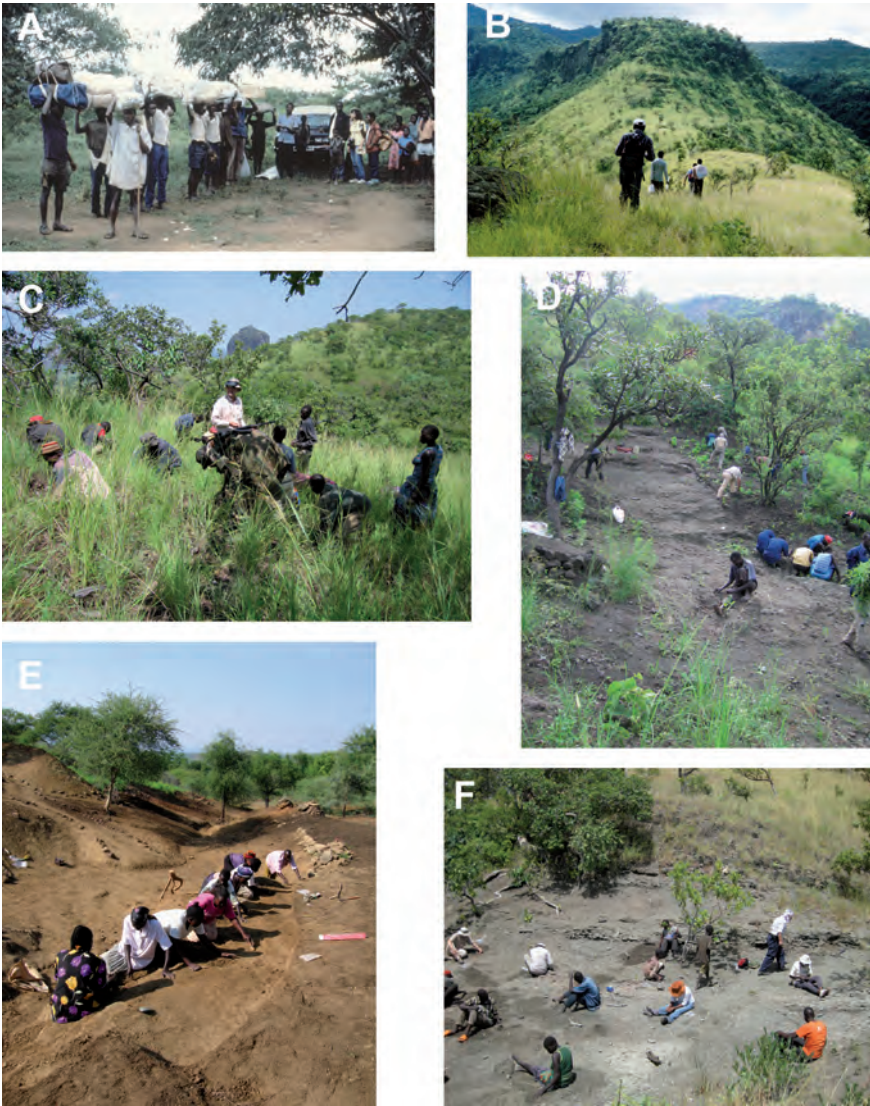


FIGURE 1. **A.** Portage dans le Rift occidental ougandais pour accéder aux sites fossilifères au bord du Lac Albert (automne 1986). **B.** Prospection sur les pentes du volcan Miocène inférieur de Napak en Ouganda (juin 1985). **C.** Prospection sur les pentes du volcan miocène de Napak (Karamoja, Ouganda) (août 2008). **D.** Après identification d'une zone à exploiter, il faut désherber et désempierrer, comme ici à Napak XV, site Miocène inférieur ougandais (août 2008). **E.** La fouille peut alors commencer, comme ici à Kapsomin au Kenya après la découverte d'*Orrorin tugenensis* (août 2005). **F.** Prospection et fouille du site Miocène inférieur de Napak IV en Ouganda (août 2009).

gnées, comme celles de la fouille, de l'établissement de plans, de moulages, de restauration, de conservation, etc. (Fig. 1B-F, Fig. 2A-G).

Par ailleurs, des formations sont réalisées sur le terrain au niveau universitaire, tout comme au niveau scolaire (Fig. 3A-B).

Le travail se poursuit au campement avec le tri des rebuts des fractions plus fines de tamisage et leur identification ; le dégagement fin, le catalogage, le moulage, etc. (Fig. 3C-H).

Dans le sud de la Namibie, les travaux sont effectués en collaboration avec la Namdeb et le Geological Survey of Namibia. Les travaux de terrain nécessitent quelquefois une logistique assez lourde, comme à Arrisdrift (site fossilifère de la base du Miocène moyen) en raison des ensablements importants et des dépôts extrêmement durs. Cette collaboration permet de sensibiliser les ouvriers aux fossiles et il n'est pas rare qu'un employé en signale la présence permettant ainsi de conserver des spécimens exceptionnels provenant de l'activité minière (Fig. 4A-B).

C'est dans ce cadre que nous formons petit à petit sur le terrain des personnes qui pourront, à leur tour, transmettre leurs connaissances dans les langues locales (Fig. 4C). Des formations ont aussi été engagées en France grâce à l'aide de nos ambassades des pays concernés, que ce soit au niveau technique ou scientifique ; et là, nous essayons de favoriser les collaborations entre universités locales et françaises et/ou européennes.

En 2006, dans le cadre d'un programme éducatif du Lycée de l'Arc à Orange « Sur les traces d'*Orrorin* », un groupe d'une vingtaine de jeunes de terminale accompagnés de plusieurs de leurs professeurs sont venus dans les Collines Tugen visiter les gisements paléontologiques. Ce fut l'occasion de rencontrer les écoliers de Rondinin auxquels les jeunes ont remis des fournitures scolaires, des T-Shirts qu'ils avaient achetés grâce à l'argent qu'ils avaient récolté par diverses activités (fabrication et vente de biscuits, par exemple) (Fig. 4D-F). De plus, l'association Soroptimist (branche féminine du Rotary Club) d'Avignon a souhaité apporter une aide directe à l'école. L'argent remis a permis d'améliorer la maternelle (enfin les enfants pouvaient avoir un sol en ciment et une porte qui ferme), de remplacer les portes de différentes classes, d'améliorer les charpentes souvent abîmées par les termites, acheter des bancs et construire des toilettes décentes. Enfin, cette aide a aussi permis de construire une classe supplémentaire en plein-air (Fig. 4G-I).

3.2. Le laboratoire: des formations spécialisées

La formation à l'étranger permet aussi l'apprentissage de techniques spécialisées dans les grands musées comme au Muséum National d'Histoire Naturelle à Paris où a été réalisé l'apprentissage au dégagement à l'acide ou au micro-graveur des fossiles et au moulage en résine. Certains stages plus spécialisés nécessitent la présence d'un scientifique comme le tri des résidus de tamisage des fractions fines



FIGURE 2. **A.** Relevé des coordonnées pour la réalisation du plan de fouilles à Kapsomin (Kenya), gisement Miocène supérieur (août 2005). **B.** Dans certains gisements, comme ici à Moroto II (Ouganda), le sol est tellement pauvre en fossiles, que la fouille serait peu rentable; la récolte de petits mammifères ne peut s'effectuer qu'en tamisant. On prélève alors le sédiment en fonction du niveau stratigraphique (août 2006). **C.** Tamisage à sec pour la recherche de petits fragments de faune dans la ravine de Kapsomin au Kenya (6 Ma). Le sédiment tamisé est conservé jusqu'à l'année suivante, car il renferme des petites boules d'argile qu'il faut défloculer. Ceci se fera naturellement grâce à l'érosion naturelle (août 2003). **D.** Tamisage à sec sur le site Miocène moyen à Moroto I (Karamoja, Ouganda), où ont été récoltés des restes d'*Afropithecus* (août 2009). **E.** Le tamisage à sec est souvent complété par un tamisage à l'eau. Préparation pour le tamisage à l'eau dans la rivière Nakiloro (Karamoja, Ouganda). **F.** Tamisage à la rivière Nakiloro (Karamoja, Ouganda). **G.** Tri des rebuts de tamisage à l'eau à Moroto (Karamoja, Ouganda)



FIGURE 3. **A.** Un étudiant kenyan s'initie à la sédimentologie (août 2004). **B.** Les élèves de l'école locale n'hésitent pas à venir s'initier à la fouille dès la fin de l'école (août 2001). **C.** Tri des résidus de tamisage. **D.** Dégagement au camp (octobre 2005). **E.** De retour au campement après les prospections et/ou les fouilles, il faut recoller et identifier les restes fossiles avant de les enregistrer. **F.** Vérification du matériel et des catalogues avant le transport vers le lieu de conservation au Kenya. **G.** Au campement à Nkondo dans le Rift occidental (Ouganda) où sous la tente sont effectués les travaux en commun. **H.** Cours de mise à niveau de moulages aux jeunes qui ont été formés en France.

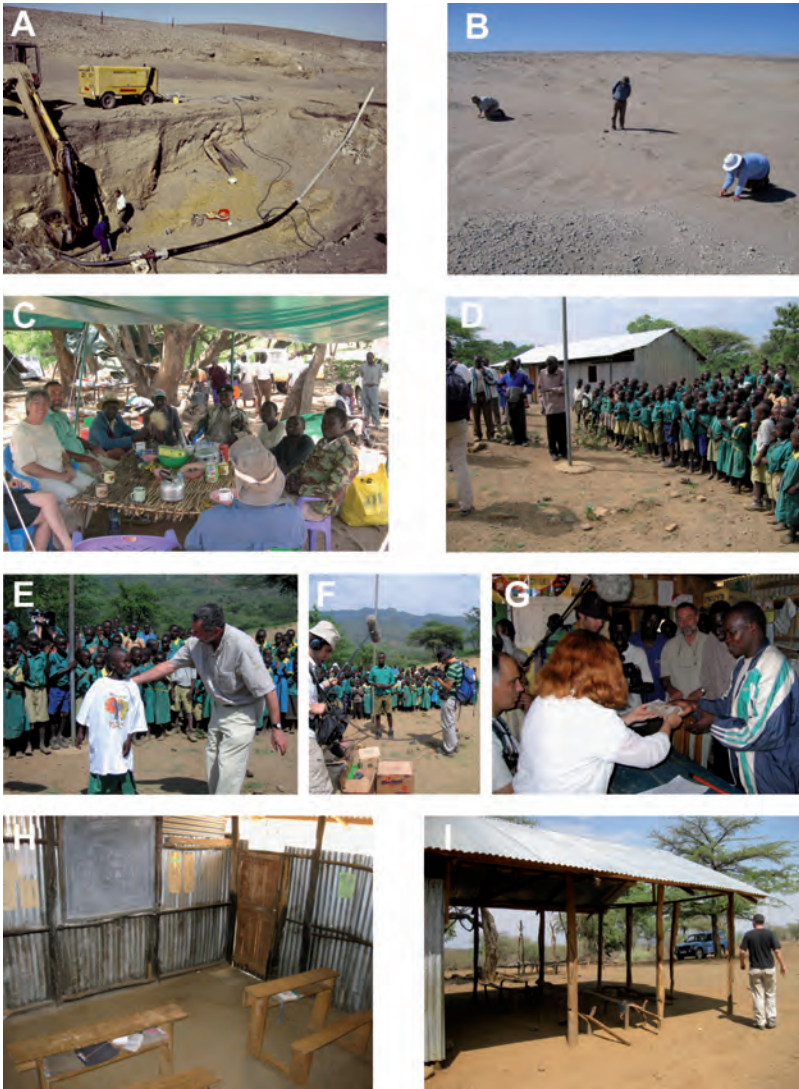


FIGURE 4. **A.** La proche collaboration avec la compagnie Namdeb en Namibie a beaucoup aidé sur le terrain, comme ici à Arrisdrift où nous avons pu étendre la zone de fouilles dans un méandre Miocène moyen de la rivière Oranje. **B.** Autre technique de fouilles dans le désert de Namib (à quatre pattes au sol) pour repérer les restes de micromammifères préservés dans les terrains Miocène inférieur. **C.** Au campement de Rondinin, nous accueillons le conseil d'éducation des locations de la région, pour discuter de l'aide que nous pouvons apporter aux enfants des écoles. **D.** Rassemblement des enfants dans la cour de l'école à Rondinin. **E.** Remise du premier T-Shirt « Sur les traces d'*Orrorin* ». **F.** Remise des lots de fourniture qui sont reçues par un des écoliers de grande classe à Rondinin. **G.** Remise de l'aide des Soroptimist au Directeur de l'École de Rondinin. **H.** Classe dont le plancher a été cimenté, les poteaux traités contre les insectes et la porte remplacée : de meilleures conditions d'étude. **I.** Extension d'une classe en plein-air

sous binoculaire ou la gestion des collections qui ont été réalisés à l'Université de Lyon sous la houlette du responsable des collections et d'un collègue paléontologue (Fig. 5).

Par ailleurs, des formations scientifiques de plus longues durées au niveau 3^{ème} cycle et thèse ou des stages de gestion de collections sont également réalisées. Tous ces échanges sont possibles grâce aux bourses obtenues avec l'aide des services de coopération de nos ambassades dans les pays concernés. Il est à noter qu'en Ouganda, par exemple, tous les jeunes avec qui nous avons travaillé et ont eu des formations sont actuellement en poste dans le milieu scientifique ougandais.

A côté de ces enseignements, nous essayons de faciliter la participation des jeunes à des programmes d'études africains comme l'African Programme in Museum and Heritage Studies en Afrique du Sud.



FIGURE 5. A. Apprentissage du dégagement au micro-graveur sur un crâne de Colobinae fossile de 6 Ma. B. Crâne avant dégagement. C. Crâne après dégagement

4. LE MUSÉE : DES EXPÉRIENCES VARIÉES ET UN PARI SUR L'AVENIR

4.1. L'intérêt des musées

Il est de notre devoir de laisser quelque chose après notre départ : d'où l'idée de monter des expositions, de créer des musées pour le besoin éducatif local. C'est une façon d'apporter la connaissance directement auprès des communautés, et le lien fondamental entre le public et le musée est le chercheur qui fournit l'information scientifique.

„Le musée est une institution permanente, sans but lucratif, au service de la société et de son développement, ouverte au public et qui fait des recherches concernant les témoins matériels de l'homme et de son environnement, acquiert ceux-là, les conserve, les communique et notamment les expose à des fins d'études, d'éducation et de délectation. (...)” (ICOM)

Cependant, pour exposer, il faut raconter un discours qui doit être respectueux des connaissances scientifiques, mais également des croyances locales. Ainsi dans certains pays, où on ne peut pas parler d'évolution, il faut être extrêmement vigilant à ne pas blesser les coutumes. On parlera alors de transformations, de changements. Généralement, les explications sont bilingues, anglais-français, car nous tenons à maintenir et promouvoir la francophonie (même en pays anglophone), et lorsque cela est possible, les langues locales sont utilisées, ainsi dans le Musée de Kipsaraman au Kenya, les textes sont en kiswahili, en anglais et en français. Ce qui n'est pas toujours facile d'un point de vue muséographique. C'est pour cela que les textes sont en général précis et courts, mais apportent assez d'informations pour comprendre les photos, les plans, les cartes et les spécimens exposés.

Aujourd'hui, les fossiles récoltés sont conservés dans les institutions locales ; ils peuvent être exportés pour étude pour de courtes périodes, mais ils viennent enrichir les collections nationales des pays concernés.

4.2. En Namibie : le Musée du Namibia Geological Survey

À la demande des namibiens, notre équipe a réalisé la partie paléontologique au Musée du Geological Survey of Namibia à Windhoek, la capitale du pays. La Namibie est un des pays d'Afrique où la séquence paléontologique est une des plus complètes du Protérozoïque au Quaternaire. Nous y avons particulièrement développé les vitrines consacrées aux travaux effectués sur le Néogène du pays, mais toutes les époques sont représentées depuis le Protérozoïque jusqu'au Quaternaire (Fig. 6). Un livret-guide a été publié par le Geological Survey of Namibia.

4.3. Au Kenya : Un concept original lancé par les communautés locales

Les Kenyans ont décidé que le système centralisé de monopole des Muséums hérités de l'époque coloniale n'a pas servi les communautés locales. C'est ainsi qu'en 1999, le Community Museums of Kenya, une ONG, était créée et enregistrée par le gouvernement kenyan pour « apporter les musées aux gens » complétant le système classique. Pour remplir les buts du CMK, un changement dans la politique de recherche a été introduit dans le pays. Aujourd'hui, les scientifiques qui veulent mener des recherches de long terme dans le pays doivent participer au développement local en termes de capacités humaines et d'infrastructures. Un nouveau concept de « décentralisation scientifique et éducative » s'est fait jour et la philosophie du projet est donc de contribuer, grâce aux sciences naturelles, à la conservation des patrimoines naturels, au développement de la culture et donc de l'économie locale, ce qui est aussi la motivation de l'Association « Sciences Sans Frontières », dans laquelle plusieurs paléontologues sont impliqués.



FIGURE 6. Le Musée du Namibia Geological Survey. **A.** La salle d'exposition paléontologique comporte une vingtaine de vitrines et des reconstitutions d'animaux préhistoriques. **B.** Crâne et squelette d'*Erythrosuchus africanus* provenant du Mésozoïque de la région d'Omingonde. **C.** Présentation d'une vitrine consacrée aux dunes fossiles du désert de Namib. **D.** Vitrine dédiée aux activités biologiques (bioturbations) fossiles dans le désert. **E.** Les dépôts diamantifères de la Sperrgebiet sont particulièrement riches en restes de tortues géantes et mammifères du Miocène inférieur. **F.** Dans cette vitrine consacrée au gisement d'Arrisdrift (17,6 Ma) situé dans un méandre fossile de la rivière Oranje, les nombreux restes fauniques récoltés ont permis à une artiste naturaliste, Christine Marais, de reconstituer le paysage. Un squelette partiel de ruminant (*Orangemeryx*) a pu être remonté et une reconstitution en a été faite par un dessinateur espagnol (Mauricio Antón). **G.** Crâne d'un Proboscidien (*Eozygodon morotoensis*) provenant des dépôts de Miocène inférieur de la mine d'Auchas dans la Sperrgebiet (zone interdite diamantifère). Ce crâne a été expulsé en un énorme bloc de 416 kgs lors d'un dynamitage dans la mine. Il fut transporté au Muséum à Paris pour dégagement et est placé en bonne place dans l'exposition à Windhoek. C'est le seul crâne complet de ce genre.

La construction du Musée de Kipsaraman

Près des gisements fossilifères des collines Tugen, il a fallu construire l'infrastructure du musée. Ce fut toute une aventure. La bâtisse, érigée entre les deux guerres mondiales et qui représente un exemple de l'architecture « Mabati » de la période, faisait partie d'un complexe hôtelier de Nairobi et dont le gérant souhaitait se séparer pour aménager une piscine. Ce bâtiment historique apparaissait tout à fait approprié pour accueillir un musée. Nous avons pu l'acheter à moindre coût, il fut démonté et transporté à près de 250 kms à Kipsaraman et remonté en 1 an et demi au sommet des collines Tugen et à 6 kms en surplomb des sites fossilifères qui ont livré des restes d'hominidés bipèdes de 6 millions d'années. Le site présente l'avantage d'offrir une vue exceptionnelle sur la vallée du rift, mais également le terrain, dont la superficie permet d'envisager un développement sur place d'une autre structure ou l'aménagement d'un circuit « nature » dans le futur.

Des financements et des aides diverses ont été obtenus de plusieurs institutions, de ministères, etc. : Ministère des Affaires Etrangères, Muséum National d'Histoire Naturelle, Collège de France, CNRS, Ambassade de France à Nairobi, Crédit Agricole Indo-Suez (Kenya), Commercial Bank of Kenya, Bamburi Cement Company (Kenya), Michelin, Kenya, Caixa de Barcelona (Espagne).

La figure 41 permet de visualiser les différentes phases de construction du musée de Kipsaraman.

L'aménagement du Musée

Le musée a été construit pour sensibiliser les gens à la conservation des patrimoines actuels et fossiles. Il a été conçu en deux parties : la première héberge une exposition sur panneaux donnée par le Muséum National d'Histoire Naturelle à Paris et explique la biodiversité ; elle est complétée par quelques animaux naturalisés présents encore dans la région et quelques problèmes liés à la surexploitation de la nature ou encore l'introduction d'espèces invasives et leur impact sur la vie locale. La seconde partie raconte dans une quinzaine de vitrines l'histoire géologique et paléontologique des 20 derniers millions d'années de la région. Les principales découvertes sur les faunes et les flores du Néogène local et notamment celles d'*Orrorin tugenensis* (un hominidé de 6 MA) sont exposées.

L'aménagement a été réalisé assez rapidement en une quinzaine de jours aux mois de mars-avril 2002. Les textes et les photos avaient été préparés à l'avance à Paris et à Nairobi et plastifiés (une protection efficace et nécessaire contre les insectes).

Pour certains fossiles importants, des moulages avaient été réalisés à l'avance sur place et à Paris. Tous les fonds de panneaux de l'exposition et les socles pour les spécimens ont été préparés par l'équipe sur le campement de Rondinin à 6 kms en contrebas des collines Tugen. Un véritable défi compte-tenu des conditions



FIGURE 7. Phases de construction du musée de Kipsaraman. **A.** Mars 2001. **B.** Eté 2001. **C.** Eté 2001. **D.** Eté 2001. **E.** Novembre 2001. **F.** Début 2002. **G.** Mars 2002. **H.** Vue de la partie arrière du musée où, de la véranda, on peut admirer le rift (avril 2002).

climatiques : il fallait stocker les plaques de bois dans un endroit relativement sec (les tentes) et surtout ne pas salir ou taillader les tissus (des cotons locaux). Ce fut un apprentissage long car apprendre à préparer des coins d'équerre, habiller de tissu tendu, agraffer n'a pas été chose facile et tout ce travail s'effectuait au sol sur de grandes bâches. Tout cela fut ensuite transporté dans nos pick-ups à Kipsaraman. Près d'une heure de voyage sur une piste chaotique en maintenant tant bien que mal les panneaux tout en évitant les épines des acacias... Arrivés au Musée, les textes et les photos ont été cloués sur les panneaux et positionnés dans les vitrines où la pose de verres épais est venue compléter les travaux (Fig. 8).

L'inauguration

Le Musée de Kipsaraman a été inauguré le 16 avril 2002 en présence de notre ambassadeur au Kenya, du Député local, de représentants de notre ambassade et du Muséum National d'Histoire Naturelle à Paris. Ce fut un moment chaleureux et festif, car c'était une réalisation de la communauté (Fig. 9A-D).

Un complément au Musée : le laboratoire paléontologie à Ngenyin

Depuis 2009, nous poursuivons nos travaux dans les collines Tugen en coopération avec une organisation pour le développement basée sur la communauté locale créée par les Tugen à l'initiative d'anciens boursiers de l'ambassade de France, l'OCO (Orrorin Community Organisation). Dans ce cadre, et en complément du Musée de Kipsaraman, un petit laboratoire de stockage, de dégagement et d'étude des fossiles vient d'être construit à Ngenyin sur un terrain donné par la communauté locale. Terminé en octobre 2009, le bâtiment de 20m environ de long sur 4m de large et 2m de hauteur est une bâtisse traditionnelle, dont on sait qu'elles ont une longue durée de vie, adaptée au climat local, et également à l'économie locale (Fig. 9E-G).

Le bâtiment se trouve sur un terrain d'un hectare qui permet éventuellement d'agrandir (Fig. 9I).

Vers une autre formation : le Geo-Park à Bartabwa

Dans le cadre d'une coopération avec l'Université d'Egerton, une partie de la région de Bartabwa, près de Ngenyin sera utilisée pour former des étudiants en géologie et paléontologie. 3 km² d'affleurements de badlands qui renferment toute une série d'exemples pédagogiques de structures et phénomènes géologiques (failles, plissements, paléosols, niveaux lacustres, coulées de lave, coulées de boue, fossiles etc...) permettront d'étudier les géosciences en direct. La formation se fera en contact direct dans la nature et suscitera, nous l'espérons, des vocations paléontologiques universitaires. Ce « Geo-Park » est en fait, un musée naturel (Fig. 10).



FIGURE 8. Aménagement du musée de Kipsaraman. **A.** Vue de la partie sur la protection de la biodiversité. **B.** Pour la partie paléontologie, 15 vitrines ont été aménagées avec les matériaux locaux. **C.** Une vitrine est consacrée aux méthodes de travail. **D.** Vitrine consacrée à la Formation de Lukeino (6Ma). **E.** Dans cette vitrine sont exposés les restes d'*Orrorin tugenensis*, hominidé de 6 Ma provenant des Collines Tugen. On y évoque la découverte, les fouilles, l'anatomie et la reconstitution de l'environnement. **F.** Une vitrine fait le lien entre les légendes locales et la paléontologie. Ces os trouvés à Cheboit appartiennent au pied d'un chalicothère, appelé *Chemositia tugenensis*. Le nom *Chemositia* vient d'une légende kalenjin qui a trait à une bête sauvage nommée "Chemosit". Cette histoire a donné naissance au mythe de l'ours de Nandi.



FIGURE 9. **A.** Vue de l'entrée du Musée de Kipsaraman, juste avant l'inauguration. **B.** L'inauguration du Musée le 16 avril 2002 par l'Ambassadeur de France et les dignitaires locaux a attiré une foule nombreuse et colorée. **C.** Un peu de bousculade lors de l'ouverture, car tout le monde se précipitait en même temps ! Mais aussi la fierté des ouvriers de montrer à leurs proches, à leurs amis ce qu'ils avaient réalisé. **D.** Les femmes avaient ressorti les vêtements traditionnels qu'elles n'avaient pas portés depuis longtemps. En fait, certains enfants n'avaient jamais vu leurs mères ou leurs sœurs les abhorrer. **E.** Vue générale du laboratoire de Ngenyin début août 2009. Le bâtiment est construit avec les normes locales qui permettent une maintenance plus efficace. **F.** Le toit en cours de réalisation au début août 2009. Noter la fabrication qui permet de maintenir la fraîcheur en période chaude et protège des pluies. **G.** Au début du mois d'août 2009, le sol n'était pas encore fini à notre départ. En raison du manque d'eau, il n'était pas possible de faire les ciments. **H.** Le laboratoire de paléontologie à Ngenyin en phase finale de construction. **I.** Vue générale du terrain à Ngenyin où on distingue au centre, le laboratoire et la piste qui y mène

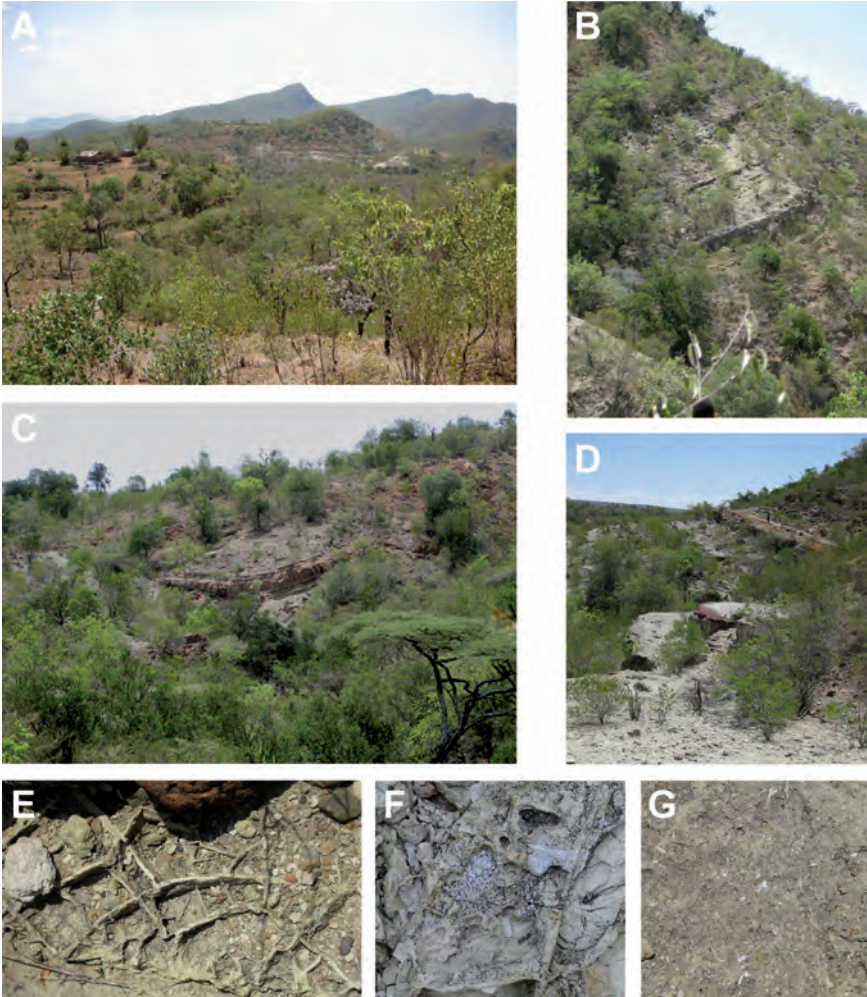


FIGURE 10. Le Geo-Park de Bartabwa. **A.** Vue générale de la région du Geo-Park à Bartabwa (photo prise du laboratoire de Ngenyin). **B.** Un endroit idéal pour étudier la stratigraphie. **C.** L'école de terrain abordera des aspects de géologie structurale. **D.** Pente nord du Geo Park qui montre la succession des couches sédimentaires. **E.** Les fentes de dessiccation dans des niveaux lacustres vieux de 12,5 Ma environ permettent d'aborder la sédimentologie. **F.** La région est riche en restes fossiles comme en témoigne ces os de poisson pris dans des fentes de dessiccation. **G.** Niveau riche en fossiles permettant une approche de la paléontologie.

4.4. Les premières réalisations : l'exemple ougandais

A l'Uganda Museum de Kampala, fut inaugurée en 1992 une grande salle franco-ougandaise permanente de 15 vitrines sur la paléontologie du Rift occidental exposant les travaux effectués en collaboration avec l'Uganda Geological Survey & Mines Department d'Entebbe, l'Université de Makerere, le Musée de Kampala et notre équipe. Elle est consacrée à l'évolution de la paléodiversité dans le Rift occidental ougandais et à partir des différents groupes végétaux et animaux familiarise le public avec les reconstitutions des milieux, en évoquant les changements climatiques, mais aussi avec la biostratigraphie, l'histoire des systèmes hydrographiques, les datations, l'archéologie. Cette salle, complètement rénovée en 2007 est toujours beaucoup visitée par les écoles et les étudiants de l'université de Makerere à Kampala et maintenant de plus en plus par les touristes (Fig. 11A-F).

En 2000, nous avons mis en place une petite exposition « Ancêtres » qui traite de l'évolution de grands singes et des plus anciens hominidés. Dans les vitrines, les découvertes ougandaises sont matérialisées par un drapeau qui permet de montrer l'importance du patrimoine ougandais dans notre histoire (Fig. 11G-H).

Une nouvelle réalisation : le Musée de la culture Karimojong à Moroto

L'idée de créer un musée à Moroto est venue des représentants de cette ville, capitale du Karamoja. En 2003, nous avons rencontré les élus locaux qui se souciaient du fait que les jeunes ne connaissaient rien de leur culture, suite à l'aculturation forcée des années 1970 (époque d'Amin) et qui nous demandaient de les aider à monter un Musée local. Nous en avons longuement discuté avec le responsable de l'Uganda Museums à Kampala et nos représentants à l'ambassade de France à Kampala. L'idée a germé petit à petit et en 2005 un site a été reconnu sur les pentes inférieures du Mont Moroto dans la Moroto Forest Reserve pour établir le bâtiment. En 2007, le terrain était alloué. En 2008, les travaux commençaient grâce à l'aide d'un fonds de développement de l'ambassade de France à Kampala. Le bâtiment a été terminé en 2009 et la piste d'accès à partir du centre de Moroto a été améliorée (Fig. 12). Aujourd'hui, les vitrines sont en cours de commande et nous préparons les expositions qui seront montées à l'été 2010. La partie paléontologique permettra aux gens locaux de se familiariser avec l'histoire ancienne de leur région. Ainsi, plusieurs vitrines seront consacrées aux volcans miocènes, à la formation des gisements paléontologiques, les changements climatiques dans la région au cours du temps et l'histoire des grands singes fossiles et leur apport à la compréhension des origines et de l'évolution des hominoïdes (hommes compris).

Ce programme a une bonne lisibilité locale pour la coopération franco-ougandaise comme en témoigne le panneau indicateur à Moroto (Fig. 12B).



FIGURE 11. L'Uganda Museum de Kampala. **A.** La vitrine des mammifères fossiles rénovée en 2007. **B.** Remise en état des quinze vitrines de paléontologie. **C.** Montage des vitrines : préparation des encadrements. **D.** La salle de paléontologie en cours de préparation en 1992. **E.** Bloc-diagramme expliquant simplement les changements d'environnements et du système hydrographique. **F.** Montage d'un squelette de Rhinocerotidae provenant des gisements de Napak. **G.** Vue générale des vitrines consacrées aux « Ancêtres ». **H.** Détail de la vitrine concernant les grands singes du Miocène inférieur.



FIGURE 12. Le Musée de la Culture Karimojong à Moroto. **A.** Vue générale du site. **B.** Signalisation du site de construction : le programme de coopération a une bonne lisibilité locale. **C.** Le bâtiment en août 2008. **D.** Le bâtiment en août 2008. **E.** Le Musée de la Culture Karimojong terminé (août 2009)

5. LES PUBLICATIONS SCIENTIFIQUES ET LA DIFFUSION DES CONNAISSANCES

Tous les travaux, effectués en collaboration avec les institutions locales, ont donné lieu à de nombreuses publications en collaboration, mais aussi de nombreux articles de vulgarisation.

5.1. Les publications scientifiques

Dès les premiers travaux en Ouganda, nous avons publié en collaboration avec les collègues locaux et, notamment en 1993, la première monographie sur la géologie du Rift occidental ougandais (Fig. 13A), grâce au Centre d'Informations et d'Echanges Géologiques d'Orléans (CIFEG). Des retombées inattendues ont eu lieu en 2009 et début 2010. Il s'avère que des poches de pétroles ont été découvertes dans le lac Albert et que cette publication est largement diffusée et utilisée par les compagnies pétrolières et les experts. Ce qui montre que former des géologues et des paléontologues dans les pays émergents n'est pas une vaine entreprise, même si les résultats obtenus ne sont pas rentables immédiatement.

Les géologues de l'Université d'Egerton au Kenya, en raison de leur difficulté à publier dans des revues internationales si les papiers ne sont pas co-signés avec des scientifiques anglo-américains ont décidé de créer leur propre revue électronique avec diffusion des articles en PDF via le site Web de l'université. Elle comprend un comité éditorial international. Notre aide a consisté à mettre en relation les demandeurs avec le bureau qui délivre les enregistrements ISSN à Paris. La première monographie sur les Collines Tugen y a été publiée à la demande des kenyans qui désirent que les travaux réalisés dans leur pays soient publiés localement et accessibles aux scientifiques locaux et internationaux. Ceci est également important car cela favorise les relations avec les scientifiques locaux et éventuellement facilitera l'obtention des permis de recherche en collaboration (Fig. 13B).

Cette initiative a intéressé les scientifiques de l'Uganda Museum à Kampala et une revue sur la géologie et la paléontologie de l'Ouganda a vu le jour à l'automne.

5.2. La diffusion des connaissances

La diffusion des connaissances est fondamentale localement, mais elle l'est tout autant au niveau international pour faire connaître les patrimoines locaux.

Il est ainsi nécessaire d'associer aux expositions dans les musées des documents imprimés car ils servent de support et peuvent être conservés par les visiteurs. En Namibie, un livret sur la paléontologie du pays, sponsorisé par le SCAC de l'Ambassade de France en Namibie et publié par le Geological Survey of Namibia, permet de se familiariser avec les fossiles du pays dont les plus anciens datent de près de 800 millions d'années (Fig. 13C). En Ouganda, un fascicule accompagnant l'exposition permanente de paléontologie a été édité grâce au soutien de l'Alliance Française de Kampala (Fig. 13D). De nombreux autres articles dans des quotidiens, des guides touristiques sont parus et de nombreuses interviews donnés en collaboration avec nos collègues africains.

Par ailleurs, des expositions itinérantes permettent de promouvoir dans le monde les patrimoines locaux des pays où nous travaillons : ainsi, une exposition itinérante sur panneaux réalisée en partenariat entre le Ministère des Affaires

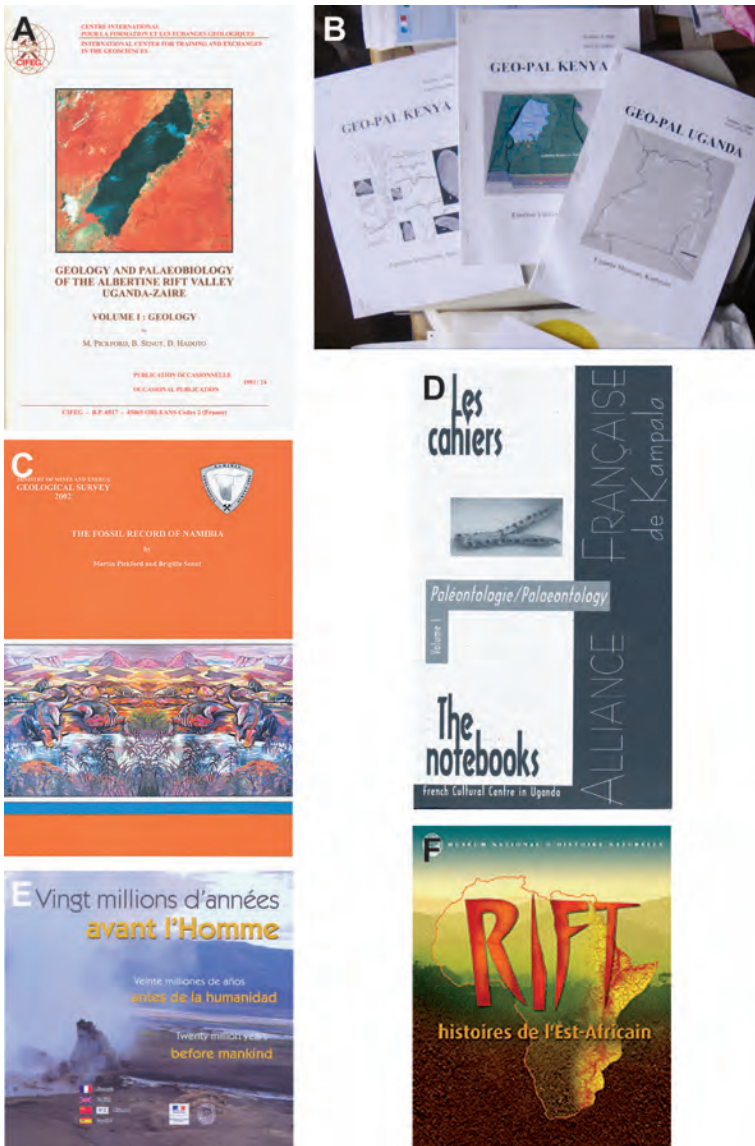


FIGURE 13. **A.** Première monographie sur le Rift occidental ougandais. **B.** Premiers exemplaires des revues en ligne kenyanne et ougandaise. Grâce à cette initiative, les scientifiques locaux, notamment les jeunes doctorants pourront diffuser leurs données plus facilement et de manière plus indépendante tout en respectant la qualité scientifique grâce aux comités de lecture. **C.** Publication sur le patrimoine fossile de la Namibie en lien avec le musée du Geological Survey of Namibia. **D.** Couverture du livret-guide de la salle de paléontologie de l'Uganda Museums à Kampala. **E.** Couverture du CD de l'exposition itinérante réalisée en partenariat entre le Ministère des Affaires Etrangères et le Muséum National d'Histoire Naturelle. **F.** Invitation à l'inauguration de l'exposition « Rift » au Muséum National d'Histoire Naturelle.

Etrangères et le Muséum National d'Histoire Naturelle à Paris sur l'évolution des grands singes et les origines de l'homme a largement voyagé dans le monde et un exemplaire en est visible au Musée de Kipsaraman au Kenya. Cette exposition a été gravée sur CD en français, anglais, chinois et espagnols (Fig. 13E). Une autre exposition itinérante consacrée au « Rift » sous tous ses aspects (géologie, paléontologie, ethnographie, cultures, géographie) a vu le jour dans le cadre d'une autre collaboration entre le Muséum National d'Histoire Naturelle et le Ministère des Affaires Etrangères (Fig. 13F). Ce fut encore l'occasion de promouvoir l'héritage géologique et paléontologique africain. Un ouvrage publié avec l'IRD et le Muséum National d'Histoire Naturelle est sorti début 2010.

6. CONCLUSIONS

Les travaux de recherches dans les pays émergents ne peuvent plus être dissociés d'une action éducative à tous les niveaux, du grand public aux universitaires en passant par les écoliers. Le musée est un lieu de transmission des savoirs, mais aussi un lieu d'échanges (on y organise souvent des conférences ou des débats). Faire connaître son patrimoine et la valeur scientifique de celui-ci est un moyen de le préserver car il y en a une véritable appropriation par les locaux. Ce patrimoine devient un réel moyen d'éducation de tous. Les travaux de terrain avec des scientifiques intégrés à la vie locale permet de mieux saisir les besoins de l'aide à la vie quotidienne comme la construction de pistes d'accès aux gisements, qui rendent, de fait, les communications plus faciles entre les gens, mais aussi jouent un rôle crucial dans l'apport de nourriture dans les zones les plus reculées lors de grande sécheresse ou de famine. Tout cela peut aider au développement touristique de certaines régions et donc au développement économique local. Par ailleurs, l'aide à la formation de terrain pour les étudiants ou à la publication scientifique sont des aides pour les pays émergents de gagner une certaine « indépendance » et de faciliter les échanges scientifiques non seulement locaux (qui sont primordiaux), mais aussi internationaux. Le chercheur de terrain est un ambassadeur de la science dont le devoir est de transmettre au monde son savoir. Aujourd'hui, dans les pays émergents, son rôle est certainement encore plus fondamental et il doit s'impliquer plus fortement dans l'aide au développement, car même un paléontologue est un citoyen du monde.

REMERCIEMENTS

Sont remerciés : Muséum National d'Histoire Naturelle, Collège de France, CNRS, le Ministère des Affaires Etrangères (Commission des Fouilles archéologiques à l'étranger), les ambassades de France au Kenya, en Ouganda et en Namibie, le

Geological Survey of Namibia, la National Heritage Council of Namibia, NAMDEB, l'Uganda Museum à Kampala (Ouganda), UNCST (Ouganda), Ministry of Science and Technology, le CMK et l'OCO au Kenya. Des remerciements tout particuliers vont aux membres des équipes de terrain (scientifiques et civils), aux communautés locales et à leur implication pour que le développement par la culture scientifique devienne réalité. Enfin, merci à Dominique Gommery, Loïc Ségalen et Martin Pickford qui m'ont fourni quelques photos pour l'illustration de cet article.

RÉFÉRENCES

- PICKFORD, M., SENUT, B., HADOTO D. 1993, The Geology and Palaeobiology of the Albertine Rift Valley, Uganda-Zaire. Vol. 1: Geology, *Pub. Occ. CIFEG*, 24, 1-190.
- PICKFORD, M., SENUT, B., 2002, The fossil record of Namibia. Geological Survey of Namibia, Windhoek, 39 pages (bilingue Anglais-Français)
- SENUT, B., PICKFORD, M., (EDS.), 1994, The Geology and Palaeobiology of the Albertine Rift Valley, Uganda-Zaire. Vol. 2 : Palaeobiology, *Pub. Occ. CIFEG*, 29, 424 p.
- SENUT, B., PICKFORD, M., 1992, Présentation des recherches paléontologiques françaises en Ouganda et guide de l'exposition permanente du Musée National de Kampala. *Les Cahiers de l'Alliance Française de Kampala*, 1. Paléontologie, 41 p. (Fascicule bilingue Français-Anglais).
- GEO-PAL KENYA, ISSN 2076-8001, Editeur en chef: Prof. Jude M. Mathooko, Université d'Egerton, Kenya
- GEO-PAL UGANDA ISSN 2076-5746, Editeur en chef: Ezra Musiime, Uganda Museum, Kampala.
- VINGT MILLIONS D'ANNÉES AVANT L'HOMME (2004) CD-Rom (MAE / MNHN), Direction : Jean-Philippe Reyftmann, Brigitte Senut, Martin Pickford & François Bouvier (français, anglais, chinois, espagnol).

LE RÔLE DES ASSOCIATIONS DE MÉDIATION SCIENTIFIQUE ET DE VALORISATION DU PATRIMOINE GÉOLOGIQUE ET PALÉONTOLOGIQUE, INTÉRÊT ET LIMITES

Jean-Paul SAINT MARTIN¹, Simona SAINT MARTIN¹, Antoneta SEGHEDI², Madalina NAILIA²

¹ *Muséum National d'Histoire Naturelle, Département Histoire de la Terre,
Centre de Recherches sur la Paléobiodiversité et les Paléoenvironnements (CR2P)
UMR 7207 du CNRS, 8, rue Buffon, CP 38, Paris, France, jpsmart@mnhn.fr*

² *Institut National de Géologie et Géoécologie Marine,
23-25 rue Dimitrie Onciul, Bucarest, Roumanie*

Abstract. The role of NGOs in valorizing and promoting the geological heritage is discussed by comparing the activities of two such organizations: Association GéoBiota from France and Association GeoD for Promoting Geodiversity from Romania. Analyzing the objectives of these associations, as well as their achievements and difficulties, it results that despite the political declarations revealing the preoccupation for the future of Planet Earth, small organizations have to face great difficulties when they want to carry on their projects related to environmental protection and education, and that they often can accomplish their projects only through their own determination and funding.

Key words. Promoting geological heritage, increasing awareness on natural heritage, educational projects, exhibitions

1. INTRODUCTION

Depuis quelques décennies, on assiste à un relatif désintérêt des étudiants pour certaines disciplines scientifiques dont les géosciences. Médiatisation, vulgarisation et encouragement à la protection du patrimoine apparaissent donc aujourd'hui comme une des voies pour assurer à la géologie, et la paléontologie, une place parmi les disciplines visibles et, éventuellement, appréciées par le public. Parmi les acteurs indispensables au transfert des savoirs autres que les médiateurs institutionnels, les associations peuvent jouer un rôle important, à la fois de relais et de proximité.

En France, dans le domaine des Sciences de la Terre, les associations de médiation scientifique ou de protection du patrimoine sont nombreuses, réparties sur l'ensemble du pays. Elles sont, pour une partie, adossées à un établissement spécialisé (musées de statuts et de tailles variés, réserves géologiques, géoparcs, parcs naturels) ou une institution (universités, collectivités locales et régionales...) et proposent diverses activités de médiation (Cayla *et al.*, 2010). D'autres associations regroupent des amateurs dont les activités s'orientent souvent également vers les fouilles et les collections privées.

En Roumanie, l'expérience de telles associations est récente et a débuté après la révolution (1990). La majorité de ces organisations non gouvernementales ont comme objectif la protection de l'environnement en général, et particulièrement de la biodiversité. Il existe très peu d'associations qui assurent la promotion des Sciences de la Terre et surtout du patrimoine géologique ou de la géodiversité. La première association a été initiée à la chaire de Paléontologie de l'Université de Bucarest – Association pour la protection de l'environnement géologique – et a mobilisé les étudiants de la Faculté de Géologie et Géophysique, autour des cadres didactiques, à élaborer des documents de promotion de la géologie et du patrimoine géologique. En Roumanie, la protection du patrimoine géologique entre dans les attributions des administrations ou des responsables des aires protégées, pour lesquels l'intérêt primordial est la protection de la biodiversité. La protection et la conservation du patrimoine géologique est une priorité uniquement pour quelques géoparcs qui ont dans leur administration un personnel géologique dont, par exemple, le Géoparc des Dinosaures dans le pays de Hațeg, le Géoparc de Buzău ou le Géoparc Perșani.

Toutes ces associations, quels qu'en soient les objectifs, les qualités et le rayonnement, concourent à diffuser auprès du public un message quant au passé et au devenir de la planète, en général dans le cadre du concept de développement durable. Il nous est donc apparu intéressant de confronter les expériences d'une association française (GéoBiota) et d'une association roumaine (GeoD) et d'évaluer quelles sont les raisons d'espérer, mais aussi de réfléchir sur les problèmes rencontrés.

2. L'EXPÉRIENCE EN FRANCE D'UNE ASSOCIATION DE MÉDIATION SCIENTIFIQUE : GÉOBIOTA

2.1. Objectifs de l'association GéoBiota

Encore toute jeune, l'association GéoBiota, créée en 2006, se propose, comme son nom le suggère, de développer de nouvelles formes d'expression attractives de médiation scientifique, culturelle et artistique et toute action pédagogique pouvant contribuer à sensibiliser le public à l'histoire et aux aspects exceptionnels de la Vie sur la Terre.

Il s'agit essentiellement d'organiser surtout des expositions à thème, des conférences, des séminaires, et de concevoir et réaliser des articles, ouvrages et produits multimédias ayant pour objet de valoriser les multiples aspects de la Vie sur Terre. Ces diverses activités ont pour objectif de contribuer à la sensibilisation et à l'éducation du public quant à la nécessité de protéger le patrimoine commun géologique, paléontologique et biologique d'intérêt scientifique.

Pour des raisons « historiques », l'association GéoBiota est très liée à la ville de Mennecey, en Essonne, qui a mis à sa disposition depuis sa création un local confortable et spacieux, particulièrement bien adapté pour présenter des expositions.

2.2. Quelques actions de l'association GéoBiota

GéoBiota s'est efforcée dès sa création de proposer au public des événements thématiques annuels si possibles, en l'occurrence des expositions, sur la base de documentations (posters, affiches, étiquettes, livrets) et d'une mise en scène les plus originales et personnelles possibles et en partenariat étroit avec des artistes ou artisans (sculpture, photographie d'art, compositions florales variées...). Le thème a été généralement choisi en lien avec celui des fêtes de la science successives ou de la spécificité des appels d'offre (comme ceux du Conseil Général de l'Essonne). En 2007 l'exposition s'intitulait « Un regard sur le monde végétal, depuis la nuit des temps » (Fig. 1).



FIGURE 1. Exposition « Un regard sur le monde végétal, depuis la nuit des temps » (Mennecey, 2007). **A.** Affiche et argumentaire de l'exposition. **B.** Exemple de document original élaboré pour l'exposition. **C.** Vue générale de l'exposition.

L'objectif était de faire découvrir au public les beautés du monde végétal et son histoire par le prisme des regards variés des scientifiques (botanistes, géologues, paléontologues), des instruments, des photographes, des artistes, des artisans... En 2008 le thème s'articulait autour des risques sur l'environnement avec comme titre, plutôt explicite pour le public, « Forêt verte, forêt morte » (Fig. 2), avec la participation de plusieurs écoles de la ville de Mennecy. Il est à remarquer que cette exposition avait eu sa correspondante roumaine, avec les mêmes concepteurs, à travers une exposition effectuée en partenariat avec le Musée National de Géologie de Bucarest « Pădurea verde, pădurea neagră : cum vrei sa fie planeta ta » proposée au public en été 2008. Enfin l'exposition la plus récente, en 2009, intitulée « Terre-Eau, de l'eau originelle à la terre sous nos pieds » était consacrée au devenir des sédiments déposés sous l'eau et leur transformation en roches, en général connus en raison de leur exploitation sur le plan local (Fig. 3).



FIGURE 2. Exposition « Forêt verte, forêt morte » (Mennecy, 2008). **A.** Affiche de l'exposition. **B,C.** Exemples de documents originaux élaborés pour l'exposition. **D.** Vue partielle de l'exposition.



FIGURE 3. Exposition « Terre-Eau, de l'eau originelle à la terre sous nos pieds » (Menney, 2009). **A.** Affiche de l'exposition. **B.** Argumentaire de l'exposition. **C,D.** Exemples de documents originaux élaborés pour l'exposition. **E.** Vue partielle de l'exposition.

Les conférences proposées par GéoBiota s'inscrivent dans le souci de faire partager non seulement un savoir, mais aussi une expérience et un parcours personnel (Fig. 4). De fait, le public est extrêmement sensible à la proximité que peut installer le conférencier et le message scientifique est ainsi souvent bien mieux perçu. Ces conférences se sont adressées aussi bien à un large public local dans le cadre des expositions, qu'à un public plus averti de géologues amateurs ou même à un public de lycéens bilingues, à l'Ecole Centrale de Bucarest.

Pour le public scolaire, le même souci d'accessibilité et de proximité a prévalu pour le choix des interventions, quel que soit le niveau (de la maternelle au collège). C'est l'approche du monde des fossiles, et pas seulement celui des dino-



FIGURE 4. Exemple de conférence destinée aussi bien au grand public et au public scolaire qu'au public plus averti des associations d'amateurs dans le domaine de la géologie et de la paléontologie.

saures, qui a fait l'objet des animations, le plus souvent possible avec du concret, c'est-à-dire, la manipulation d'échantillons.

2.3. Bilan, difficultés et perspectives

Après un peu plus de trois années de fonctionnement, l'heure des bilans et des réflexions commence à sonner. Force est de constater que l'activité d'une petite association, telle que GéoBiota, dégage autant de motifs de satisfaction que d'inquiétude.

Au chapitre des satisfactions on peut inscrire la réceptivité du public, la reconnaissance de la part des diverses instances dispensatrices de fonds et d'aides de la qualité des prestations fournies. Il s'avère qu'il est possible, avec assez peu de moyens, mais beaucoup de patience et d'investissement personnel, de faire passer un message non réducteur sur la biosphère actuelle ou passée, apportant finalement des éléments concrets pour illustrer l'évolution à un moment où il semble que ces notions ne soient plus une priorité dans l'enseignement.

Cependant, l'enracinement de GéoBiota est, on l'a vu, essentiellement local, pour ne pas dire communal. Il s'ensuit que les activités de l'association se déroulent surtout dans un périmètre relativement restreint et donc que l'effectif d'une telle association, et, en conséquence, les retombées de ses investissements en temps et en création, ne peuvent atteindre l'ampleur souhaitée. Cela ne serait pas rédhibi-

toire, puisque le travail accompli, à savoir le partage avec d'autres de notre vision de l'histoire de la vie sur Terre, porte finalement ses fruits même dans un cadre limité, si les exigences de plus en plus tatillonnes des administrations ne venaient apporter des entraves à des activités purement bénévoles. En effet les subventions, absolument nécessaires pour faire fonctionner une association qui propose des « produits » médiatiques finis, deviennent étroitement dépendantes d'une masse critique (nombre d'adhérents) suffisante, difficile à atteindre. De plus, les dispositifs mis en place récemment au niveau national étrangent progressivement les associations, de quelque nature qu'elles soient. Ainsi, GéoBiota a dû interrompre un contrat aidé de médiateur scientifique suite au désengagement de l'Etat concernant l'exemption de certaines charges sociales accordée jusqu'alors aux associations. Force est de constater, de manière plus générale, que les petites associations (comme d'ailleurs les petits laboratoires de recherche) sont moins armées pour obtenir des financements à la suite d'appels d'offre à projets.

3. L'EXPÉRIENCE EN ROUMANIE D'UNE ASSOCIATION DE PROMOTION DU PATRIMOINE GÉOLOGIQUE : GEOD

3.1. Objectifs de l'association GeoD

L'Association GeoD pour promouvoir la Géodiversité s'est donnée comme mission d'améliorer la perception du public en Roumanie sur la géodiversité par la conscience de l'importance des sciences géologiques dans la gestion de l'environnement national et international. L'objectif est de promouvoir la gestion durable des ressources naturelles géologiques par la recherche géologique, la diffusion et l'application des connaissances géologiques dans la société moderne, de favoriser la sensibilisation des citoyens et la motivation pour le respect de la protection de l'environnement et la conservation. Cela passe par des aspects divers comme la protection du substrat géologique dans le cadre des habitats naturels et de la vie, la création d'une infrastructure efficace pour la recherche, la diffusion de l'information et de la documentation sur la géodiversité sous tous ses aspects (les éléments, les processus, la prévention des risques et l'atténuation des risques géologiques), l'amélioration de la perception du public et du gouvernement à travers l'éducation et la sensibilisation à travers les médias. Un souci important est aussi d'assurer la réintroduction de l'enseignement de la géologie dans les programmes de sensibilisation aux questions de conservation et la protection de la diversité géologique à tous les niveaux. L'augmentation de la surface du réseau national d'aires protégées, selon les normes internationales, est aussi préconisée.

Pour le long terme l'association vise à favoriser le développement durable à travers l'évaluation et le suivi de l'état de l'environnement, la conservation des monuments et des réserves géologiques et le développement des stratégies pour l'environnement.

3.2. Quelques actions de l'association GeoD

Chaque activité entreprise par l'Association GeoD poursuit un but très clair: consolider son statut d'organisation de référence dans le domaine des Sciences de la Terre, tant par son expertise que par son implication dans des projets spécifiques qui répondent à sa ligne d'action. L'association a entrepris la tâche peu aisée de sensibiliser le public sur le fait que les problèmes environnementaux sont le résultat d'une accumulation de comportements individuels. La première étape dans cette direction a été prise en 2009, dans le cadre du partenariat GeoD avec l'administration du Parc National Munții Măcin, l'école no. 2 George Banea de Măcin et le Centre d'éducation dans la nature pour la nature Suluk Regia.

Dans ce partenariat il a été développé l'action « Juniors Rangers Camp – Măcin », du 17 au 20 juin 2010, un projet pilote visant à populariser les valeurs du patrimoine naturel de la région des monts Măcin, projet initié par Vasile Bădilaș, garde forestier du Parc National Munții Măcin et Isabela Bădilaș, agronome (Fig. 5, 6).

Les bénéficiaires de ce projet ont été les élèves de classe secondaire qui, pour une période de quatre jours, ont appris des notions élémentaires sur la conservation d'une aire protégée et ont été informés sur les intérêts géologiques et biologiques de cette région protégée (Fig. 7, 8).

Un projet visant à tester les ambitions et les compétences des membres de GeoD est le projet « Les Collines d'Agighiol - des histoires écrites dans la pierre », (Fig. 9) destiné à promouvoir le patrimoine naturel, culturel et historique du site d'intérêt communautaire Les Collines d'Agighiol, dont la responsabilité a été confiée pour cinq années à GeoD.

Mis en attente pour le moment en raison du manque de fonds, « Bucarest - paysages disparus » est un projet visant à promouvoir les Sciences de la Terre par la reconstruction de l'évolution de la vie au cours des périodes géologiques dans les différentes régions du pays, en se concentrant sur Bucarest.

La reconstitution, à différents intervalles de temps géologiques, des paysages de la région où Bucarest est aujourd'hui implantée, utilisera des découvertes géologiques et paléontologiques de cette région et fournira des informations sur les conditions de vie et sur les processus géologiques du passé, fournissant au public un ensemble culturel complet: exposition « Bucarest - paysages disparus », des ateliers et des conférences de vulgarisation scientifique.

Le projet vise à constituer une base essentielle de documentation, mise à la disposition des autorités, un outil de gestion approprié de l'espace urbain pour lequel le grand historien roumain Nicolae Iorga, avait déjà souligné les principales préoccupations: « Nous vivons dans une ville que nous ne le comprenons pas et nous ne savons pas la soigner ».



FIGURE 5. Camp des Rangers Juniors, Măcin. Pendant le voyage dans le Parc National Munții Măcin, les participants ont appris comment le granite se modifie et comment les paysages se forment sur ces roches.



FIGURE 6. À la fin de la journée, l'une des équipes du Camp des Rangers Juniors présente son affiche sur les organismes spécifiques d'un habitat de terres humides développé sur le granite de Pricopan.



FIGURE 7. Préparation de la remise des diplômes au dernier jour du camp des Rangers Juniors, par Isabel Bădilaș, de l'Association GeoD et Doru Narcis Oprea, le directeur de l'école no. 2 George Banea, Măcin.



FIGURE 8. Avec des diplômes en main, les participants prennent une photo de groupe devant la bannière du camp des Rangers Juniors, avant de baisser le drapeau.

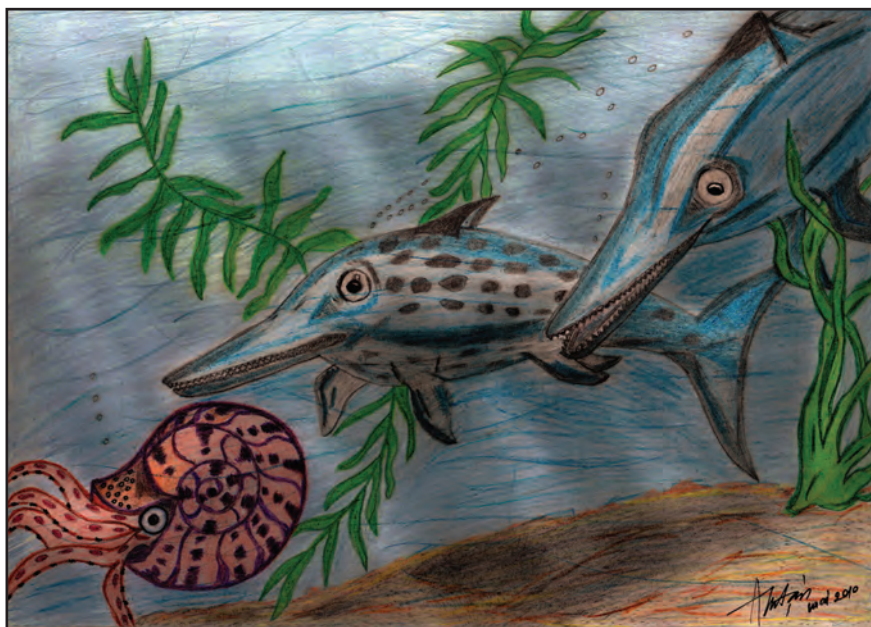


FIGURE 9. L'invitation et l'affiche de l'Association GeoD participant à l'édition 2010 de la manifestation « ONGFest », festival des ONG qui s'est tenue à Bucarest. L'image représente la reconstitution du paysage marin qui caractérisait la région des Collines d'Agighiol à l'Anisien. La reconstitution a été faite pour le projet « Les Collines d'Agighiol – des histoires écrites dans la pierre ». Il y a 240 millions d'années, la mer du Trias qui s'étendait sur le territoire actuel du site de Collines d'Agighiol a été peuplée avec des ichtyosaures et des ammonites. Dessin réalisé par Nicoleta Anițai, membre de l'équipe GeoD.

Les valeurs de l'association sont transmises par le site web de GeoD, qui à son tour, vise à être une plate-forme de communication en ligne, active et interactive, dédiée au public intéressé sur les questions environnementales.

Pour combler les lacunes de l'éducation géologique du segment de la population âgée de 12 à 18 ans, GeoD a planifié pour 2011 le lancement du Musée virtuel de la Géodiversité, conçu à la fois comme une plate-forme de communication spécialisée et comme une base de données élémentaires et essentielles pour l'éducation géologique.

3.3. Bilan, difficultés et perspectives

Après plusieurs années d'activité, GeoD a réussi à façonner son identité de manière satisfaisante sur le « marché » croissant des ONG. GeoD a été positionnée comme association spécifique qui traite de la géologie et les questions environnementales en interdépendance avec le facteur humain. Cette attitude a ouvert de nombreuses possibilités de collaboration avec les écoles, les institutions publiques

et les agents économiques, mais a également souligné la réticence des autorités locales et des représentants des communautés locales, indifférents à identifier et valoriser le patrimoine naturel local.

Comme une organisation non gouvernementale, encore de petite taille, GeoD est toujours confrontée aux difficultés d'attirer des fonds, ce qui bloque pour l'instant certains de ses projets. Le manque de moyens n'a pas empêché cependant les membres de l'association d'écrire des projets et de chercher des financements. D'un autre côté, il convient d'apprécier l'intérêt croissant des étudiants et des enseignants pour les programmes éducatifs géologiques, attitude qui a mobilisé l'équipe GeoD à s'engager dans des projets éducatifs et civiques.

4. CONCLUSION

Les préoccupations largement exprimées aujourd'hui, notamment au plan politique, sur l'avenir de la planète, laisseraient à supposer que les associations de médiation scientifique, dans le domaine de la connaissance et de la valorisation du patrimoine géologique et paléontologique, sont amenées à jouer un rôle de plus en plus important, en complément de celui de la communauté scientifique. Cependant, les expériences respectives, dans des contextes assez différents, d'une association française et d'une association roumaine, soulignent la nécessité d'un soutien de ces actions ne reposant bien souvent essentiellement que sur des engagements personnels forts.

REFERENCES

CAYLA N., HOBLEA F., GASQUET D., 2010, Guide des bonnes pratiques de médiation des géosciences sur le terrain. Géologie de la France, 2010, 1, 47-55.

L'AMBRE, LA RÉSINE D'ARBRE QUI CACHE LA FORÊT ?

Simona SAINT MARTIN^{1,2}, Jean-Paul SAINT MARTIN¹, Vincent GIRARD² et Didier NÉRAUDEAU²

¹ Muséum National d'Histoire Naturelle, Département Histoire de la Terre, Centre de Recherches sur la Paléobiodiversité et les Paléoenvironnements (CR2P) UMR 7207 du CNRS, 8, rue Buffon, CP 38.

simsmart@mnhn.fr

² Laboratoire Géosciences, Université Rennes 1, UMR 5118 CNRS, 263 Av. Général Leclerc, 35042 Rennes Cedex, France.

Abstract. Frequently today, a palaeontological study may be subject to a media extension, especially if the subject itself arouses particular interest due to the quality of conservation or new observations. A recent experience of researches on marine microorganisms preserved in Cretaceous amber of France prompts the interest, the impact and the limits of these media operations.

Key words. Amber, Cretaceous, fossil preservation, scientific publications, impact of mediatization

1. INTRODUCTION

Une aventure scientifique peut avoir deux vies. La première commence avec le travail de chercheur animé de toute sa passion, les plaisirs de la découverte et les déconvenues éventuelles. La deuxième, une fois les résultats acquis et la publication réalisée, est le devenir de l'information et de la part de connaissances apportées. Mais, bien que nous soyons conscients de l'utilité, voire même de la nécessité, de médiatiser nos actions de recherche dans le domaine de la paléontologie, passer à l'acte n'est pas toujours aussi évident. L'expérience que nous avons pu acquérir récemment apporte des éléments de réflexion et fixe peut-être aussi des limites à ces exercices de médiatisation.

2. L'AMBRE : UN GRAND POUVOIR ATTRACTIF

La découverte d'ambre fossile constitue toujours un événement en soi, apte à être diffusé, tant cet objet géologique est particulier autant pour sa signification scientifique que pour son impact sur l'imaginaire. De plus, la mise en évidence d'un matériel paléontologique, souvent parfaitement préservé dans cette résine fossile,

apporte un élément non négligeable de valorisation. C'est l'expérience vécue par une équipe pluridisciplinaire amenée à se pencher sur les micro-organismes contenus dans de l'ambre vieux de 100 millions d'années, ambre provenant des riches gisements du Crétacé des Charentes (Fig. 1A) mis à jour grâce à Didier Néraudeau (Université de Rennes 1). Après un certain nombre de péripéties et de doutes quant à la réalité de l'observation et des contaminations éventuelles (Saint Martin *et al.*, 2006 ; Girard *et al.*, 2009a), nous avons pu déterminer qu'un certain nombre de ces micro-organismes provenaient du milieu marin (Fig. 1B), ce qui constitue un cas de fossilisation à caractère vraiment exceptionnel (Girard *et al.*, 2008). Nous avons ainsi identifié, entre autres, des diatomées marines, relativement abondantes dans quelques morceaux d'ambre. Ces travaux ont permis de mieux connaître le monde des diatomées marines néritiques du Crétacé inférieur et aussi d'avancer de 20 à 30 millions d'années la date connue de présence dans les registres géologiques de plusieurs genres de diatomées (Girard *et al.*, 2009).

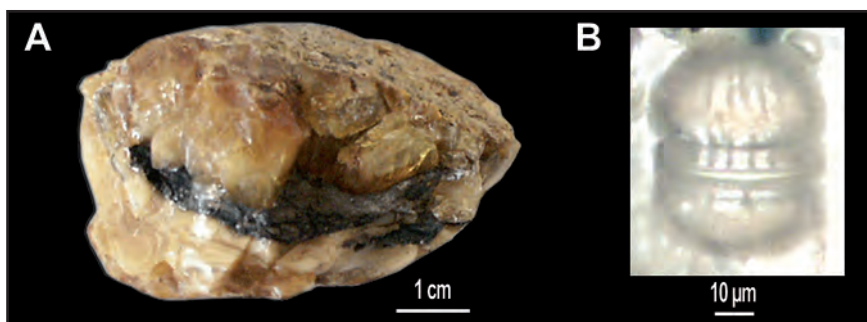


FIGURE 1. A. Ambre fossilifère de l'Albien supérieur de Charente Maritime. **B.** Frustule de diatomée marine (*Basilicostephanus* sp.) piégé dans l'ambre.

3. LE CHOIX DES REVUES SCIENTIFIQUES : UNE STRATÉGIE

Prenant en compte l'aspect assez spectaculaire des découvertes ainsi que les conséquences sur le plan scientifique, une action de médiatisation a été décidée et lancée. De fait, le premier pas a consisté à choisir les revues qui en serviraient de support à la fois scientifique et promotionnel. Comme toujours dans ces circonstances, le regard se tourne vers des revues prestigieuses dont le facteur d'impact assure aux auteurs une notoriété certaine et une diffusion des plus larges. Cependant, une certaine sagesse a prévalu au choix des revues et un article général a été proposé aux Proceedings of the National Academy of Sciences (Girard *et al.*, 2008) et un autre plus spécifique sur les diatomées à Geology (Girard *et al.*, 2009b), toutes deux étant des revues américaines (Fig. 2A). Il est bien évident que les articles doivent être acceptés, après les procédures classiques d'évaluation en pas-

sant d'abord par le filtre des éditeurs. C'est sans doute là que l'expérience montre ses premières limites, étant entendu que l'objet géologique et paléontologique, en l'occurrence ici l'ambre et son contenu, représente en quelque sorte lui-même un passeport.

4. PROMOTION, MÉDIATISATION : DE L'AMBRE À LA LUMIÈRE

Dès que les articles ont été acceptés, s'est mise en place une série d'actions qui se sont à la fois complétées et superposées. En dehors de la promotion réalisée éventuellement par la revue, la diffusion de l'information, et donc la promotion, ont été véhiculées par des communiqués de presse. Une étape importante passe par la sensibilisation de nos tutelles et de leurs services de communication. Un communiqué de presse commun aux établissements concernés (CNRS, Université Rennes 1, Muséum National d'Histoire Naturelle, Université Paris VI et Université de Strasbourg) a ainsi été diffusé (Fig. 2B). L'agence France-Presse (AFP), à la suite d'une conversation téléphonique avec l'un de nous, a ensuite rédigé un autre communiqué (Fig. 2C). Il faut reconnaître que c'est ce dernier communiqué de l'AFP qui a été surtout repris par la suite. A partir de là, on peut dire que la diffusion échappe un peu aux auteurs puisque les communiqués sont reproduits, voire commentés dans certains cas, par différents médias : internet, presse écrite nationale et locale (Fig. 2D), revues de vulgarisation (Science et Vie, La Recherche, Pour la Science)... Entre temps les auteurs ont été sollicités, parfois indépendamment, pour apporter un éclairage particulier à l'information. Des initiatives ou sollicitations personnelles se sont concrétisées par ailleurs par des invitations à des débats ou à des conférences, qui représentent autant d'occasion d'intéresser le public au métier de chercheur en paléontologie.

5. BILAN, IMPACT : LA RÉSINE D'ARBRE ET LA FORÊT

Compte tenu de l'implication assez limitée des auteurs au départ du processus de médiatisation (rédaction du communiqué de presse, réponse à quelques sollicitations de journalistes), on est tenté de mesurer très favorablement l'impact médiatique. On ne peut ainsi qu'être frappé du relais apparemment efficace que constitue le réseau Internet. En effet, en dehors des sites des médias classiques de diffusion scientifique, de très nombreux autres sites ont reproduit l'information et une trace (durable ?) peut en être suivie au travers des moteurs de recherche (Fig. 2E). Cependant il faut être bien conscient que dans le déluge d'information véhiculé par le réseau, une information chasse l'autre et on peut sans doute douter que des vocations se soient révélées à cette occasion. Malgré tout, chaque pierre

est utile à l'édifice culturel scientifique, surtout naturaliste, dont on nous dit qu'il n'est pas trop solide aujourd'hui.

A la satisfaction du devoir accompli et au plaisir du succès apparent de l'opération de médiatisation, suit le moment des réflexions qui dépassent le cadre même de l'étude d'origine. Il apparaît alors bien évident que des portes se sont ouvertes bien plus en raison de l'impact médiatique potentiel, fonction de l'aspect spectaculaire de la découverte, que de l'intérêt scientifique du travail, très réel sans doute, mais aussi bien relatif au regard de la somme de connaissances paléontologiques disponibles.

Comme les artistes, les scientifiques sont de plus en plus mis en situation de promotion, celle d'une découverte, d'un travail ou de simples observations dont il convient maintenant d'accompagner le devenir, au moins dans le court terme. Il est ainsi aujourd'hui presque essentiel de figurer dans le « top 10 » des revues bien cotées et de le faire savoir, pas seulement au monde scientifique, mais aussi aux instances d'évaluation qui régissent désormais étroitement la carrière, voire même la mentalité des chercheurs (De Ricqlès, 2007 ; Zarka, 2009 ; Maitte, 2010). Ce qui est vrai individuellement pour un chercheur l'est encore plus pour certaines disciplines en péril comme la paléontologie. La question est posée de savoir si pour tenir encore sa place parmi les disciplines reconnues et convenablement enseignées, la paléontologie doit être partie prenante du système de la « science-spectacle » (Pickford, ce volume). Il est bien évident qu'aucune discipline, actuellement, ne peut rester à l'écart de ces tendances générales. Mais encore une fois, tous les acteurs en paléontologie ne possèdent pas dans leurs tiroirs des résines d'arbres fossilisées riches en instantanés de vie révélée qui suscitent l'intérêt, peut-être au détriment des forêts d'informations paléontologiques accumulées patiemment dans le travail quotidien, parfois ingrat, de description, pourtant indispensable à la progression et à la transmission des connaissances.

6. CONCLUSION

En dehors de la satisfaction personnelle des chercheurs de voir valoriser leur travail, de l'avantage à mettre la paléontologie en avant, il reste que le type d'objet ou de thème paléontologique à valoriser compte pour beaucoup dans la décision de médiatiser, dans le processus de médiatisation et aussi, sans doute, pour l'intérêt ressenti du public.

REMERCIEMENTS

Le travail de recherche sur l'ambre a été financé dans le cadre du programme national ANR « Ambrace » coordonné par l'Université Rennes 1.

RÉFÉRENCES

- GIRARD, V., SCHMIDT, A.R., SAINT MARTIN, S., STRUWE, S., PERRICHOT, V., SAINT MARTIN, J.P., GROSHENY, D., BRETON, G., NÉRAUDEAU, D., 2008, Evidence of marine microfossils from amber. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 105, 45, 17426-17429.
- GIRARD, V., NÉRAUDEAU, D., BRETON, G., SAINT MARTIN, S., SAINT MARTIN, J.P., 2009a, Misinterpretation of amber microinclusions due to contamination by recent microorganisms : pollution and remedy evidenced by the Cretaceous amber of Charentes (SW France). *Geomicrobiology Journal*, 26, 1, 21-30.
- GIRARD, V., SAINT MARTIN, S., SAINT MARTIN, J.P., SCHMIDT, A.R., STRUWE, S., PERRICHOT, V., BRETON, G., NÉRAUDEAU, D., 2009b. Exceptional preservation of marine diatoms in Upper Albian amber. *Geology*, 37, 1, 83-86.
- MAITTE, B., La science à bout de souffle ? *Les nouvelles d'Archimède*, Université Lille 1, 53, 36-37.
- RICQLÈS DE, A., 2007, Quelques réflexions sur la recherche scientifique fondamentale en France. *Lettres du Collège de France*, 19, 23-25.
- SAINT MARTIN, J.P., SAINT MARTIN, S., TOSTAIN, F., PERRICHOT, V., NÉRAUDEAU, D., BRETON, G., 2006. L'ambre fossile du Crétacé inférieur: un piège pour les diatomées ? : *Symbioses*, 14, 26.
- SAINT MARTIN, J.P., SAINT MARTIN, S., GIRARD, V., BRETON, G., NÉRAUDEAU D., 2009. L'histoire des diatomées marines dans une goutte de résine vieille de 100 millions d'années. *28^{ème} Colloque ADLAF*, Banyuls, Résumés, 16.
- ZARKA Y., 2009, Editorial. Qu'est-ce que tyranniser le savoir ? *Cités*, 2009/1, 37, 3-6.

MARKETING PALAEOANTHROPOLOGY: THE RISE OF YELLOW SCIENCE

Martin PICKFORD

*Collège de France, and UMR 7207 du CNRS, Département Histoire de la Terre,
8, rue Buffon, 75005 Paris, France
pickford@mnhn.fr*

Abstract. This contribution looks at aspects of the history of the mediatisation of palaeoanthropology, especially its relationships to yellow press tactics, and examines some of the disadvantages that access to this kind of mass circulation has brought.

Key words. Palaeoanthropology, mediatisation, yellow press, scientific journals, palaeocelebrities

*”Enormous rewards in terms of fame, money, and power await the **finder** of the fossil judged by both the scientific world and the **public** to be the earliest ancestor of modern humans.”*

Mary Bowman-Kruhm, 2005

If this is so, then why aren't Bernard Ngeneo, Tom Gray, Justus Erus and Djim-doumalbaye Ahounta enormously famous, rich and powerful? Has the scientific community and the public been well informed so that they can judge properly? How has all this fame, money and power benefited Science in the countries where the fossils were found? How has it affected Science at large?

INTRODUCTION

Diffusion of knowledge is one of the many duties and pleasures of a scientist. The general public supports research programmes via government funding, and it therefore has the right to know the results of work carried out by recipients of its tax contributions. For the long term health of scientific endeavour in a country,

popularisation of research findings and diffusion of knowledge to society at large are therefore as essential as publishing in scientific journals.

Ways and means of diffusing knowledge and popularising research results are many and varied. Traditionally, the press (Newspapers, Radio, TV) have played an important, if not always successful, role. Films, museum displays, books and other outlets have a long pedigree, and perhaps a more accurate impact, as more thought and consideration generally go into preparing contributions for such outlets than is spent on newspaper announcements which tend to be composed hurriedly by journalists who don't always grasp the points being made by the scientists that they interview, followed by editorial decisions made as daily or weekly deadlines are rapidly approaching, and who are constantly deciding whether the news will help "sell" the newspaper (Simpson, 2010).

The newest, and possibly the most democratic way of diffusing knowledge is the internet. There are several highly professional blogs which deal with anthropology, which are written in readily accessible language by experts in the domain. Wikipedia plays an increasingly important role in diffusing knowledge about human origins. These new technological developments have not rendered the traditional publicity outlets obsolete, but they are becoming more and more indispensable as alternative and attractive sources of information and knowledge about the scientific debate that goes on behind the scenes. However, the internet is also used to disseminate propaganda of various sorts, partly by scientists with a weather eye to publicity, but more often by Creation Scientists and Intelligent Designers, whose messages are so patently anti-scientific that they do little harm to science.

Because all societies have their Origin Myths, human evolution researchers experience pressures and motivations which most other scientists don't. Scientists, by definition, do not ascribe to myth and dogma, yet, ironically, it is almost universal that those who study human evolution believe that humans evolved, itself a dogmatic notion. Perhaps because human evolution is so close to us, many announcements about human origins have been presented to the public in the same way that advertisements are (bigger, better, older, more complete, more exciting). Multiple motivations can be seen in many public announcements about human evolution, in particular those relevant to fame, ego and funding. Eye-catching press releases, seductive iconography, catchy buzz words and high-octane claims (Fig. 1) have all been used in the past, not always with the diffusion of accurate information to the general public foremost in the mind. Yellow science has been born. Celebrity is one thing, Evangelism is another: neither can function in the modern world without the mass media.

Celebrity palaeoanthropology has been a fact of life for over half a Century. Its role has not been overly concerned with diffusing accurate science to the general public, but more to do with maintaining and enhancing the power base of



FIGURE 1. Examples of eye-catching, but contradictory and scientifically dubious, headlines gleaned from newspapers by the French journalist Robert Clarke (2001).

carefully selected individuals whose job it is to ensure continuous access to fossil sites in Africa for scientists from countries which have few palaeoanthropology resources of their own (Africa is well endowed with such resources, which is why it has been the main target for such activity). Since the independence of several African countries half a century ago, local scientists have in too many instances been completely marginalised by such politics, while foreigners have benefited enormously.

Palaeocelebrity and palaeoevangelism have harmed and hampered palaeontological enterprise in both the short and long term; African scientists, in particular, have been marginalised from enjoying the benefits of their natural resources. Furthermore, in a mutually beneficial arrangement, the celebrity phenomenon in palaeoanthropology has at the same time encouraged, and has largely been due

to, the rise of lobbies which increasingly control access to scientific funding, to recruitment, to promotion and access to publication outlets with high impact factors, and this has caused a congealing of ideas, especially in the New World. These lobbies are generally keen on metascience data, such as the Science Citation Index (SCI) and the Journal Impact Factor (JIF), as it aids them in their efforts to control recruitment and promotion of individual scientists and teams and access to funds. Controlling access to journals with high impact factors is an important weapon in the arsenal of these lobbies. The most virulent lobbies are those associated with the most revered journals, such as *Science*, *Nature* and the *Proceedings of the National Academy of Science (PNAS)*. Similar lobbies which fostered the Global Warming movement, prevented counter-views from being published in *Nature* and *Science* (Allègre & de Montvalon, 2010).

An unfortunate element of the lobby syndrome has been the rise of palaeoanthropology teams who hinder scientific debate by withholding data that is necessary for other scientists to verify or refute their interpretations. Such behaviour is profoundly anti-scientific: it impedes informed debate.

In the mid 1950s, there was a change of focus, principally in America, when mediatising palaeoanthropology. The focus shifted from the fossil and science (Fig. 2) to the personality. This was done to create an aura of importance and fame about a person who was then expected to act on behalf of select American teams to ensure unhindered, long term access to Africa's fossil resources, funding guaranteed, of course. For the planned exploitation to work smoothly, the person being lionised was preferably a resident of the African country in which Americans wished to carry out research and other activities. His or her job was to act as a facilitator, intervening between selected American teams and local government agencies to ensure access to fossils, fossil sites, and other resources and requirements in that country, and to keep away rivals, including those from the country in which the fossils occur. The reward was fame and fortune; the drawback intellectual slavery and ignominy. Palaeocelebrity and palaeo-evangelism were born. Yellow press science was the tool to achieve it. Advancement of science played second fiddle to the quest for fame, fortune and power. Scientific debate was replaced by propaganda and slanted announcements to the media.

The fact that most such palaeocelebrities had already entered philosopause and were ever on the look-out for ways to enhance their prestige, meant that they were easily manipulated: the fame counted more than the science. Increasing use was made of sound-bite science – short, snappy, entertaining items which would be easy to digest, and which required little thought to understand, became the order of the day. Sound-bite science wasn't confined to newspapers; it spread to the "Big Three" science journals which traditionally publish short articles in which little detail can be provided on account of the limited page space allotted each paper.

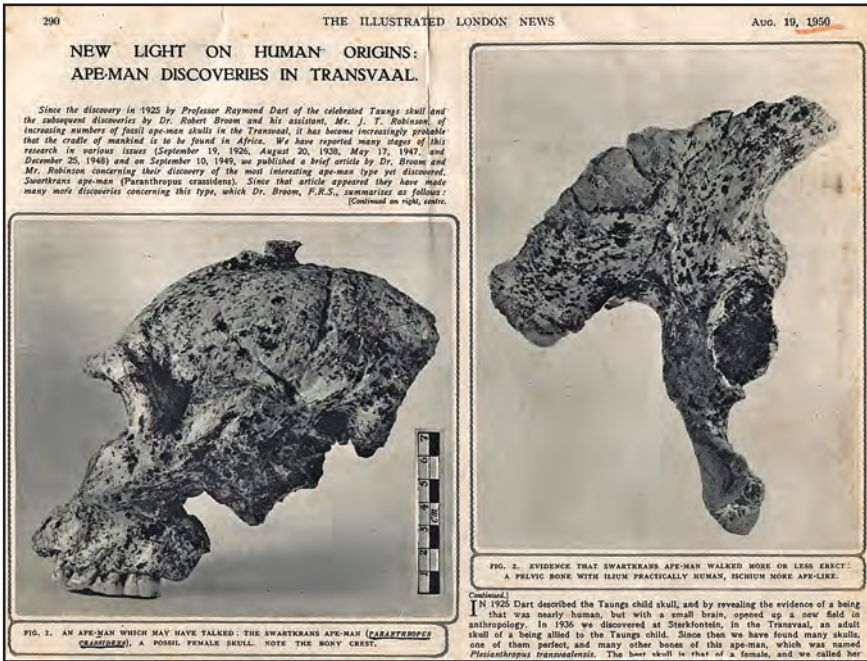


FIGURE 2. Dissemination to the general public of the discovery of a skull and hip bone of an australopithecine from South Africa by *Illustrated London News* of August 19, 1950. The focus is on the fossils; the personality behind the find is acknowledged in the text. It is difficult for creation scientists to respond to this kind of announcement. By 1959, the focus of the press had in general shifted to the personality, with the fossil relegated to second place. This change gave creationists the opportunity to engage substandard scientists in polemic.

There were three unforeseen consequences caused by this change of emphasis. At a risible level, it led to a rise in popularity of « Creation Science » in the 1960s and 1970s, followed by the « Intelligent Design » movement in more recent times. This is because it is difficult to argue against an inanimate fossil or a well supported scientific idea, but it is much easier to engage a flesh-and-blood person in polemic, especially if his message to the mass media is propaganda and the personality poorly educated. Although “Creation Science” and “Intelligent Design” ideologies are anti-scientific, it is a fact that palaeoevangelists and other palaeocelebrities who pretend to disseminate science, have frequently provided fuel for creationist agendas. Even a cursory browse on the internet will reveal this.

A second, and much more serious outcome of the palaeocelebrity phenomenon is that, in African countries endowed with the most fossils, the possibility of undertaking human evolution research has been denied to citizens, who are neither encouraged to participate in the scientific work, nor to contribute to the

diffusion of knowledge that flows from it, despite the fact that most fossils relevant to the study of human origins originate from their land. In Kenya, the law relating to antiquities was redrafted to include provisos that researchers wishing to carry out research on its rich fossil record had to have the requisite training and adequate funds – provisos which effectively cut out all citizens of the country. Their role has generally been confined to the technical level and below, limited to finding important specimens that ultimately enrich the boss, increase his power base, and which provide ample raw material for American students to enhance their career possibilities with a nice PhD thesis on African fossils under their belts.

But, ironically, the palaeoanthropology lobbies that intended to benefit the most by unilaterally exploiting the fossil resources of African countries by appointing their Mr Fix-it in each country, have catalysed an enfeeblement of the quality of their own palaeoanthropological output. They have become victims of their own manoeuvres. Some of these lobbies, which are well supported by US government funds, are, scientifically speaking, thirty years behind the times compared to palaeoanthropologists in other countries.

It is long past the time that African palaeoanthropologists were empowered to study fossils from their homelands on a basis equal to that enjoyed by foreign scientists for the past 50 years. Given the right kind of encouragement, they will certainly do a better job.

INDIVIDUALS, SOCIETIES AND SCIENCE

A spirit of scientific enquiry resides in the mind of every cogent being, just as a sense of spirituality is present in all of us. We all ask questions and search for answers, especially when we are young, but by the time we become adults, social pressures often extinguish science and encourage acceptance of dogma. Different people experience philosophopause at different stages of their lives: some continue to keep a spirit of scientific enquiry active in their minds until they become old or die, others allow it to wither and perish in their youth. But where Science, with a capital "S", differs from the simple asking of questions and proposing of answers, is that the questions and answers must be made available to society at large in such a way that other members of society can debate them, not just in the present, but also in the future. Science is therefore a social phenomenon which cannot be efficiently undertaken without a permanent record being made of the questions and answers, which are freely accessible to anyone at any time.

Historically, the most widespread and successful medium for advancing scientific debate has been science journals; scientists have their words printed as they themselves intended. Books also have a long pedigree. Mass media outlets, in contrast, are motivated by profit, with all the attendant risks that journalists and editors

may massage the science in order to maximise sales. The same profit motive lays the mass media open to manipulation by unscrupulous individuals and to mutually beneficial understandings between journalists and scientists.

Prior to the invention of writing, science as we know it today was simply not possible. There was no permanent record of what had been discussed, making it impossible to know the precise contents of the debates that had been going on, and it was not possible to leave a durable record of the current state of affairs. The invention of writing was a major step forward, but because only a tiny minority of people could read and write, for thousands of years writing provided a way for a few to control the masses, mainly through the invention of organised religion. Thus, ideas became “graven in stone”, debate was discouraged and dogma became the order of the day.

From the invention of writing until the development of the printing press, science, in the modern sense of the term, was extraordinarily difficult to undertake. We lived in the “Dark Ages”. Nevertheless, some individuals and some societies managed to make headway, but slowly, and often with obstacles placed in their path by political or religious authorities. In any case, throughout this long period, diffusion of scientific knowledge and debate was slow and laborious, with copies of findings and debates having to be hand copied (often with mistakes) and distributed by primitive and generally haphazard distribution networks. Slow replication methods ensured that few copies were made, and inefficient distribution meant that most people never saw a scientific treatise. Most of the scientific tracts written during this lengthy period are known by only a few manuscripts, some only by fragments of manuscripts, and some only in translations. Much scientific thought from this period has been irrevocably lost.

All this changed dramatically with Gutenberg’s invention, which made it possible to print multiple, identical copies of a tract in an extremely efficient and rapid way. Science, as practiced world-wide today, had become possible, even though for a long time, distribution networks remained primitive. Many people scattered over the globe could read identical copies of a scientific idea or debate, and could in their turn comment on it in print with an equal chance of having their ideas read and discussed by others, not just in the short term, but also decades and centuries later. The scientific journal was at last possible. Prior to the printing press, the exchange of scientific ideas was done in isolation or by letter or by physically traveling to meet like-minded people for discussions. After the printing press, the entire process of scientific enquiry changed. People were potentially no longer subservient to dogma, but, if they wished, had the possibility of actively debating an issue and disseminating the results to a wide audience, so that others could consider the proposals, findings and hypotheses, and in their turn participate in the debate and,

by so doing, contribute to the advancement of science. The impact on society was profound and widespread. Most authorities didn't like it.

Scientists started a movement which is one of the rare human endeavours in which readers are invited, as a matter of course, to criticise a colleague's output on equal terms without hindrance or rancour, either immediately while the author is alive or after a hundred years when he is dead. The focus had shifted from the individual to the scientific idea. The quality of the idea is what matters, not the colour of the author's skin, his or her religious leanings, political persuasion, socio-economic standing, celebrity status, language group, age or gender. This change of focus empowered scientific debate. In this sense, science is the ultimate world-wide "democracy" which is why many authoritarian individuals and groups do their utmost to frustrate it. And, this is why individuals and lobbies that impede the scientific process are behaving in a profoundly anti-scientific way.

From Hrdlička to Simons: isolating palaeoanthropology from palaeontology

Until the early 1920s palaeoanthropology was a subdiscipline of palaeontology. Fossil primates were studied by people who had wide experience in many mammal groups, and therefore interpreted them like they would any other group of fossil mammals. Individual variation and sexual dimorphism didn't pose strange difficulties to such people.

But in America, Alès Hrdlička, a physical anthropologist and founder of the *American Journal of Physical Anthropology*, decided that it would be easier to obtain funding for palaeoanthropology through anthropology departments than it was through palaeontology and geology departments at US universities and museums, where competition from other palaeontologists was strong (dinosaurs in particular, but a host of other organisms as well). The solution was simple: shift palaeoanthropology to anthropology departments where the only competition for funds would come from a few social anthropologists. The stage was set for the isolation of palaeoanthropology from mainstream palaeontology and its essential partner, geology, with predictable deleterious effects in the long term (Fig. 3).

One of the earliest manifestations of the decline was the idiosyncratic way that variation in fossil primate samples was interpreted. Under the new set-up, fossil hominids were usually studied by human anatomists based at hospitals or medical schools or by students who had studied in anthropology departments. These people, although thoroughly knowledgeable about human anatomy, rarely knew anything about other mammals. Humans are rather unusual primates. We walk on two legs, not four, we have big brains, our vertebral column has two curves to it, we mature late, we live a long time, we suffer degenerative bone diseases in old age, we wear shoes which distort the foot bones, we eat foods that rot the teeth, necessitating visits to the dentist, but above all, we are much less dimorphic in

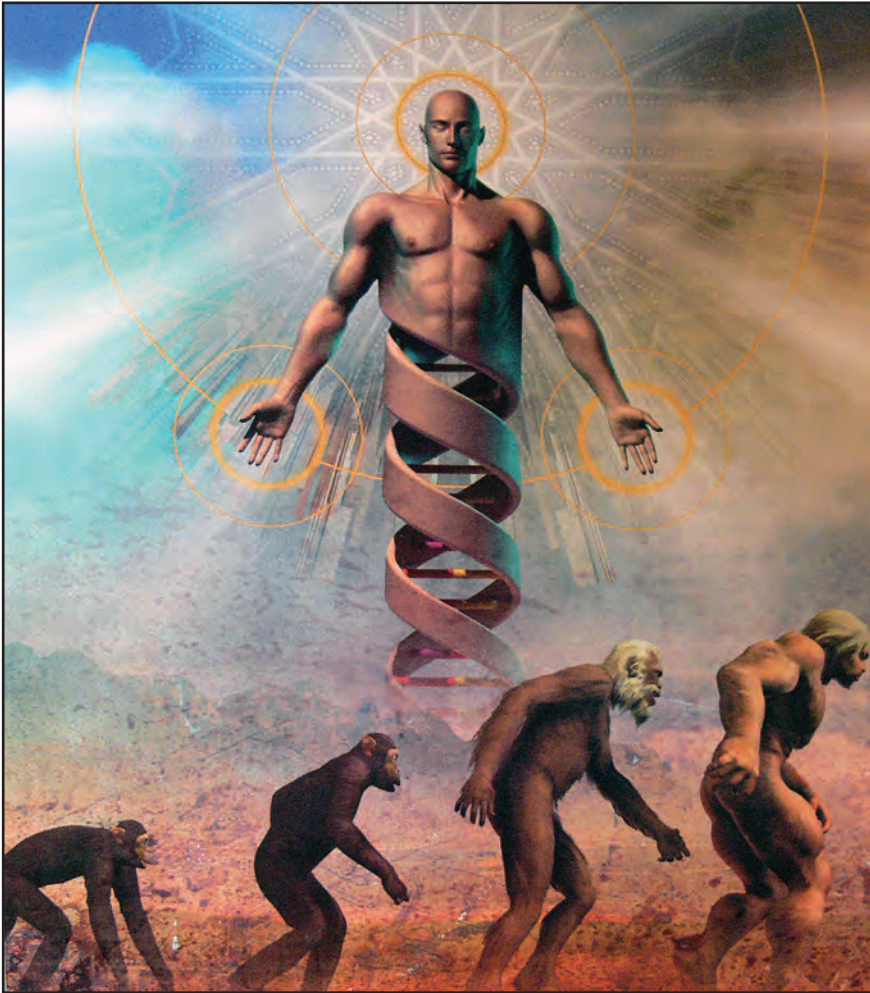


FIGURE 3. In this cover of *Wired Magazine*, artist Kenn Brown contrasts two theories of human origins. The lower panel is based on phylogenies commonly published by palaeoanthropologists, above is a version based on “Intelligent Design”. The “scientific” scenario is just as mythical as the other: it starts out with a terrestrial quadruped that gradually stands up and progresses inevitably towards perfection without any side branches or dead ends, culminating in a perfect specimen of a muscle-bound, sun-tanned, Californian male, a fine example of “yellow science”.

canine shape and less bimodal in canine dimensions than most ape species are. So people whose only basis for comparison is the human skeleton are at a disadvantage when studying and interpreting fossil hominoids and other primates. This bias soon showed up in scientific papers when G. Edward Lewis, to provide just one example, interpreted fossil apes that he had found in India in the early 1930s as early human ancestors. He also identified a pig tooth as a hominoid, naming a

new genus and species for it (*Adaetotherium incognitum*). We don't need to get into the debate about *Hesperopithecus* to provide an even more telling example, nor do we need to discuss Piltdown, which was played out before Hrdlička's move to divorce palaeoanthropology from palaeontology had occurred to him.

By the 1960s Elwyn Simons and David Pilbeam were classifying Miocene hominoid fossils from Africa, Europe and Asia into two groups – Pongids (*Dryopithecus*) and Hominids (*Ramapithecus*). *Ramapithecus* was hailed as the long sought ancestor of humans; it was considered to have reached a new and distinctive adaptive plateau, foreshadowing the human condition, and was envisaged as possibly utilising stone tools. All this postulation was accompanied by intense press exposure that ensured fame and influence for the two scientists.

The duo were in part reacting to the discovery of *Zinjanthropus* in Tanzania in 1959, being publicised by Louis Leakey, who rode a popular wave of world-wide interest with great panache, which assured him lifelong celebrity. But some people felt that American stage lights ought to shine on Americans, not Kenyans. To swing the stage lights back to America (in fact Pilbeam was British, but was based in America) something sensational was needed to divert the public interest their way. What better bait than early hominids millions of years older than *Zinjanthropus*? Dusting off a few fossils from the Indian Subcontinent collected in the 1930s by G. Edward Lewis, Simons & Pilbeam updated his *Ramapithecus* story, and launched into a long and persistent publicity campaign about early human evolution. Leakey responded to *Ramapithecus* by announcing his own, even older, human ancestor, *Kenyapithecus*, which projected him even further into the stratosphere of publicity. He eventually claimed to have found direct human ancestors in early Miocene deposits more than 20 million years old and stone tools 14 million years old, on which basis he claimed, in all seriousness, that *Kenyapithecus* was a social animal living the community-based life that was the hallmark of humans (Pickford, 1997). Although there had been scattered precursors of dubious palaeoanthropology, this was the exchange that effectively gave birth to the tide of "yellow science" which curses palaeoanthropology to this day.

The press war that this rivalry sparked eventually settled the score in favour of Louis Leakey, despite the fact that he was wrong about *Kenyapithecus*. But both Simons and Pilbeam came out of the tussle quite well, their influence in high places in American academia assured. But Simons and Pilbeam were as wrong about *Ramapithecus* as Louis Leakey was about *Kenyapithecus*: they had neglected to take into account, just as G. Edward Lewis had done in 1934, and as Louis Leakey did with *Kenyapithecus*, the fact that apes are sexually dimorphic. What all three palaeocelebrities had done was separate the female fossil apes from the males, and classify them in different zoological families, males in Pongidae, females in Hominidae, an error so basic that palaeontologists learn it in Biology 101, if they are not already aware of it from observing their family members or animals in a zoo.

The unmasking of the ape status of *Ramapithecus* and *Kenyapithecus* did not dislodge any of the three from their high perches, although a few jokes circulated at the time: No wonder dryopithecines went extinct, the females shifted off to another family ... and ... Females became human 10 million years before males did – an observation much enjoyed by supporters of the women’s liberation movement which was in full swing in America at that time. The cynical lesson that emerged from this episode was that, “If you want to get ahead in academia in America, yellow science is the way to go”.

Despite their abysmal science, the *Ramapithecus* press exposure of the 1960s and 1970s enabled both Simons and Pilbeam to establish power in high places at universities and government agencies from where they could influence recruitment, promotion and access to funding. Pilbeam, in particular, managed to place quite a number of incompetent people (several from Britain) in anthropology and human anatomy departments at universities in the eastern US, all of whom were expected to join and work for the lobby that he gathered around him. Elwyn Simons trained many students, some of whom are now senior members of palaeo-anthropology lobbies, but ceased contributing to science ages ago – they underwent philosophypause early, but nevertheless rose to senior positions thanks to their loyalty to the lobby. Working for the lobby takes most of their time.

In this instance, due to America’s peculiar fascination with celebrities, no matter how created and out of what raw material, poor science disseminated via the mass media was rewarding to those purveying it. In America, a sow’s ear really can be turned into a silk purse if it is glossily packaged and advertised persistently enough.

RICHARD LEAKEY & DON JOHANSON: YELLOW PRESS SCIENCE FULL STEAM AHEAD

By 1970, Louis Leakey was old and frail (he died in 1972). Lobbies in America who counted on him for access to fossils and fossil sites in East Africa needed a replacement who could be relied upon to continue with the same policy. Louis Leakey’s son, Richard was the natural choice, but having left school at an early age it was difficult for university educated colleagues to take him seriously. He objected about the way that professional palaeontologists spoke down to him (in fact they were for the most time only engaging in scientific debate, but he took this essential ingredient of science to be a personal affront to his ego). So he began surrounding himself with weak-willed scientists, using access to fossil hominids and fossil sites in Kenya as the incentive to keep them in line (Walker & Shipman, 1996). He needed a secure and influential base in America, and what better way of doing this than ensuring that he became a celebrity as his father had done before him.

A brace of Americans was intent on filling the celebrity vacuum created by Louis Leakey's death. The most prominent was Don Johanson, who was to keep himself and "Lucy" from Ethiopia in the public mind for ages. As Mary Bowman-Kruhm (2005) explained, "*The selection of its popular name was both brilliant and serendipitous.... Easy to remember and easy to fit into a headline or sound bite, Lucy was a diamond-studded choice of name and made Johanson a glowing star in the paleo-sky. Americans were happy to embrace one of their own as the new superstar of paleoanthropology*". But it was Tom Gray, a student on the team, who found the first bits of the Lucy skeleton, not Don Johanson. What happened to Tom Gray? He faded into obscurity while everyone was watching the rising star.

” « OLDEST » FRAGMENT OF MAN DISPUTED

Who'll win the battle of the bones?

CLAIM THAT 600,000-YEAR-OLD SKULL IS « MISSING LINK »

OLDEST SKULL IS CLUE TO 'MISSING LINK'

Skull find dashes theory

Reconstructed: OUR BRAINY ANCESTOR, No 1470

Man-like fossil may be oldest by 10 million years

Human link goes back 20m years

LUCY OF ETHIOPIA

Four Million Year Old Creature Of Controversy

UC scientist challenges Leakey theories

Expedition leader claims discovery of oldest-known hominoid

Found – a man who may be 15 million years old

Le plus vieil hominidé jamais trouvé à 7 millions d'années,

Toumai, un nouvel ancêtre

Sa découverte en Afrique centrale remet en cause la théorie”

**A small sample of palaeoanthropology headlines
from the newspapers of the world**

Richard Leakey sensed danger, especially from Johanson, so, with the support of his contacts and apostles in America, he made a spectacular announcement, KNM ER 1470, a 2.6 million year old skull from Lake Turkana, Kenya, which he attributed to *Homo*. Again, let Mary Bowman-Kruhm (2005) tell the story "Reporters and photographers mobbed Richard 1470 did for Richard what Zinj did for Louis". By purveying yellow science to the press, Richard Leakey had effectively secured the celebrity status in America that was so crucial to his future.

The fly in the ointment was that at the time of the announcement, it was already known that the skull was that of an australopithecine and that its age was close to 1.8 million years, and not 2.6 million. Prior to the announcement of 1470, Alan Walker tried to argue that Richard Leakey should not falsify the 1470 skull, upon which he was peremptorily excluded from the Leakey team. Walker took a deep breath, decided to compromise his science and rejoined on the grounds that he wanted to be associated with future discoveries in the country. He lamely explained in his book "The Wisdom of Bones" (Walker & Shipman, 1996) that science is team work and that sometimes compromises had to be made.

As an australopithecine aged 1.8 million years, 1470 was not so newsworthy – Zinj from Tanzania was this age, and had already served its purpose in making Louis Leakey a household name in America. It took 11 years for Richard Leakey to admit publicly that the younger geological age of KNM ER 1470 was the right one, despite the fact that it was he who collected the date samples from an older level (Fitch *et al.*, 1996), and it took 30 years for a more correct version of its anatomy to be published (Bromage *et al.*, 2008), but neither of these events was covered seriously by the press. Correcting such errors is not considered newsworthy enough.

It was eventually established that Richard Leakey had sampled a volcanic ash at Koobi Fora, older than the level from which KNM ER 1470 had been collected, which he sent to Cambridge University for analysis. The analyses carried out by Jack Miller were excellent, but the reported collection site was incorrect. When this information was published in a scientific journal (Fitch *et al.*, 1996), the press predictably remained tight-lipped. The anatomy eventually got straightened out, but only after Alan Walker wrote in his book denouncing Richard Leakey's repositioning of the face relative to the brain case (Walker & Shipman, 1996) and Tim Bromage's scientific analysis of the fossil (Bromage *et al.*, 2008). The press remained silent: yellow science sells newspapers better than accurate science does. Myth had become immensely more powerful than science.

The quest for celebrity status continues to this day, not only in America, but also in France. The hoop-la that accompanied the announcements of Toumaï (*Sahelanthropus*) from Chad is a classic. Michel Brunet, who is usually credited by the press with the discovery, was in France at the moment it was found. Predictably, the official announcement was made in *Nature*, with the manuscript sent to journalists

under embargo. Michel Brunet quickly rose to star status. The yellow press frenzy assured it. The film that followed a couple of years later is notable for the idiosyncratic ideas expressed in it, and the book written by the palaeo-star is replete with country kitchen science, and a barrage of hyperbole (Brunet, 2006).

In order to weaken interpretations by other scientists that Toumaï was more closely related to gorillas than to humans, members of Brunet's team attempted to use ridicule rather than scientific debate to convince people of the validity of their claims. Patrick Vignaud, a senior member of Brunet's team, and co-author of many of the papers on Chadian fossils, gave public talks which were posted on the internet, to the effect that Toumaï could not be a "paléogorillette" because its brow ridges were far too big for a female ape (Fig. 4), that its teeth were human-like rather than gorilla-like (Fig. 5) among other characters. The scientific basis for his points of view is extremely weak.

But there was sand in the Vaseline. In order to ensure that the stage lights shone on him and him alone, Michel Brunet used his political connections in France, and his influence in the corridors of the Ministry of Foreign Affairs to sideline (indeed, to punish) Alain Beauvilain, the French scientist based in Chad who had led the small group that found the Toumaï skull. Instead of encouraging Beauvilain to go and

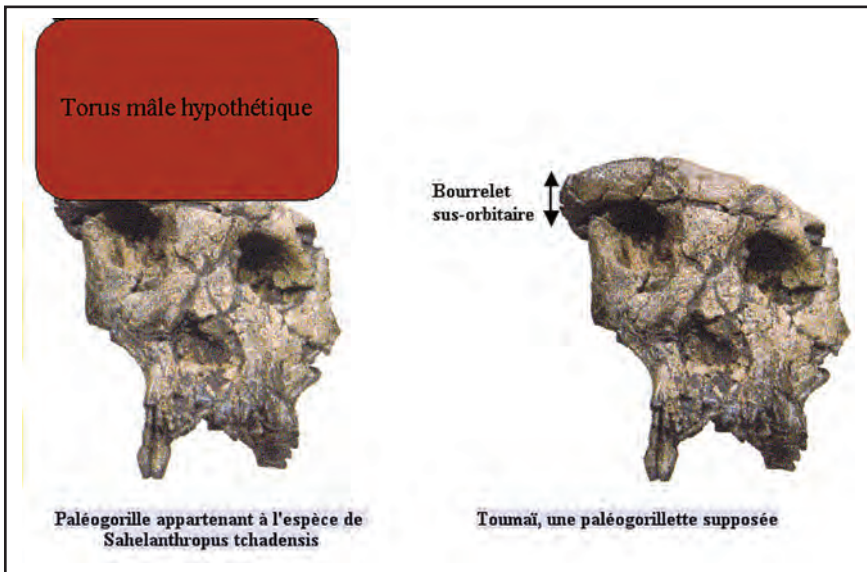


FIGURE 4. Exaggeration as a method of scientific debate rarely works, as in this case which is based on an incorrect rendering of the kind of variation that typifies male and female gorillas. Patrick Vignaud (Michel Brunet's right hand man) claimed to have studied 800 gorilla skulls which showed that males possess brow ridges five times taller than those of females. This is nonsense, as there is a large overlap in brow ridge dimensions, with some females having more robust ridges than many male individuals. Apart from this, where did Vignaud study 800 gorilla skulls?

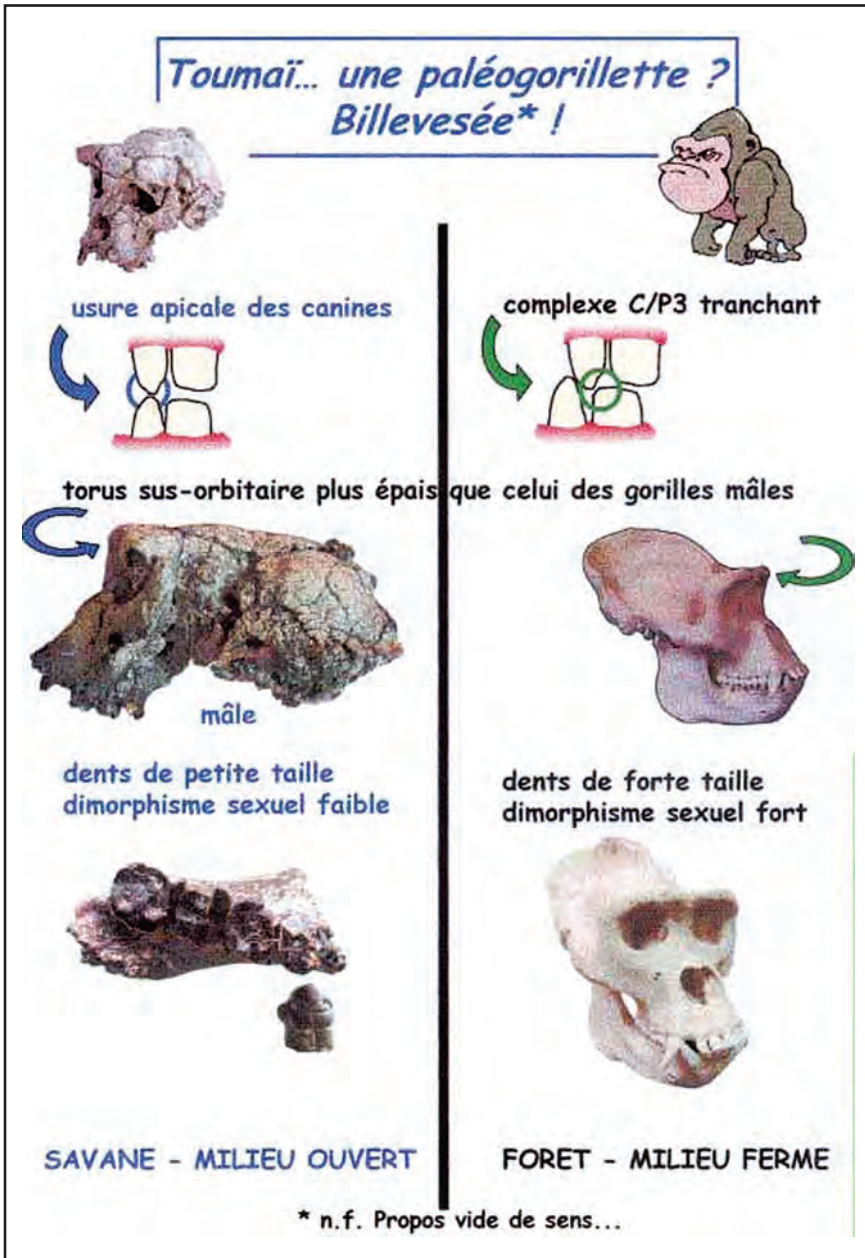


FIGURE 5. Misplaced humour often backfires, as in this presentation by Patrick Vignaud, a member of Michel Brunet's team, garnered from the internet. The orientation of the skulls is idiosyncratic, and the fact that there is only one specimen of a skull of *Sahelanthropus tchadensis* prevents Brunet's team from concluding that the degree of sexual dimorphism in the species is feeble.

find more fossils, Brunet had him repatriated to France against his will, where he would be as far from the fossil beds as Brunet was when the skull was found. This was a strange way to behave, considering that Beauvilain and his small team had collected more than 80% of the fossils being studied at the University of Poitiers and had mapped 95% of the fossil sites. The outcome is that nine years after Toumaï, no new fossil hominoids have been found in the Chadian desert.

A few years later, a hominoid femur from the Toumaï site was identified in the laboratory at the University of Poitiers by a student (Aude Bergerat) and a professor (Roberto Macchiarelli). Aude Bergerat was studying the taphonomy of the mammal fossils from the Toumaï site for her thesis. Within a couple of days of recognising the femur, her thesis plans lay in tatters, shredded by her supervisor. Her sin? Having asked the professor who had taught her taphonomy when she was an undergraduate, for his opinion about the fossil. Macchiarelli immediately recognised it as a hominoid femur with affinities to gorillas. Found within 30 cm of the skull of Toumaï, it could well represent the same individual. Macchiarelli was dragged before a university tribunal on a charge of interfering with the palaeocelebrity's research project (he responded by stating the obvious: he was employed by the university to respond to questions posed by students, and he didn't intend to stop merely because another professor felt possessive about a fossil) – the student was hounded out of the university. Many people would like to know why. The ascent of Michel Brunet was accompanied by the demise of a) the French leader of the field team which found the skull in the Chadian desert, and b) the student who was responsible for recognising the femur in the laboratory at Poitiers. At this rate it's a good thing the skeleton wasn't more complete.

Photographs of Toumaï taken by Alain Beauvilain, moments after the discovery of the skull, reveal that it lay close to a rectangle of an assortment of bones, some of which had been aligned parallel to the edges of the rectangle (Fig. 6). The area surrounding the immediate vicinity of the rectangle was devoid of bones, but in the far background of the image one can observe a random scatter of fossils, as is usual in the Chadian Desert. Alain Beauvilain interpreted this unnatural arrangement of fossils as an attempt by someone, perhaps a pious camel herder, to recreate a burial. The person or maybe a group of people, may have noticed the skull, thought someone had died there and decided, as is the custom in the region, to provide the defunct with a dignified burial. Bones were gathered from the vicinity, arranged in a shallow grave, humerus to the north, femur to the south, vertebrae down the middle and the skull and jaw to the east, then covered them over with sand and departed. The wind continued to shift the desert sand and gradually uncovered the artificial assemblage of bones, which was then discovered by Alain Beauvilain and his small team of Chadians in 2001. Most of the bones in the rectangle belong to antelopes, equids and suids, but the skull, a lower jaw and a femur belong to a hominoid.



FIGURE 6. The rectangular concentration of fossils which contained the skull and lower jaw of Toumaï, mixed in with bones and jaws of antelopes, suids and equids. The femur associated with *Sahelanthropus* is the longest bone in the image. Note that the sand has been trampled only on the near side of the rectangle. The shadows indicates that the photo was taken early in the morning. Photo Alain Beauvilain.

Michel Brunet's team have insisted that Toumaï was found in situ in the Miocene sediment deposits, associated with a fauna that securely dates the skull to 7 million years. The artificial aspect of Toumaï's grave proves that the skull was not in primary context at the moment of discovery. So does the fact that the skull was lying on loose sand and that both sides of it have been abraded and polished by wind driven sand. Do the associated faunal remains support the age of 7 million years? In a word, No!

Among the commonest fossils in the deposits where *Sahelanthropus* was found, are anthracotheres. These are often described as being hippo-like, but in fact their entire skeleton and dentition is radically different from those of hippos. Anthracotheres are interesting for determining the age of strata because, in Africa, there was a lineage that increased in size with the passage of geological time. Where they are abundant, the remains of this lineage (*Afromeryx-Libyosaurus*) can be used for biochronology, the science of determining the age of strata using fossils. The abundant remains of *Libyosaurus* found near Toumaï belong to two species, clearly demonstrated by Fabrice Lihoreau in his PhD Thesis. The smaller species indicates an age of about 10 million years (it is common at Beglia in Tunisia which spans the period 12-10 Ma). The large species is common at Sahabi, Libya,

in late Miocene and basal Pliocene strata (6-5 million years). The Toros-Menalla area exposes strata of both ages, liberating fossils onto the surface as the sediments are deflated by the wind. With which species was Toumaï associated? No-one currently knows, but it might be possible to find out if the field notes are precise enough. Fossil elephants are also useful for biochronology, so what do they reveal? The assemblage described by Hassan Taisso Mackaye, a Chadian palaeontologist, indicate that the vicinity of the Toumaï discovery yielded proboscideans that range in age from about 7 to about 4 million years, perhaps even younger for some of the highly evolved specimens of *Anancus*. Suids are even more useful for biochronology, but despite them being fairly common in the deposits they have not been analysed. Rodents would be useful, but neither have they been published, although specimens were apparently collected right at the Toumaï burial site.

In order to convince doubters that Toumaï really is 7 million years old, Brunet arranged for the deposits to be dated by a new technique "Be10" (Beryllium 10). The method is experimental, unproven, and usually produces a scatter of ages. In short, it is unreliable, even if the fossils being dated occur in situ in the sediments being analysed. In this case they weren't. The Be10 paper was accompanied by a faunal list which accords with the date of 7 Ma. But what has happened to the small species of anthracothere? It has been absorbed into the big species as females, producing a unique degree of dimorphism unknown among artiodactyls. What has happened to the young-looking proboscideans? They were simply omitted from the list. The names of suids are mentioned, but the fossils themselves have not been described. In brief, the Toumaï remains could be any age between about 10 million and about 4 million years old.

The Be10 paper is notable for a procedure that neophyte scientists are taught to recognise and avoid at school – the perils of circular argument. The Be10 method needs an external calibration point in order to set the clock. The analyses themselves don't yield an absolute age, unlike K-Ar and Ar-Ar methods which do. So Brunet and his team calibrated the Chadian Be10 clock using the faunal age of 7 million years that they had previously published for the Chadian fossils. How surprising therefore, that having set the Be10 clock using an age of 7 Ma, the outcome was an age for the fossils of 7 Ma. The wonder is that the *PNAS* referees didn't see that the snake was devouring its own tail.

THE UNEASY RELATIONSHIP BETWEEN THE PRESS AND SCIENCE: IS FOLLOWING THE YELLOW PRESS ROAD, THE SOLUTION?

From its inception, the press has been used by interest groups to disseminate dogma and misinformation. The first book printed on Gutenberg's press was the Bible. Soon, publicity tracts and eventually news sheets were being disseminated by

people who realised the potential of the press for making a profit while influencing the masses and, in short order, propaganda was the diet of the day in many towns and countries. The invention of internet has taken the “democratisation” of science to new levels by making it extremely easy for people to gain access to scientific ideas and to contribute to scientific debate. But it has also simplified the dissemination of dogma and propaganda.

Throughout history there have been people and groups of people who have wished to manipulate and influence others by whatever means available, ranging from harsh coercion to subtle propaganda, with opposition discouraged at various levels of violence ranging from repression of free speech and bloodshed to hindering the dissemination of opposing viewpoints. This phenomenon is still with us today. Western propaganda in the lead-up to the Second Bush War is a classic in the genre (Simpson, 2010, discussed the ‘spin’ employed by Tony Blair in the lead-up to the war). Science is the only outlet that encourages other people to think about what is being disseminated and to invite them, without hindrance, to comment on it in a logical, impassioned and reasonable way. All the other outlets are “sense unique” because they discourage debate and, because of that, they are potentially dangerous for society. In a sense, science is the only real democracy, because it is the only human endeavour that routinely invites criticism of its ideas. This is the real strength of science.

On the down side, because science is practiced by a relatively small sector of society (in some countries there are few practising scientists, in some they are actively discouraged, in others they are simply forgotten) print runs of scientific papers have historically tended to be limited.

The International Committee for Zoological Nomenclature rules that, in order to establish the validity of a genus or species name, at least 50 identical copies of the article in which the names are proposed, should be printed and made available for sale. The copies need not even be sold for the names to be valid.

Limited print runs have meant that diffusion of scientific ideas by science journals usually has a restricted direct impact on the population at large (relatively few people read scientific journals), and this is why the diffusion of science to the general public via more readily accessible outlets is so important. Many science journals print fewer than 500 copies (usually in order to minimise costs, not only of printing, but also of diffusing the journals once printed). Some print thousands, but none publish as many copies as daily newspapers do, even in medium-sized towns. Add to this the fact that newspapers and magazines appear daily to weekly, whereas a few science journals are published once a week, some once a month, or quarterly and many only annually, and one is in the presence of a huge difference in audience outreach. Which explains why scientists who wish to attain a wider

readership employ newspapers and other mass information diffusion outlets, such as television, to put across their messages. A disadvantage of mass printed news outlets such as newspapers is their impermanent nature; here today, gone tomorrow. Radio and television are even more transient; here now, unobtainable in five minutes. In contrast, science journals are carefully stocked in libraries where they can be consulted hundreds of years after their publication. Celebrities who rely on mass press outlets therefore have to keep appearing in newspapers and on television (Figs. 7, 8 and 9); otherwise they risk dropping off the screen and out of the public consciousness, *quelle horreur*.

Newspaper journalists, editors and owners have many non-scientific pressures upon them. The newspaper has to make a profit in order to keep running. Press moghuls are often power brokers and usually have a political agenda which they disseminate in their newspapers (Simpson, 2010). The science that reaches the newspapers must either help sell the newspaper (that is, it must entertain rather than just inform) or must be in accord with the political agenda of the editors and owners. If not, it has little chance of being accepted for publication. Add to this the rush and bustle of news gathering on a daily or weekly basis, journalists and copy editors harried by approaching deadlines, and owners shouting for increased sales, and one has all the ingredients for chaos. It is little wonder that many announcements about science in newspapers contain errors, sometimes serious, sometimes funny, but usually tragic for science.

For the first half of the 20th Century, when palaeoanthropological discoveries reached the pages of the press, apart from occasional slip-ups, the accounts were usually sober, well considered articles, often written by scientists, or by journalists who had been well briefed by scientists knowledgeable in the domain. A special relationship between palaeoanthropology and the “yellow press” did not develop until the second half of the century. The “yellow press”, well summarised by Simpson (2010), is a term that originated in America, “*to describe the attention-grabbing, scandal-mongering, rabble-rousing, exaggerated, often misleading, but always lively form of journalism pioneered by Joseph Pulitzer and William Randolph Hearst in America, and C. Arthur Pearson and Cecil Harmsworth in Britain*”. From the late 1950s, the increasing use of “yellow” journalism to market fossil finds led to a strange situation in which scientific integrity came into conflict with the aims and methods of the “yellow press”. In most cases the tactics of the “yellow press” won, with scientists themselves often providing the scoop – every journalist’s dream – the exaggeration, the attention-grabbing headline, the misleading iconography, and even on occasion the scandal. If this tendency had remained at the level of the newspaper, the damage to science might have been limited, but it didn’t. The temptation to exaggerate and mislead found its way into scientific papers, at times creating the “false facts” that so worried Darwin (1871).



Chicago Tribune, Thursday, April 2, 1981 Section 2

TEMPO

An old fossil named Lucy turns a young scientist into a star

You're squinting in that blazing sun, and you fit these two bones together, and suddenly it hits you: That's not a monkey — it's a human being! — Donald Johanson

By Peter Garner

AS A GRADUATE student, Donald Johanson left Chicago a decade ago for the sun-baked badlands of Ethiopia and came back a scientist. A few more trips have made him a superstar. Fearless but bright and glib, Johanson was determined to join an elite, fiercely competitive fraternity those who hunt the fossils of earliest man. Lacking any clout, he discovered to his amazement that he possessed something much more important: The gift for finding astonishing things. And the things Don Johanson has found are shaking the human family tree to its roots. "I've become superstitious," he admits, grinning. "Those of us who look for fossils of human ancestors have to be. The fossils are extremely rare and many distinguished paleoanthropologists have gone a lifetime without finding a single one. I'm lucky — I know it, and don't try to hide it. Some mornings in the field I just awake with a special feeling that I've learned to heed. That could be the day something terrific might happen."

JOHANSON'S TERRIFIC things have come from the Afar Valley, a remote Ethiopian desert hollow he has made famous. Since 1974, his team has unearthed the fossilized bones of more than 80 creatures apparently belonging to a protohuman species previously unknown to science.

"Most people, unless they're creationists or fundamentalists," Johanson explains, "believe in evolution, whether they know the details or not. Essentially, we're finding that our roots grow much deeper than we'd imagined."

For instance, if I could put a business suit on Neanderthal Man and teach him to use a CTA token, he'd ride the subway and nobody would notice. He'd look a little heavier-boned, with a slightly pensive face, but he was Homo sapiens — man the wise, man who is aware that he's a man. He'd fit in today, even though he hasn't been seen for 40,000 years.

Before him, about 1.5 million years ago, was a less-advanced type, Homo erectus. Put him on a subway and he'd draw a few suspicious looks. He was a tough fellow with a smaller brain, thicker jaw, heavier brow, and powerful physique. I'd say he was too small to play pro football, but he'd have been devastating at hockey.

Before erectus came a really primitive type, Homo habilis, or "Handy Man," the tool-user, about 2 million years ago. He's the one Louis Leakey discovered at Olduvai Gorge in Tanzania. No matter how I dressed — in, though, people would move to the end of the subway car.

THEN IF WE went back in time a heck way, we'd really get to Lucy — even Paris fashions wouldn't have suited Lucy. If she stepped aboard a subway, the pas-

FIGURE 7. In North America, competition to become the acknowledged “star” of palaeoanthropology led to some extraordinary publicity, which had little to do with science, but much to do about celebrity. The “yellow press” appeared to encourage this type of publicity, but it eventually led to diminishment of the quality of science in the country. By 1990, Johanson had faded into relative obscurity (from the *Chicago Tribune*, 2nd April, 1981).

“False facts are highly injurious to the progress of Science, for they often endure long, but false views, if supported by some evidence, do little harm, for everyone takes a salutary pleasure in proving their falseness.”

Charles Darwin (1871)
The Descent of Man

Telegraph

OLDEST SKULL IS CLUE TO 'MISSING LINK'

By Dr ANTHONY MICHAELIS, Science Correspondent

A SKULL estimated to be 2.6 million years old, the oldest so far discovered and possibly part of the "missing link" between ape and man, has been found by Mr Richard Leakey, Director of the National Museum of Kenya.

Mr Leakey explained in London yesterday how a Kenyan, Mr Ngeneo, discovered hundreds of skull fragments projecting from the side of a rock-strewn hill, and how these pieces were carefully collected and pieced together into what "is almost certainly the oldest complete skull of early man."

While Mr Leakey, son of the pioneer anthropologist Dr Louis Leakey, who died last month, was speaking in London a simultaneous announcement of his discovery was being made in Washington.

"The search must now begin for the common ancestor of man and ape," Mr Leakey said.

News round-up

**NO CUTS IN
COMMERCIAL
RADIO RENT**

POTENTIAL applicants for licences to run



Mr Richard Leakey, director of the National Museum of Kenya, holding a skull, estimated to be 2.6 million years old, which was pieced together from hundreds of fragments found near Lake Rudolf in Kenya.

FIGURE 8. In this iconography from the *Telegraph*, note the curved pipe which, for many people who read detective stories, provides an association of ideas between the image and the words in the headlines - "clue," "missing link," "skull" and "oldest". The intention was to promote the idea that the personality in the image is a detective, and has found something important. Note the chiselled facial features.



FIGURE 9. Famous, but fictional detective Sherlock Holmes with lean facial features and his trademark curved pipe: a creation of Arthur Conan Doyle.

Because of this imbalance between the power of scientific integrity and that of the “yellow press”, a few scientists and research teams decided to “join the side that is winning the battle”. They have compromised their science, and have produced “yellow press releases” to hand out to journalists at press conferences. Having done so, some didn’t stop there, but on occasion carried the exaggeration and falsity into their scientific papers. In theory, press releases are supposed to convey accurate scientific information in an accessible way to journalists who can then recast the information in their own writing style. But, recent experience has shown that many press releases are hyped up by the scientists themselves in order to make the announcements more attractive to journalists. A further tactic employed to gain the attention of journalists, but usually only used by the “Top Three” science journals (*Nature*, *Science*, *PNAS*) is to release the contents of a scientific paper to journalists under embargo, usually 48 hours before it is due to be published in the scientific journal. This is supposed to give journalists adequate time to do some background research while preparing their news articles, but one effect is to give lots of journalists the impression that they have each been given a scoop, thereby assuring wide coverage of the “embargoed item”. Background research includes interviewing scientists in the same domain to garner their opinions, as well as clicking on internet to scan the latest blogs, Wikipedia and other sources of information.

Whilst all this is quite understandable from the point of view of a harried journalist troubled by looming deadlines, it has given rise to the unfortunate tendency that palaeoanthropology articles published in journals other than the “Big Three”, are usually considered to be unworthy of press attention, no matter what their merit or scientific interest. Thus, rubbish that is accepted by *Science* or *Nature* has a good chance of appearing in the popular press, whereas a highly important article published in *Human Evolution*, or *Anthropologie* for example, has no chance whatsoever. Powerful palaeoanthropology lobbies know this, and they have traditionally focussed their attention on controlling access to the “Big Three”, by being represented on editorial boards and committees, and by nominating suitable referees. Other scientists know this too, and many have given up trying to publish in the “Big Three”: their manuscripts get rejected as a matter of course, no matter what the quality or interest value of the contribution is, so why waste time and effort submitting to such outlets?

”But boring though it may be to dwell on the subject, the fact remains that 90 per cent of national newspaper circulation are controlled by five men: Rupert Murdoch, Conrad Black, David Montgomery, and My Lords Hollick and Rothermere. Two are foreigners. All are rich and anti-union – a combination that notoriously restricts the range of events they allow to be covered. All, with the exception of Rothermere, have squeezed news and used their papers as cash cows. Freedom of the press means freedom for these gentlemen to do what they want. They, and their counterparts in television, have changed journalism from a trade that encouraged reporters to

develop specialist knowledge to a kind of feudal system with a few over-paid managers, columnists and newscasters at the top and a mass of casual, pressured and often ignorant serfs underneath.

... the subjectivity of our age has subverted the belief that there are events of importance that can – indeed, must – be reported. You do not have to strain too hard to grasp the connection between Baudrillard's claim that the Gulf War did not happen and Murdoch's boast that it did not matter that the Hitler Diaries were fake because newspapers were in 'the entertainment business.'”

Nick Cohen

New Statesman, June 1998

Although newspapers and other mass press outlets can, and do, play an important part in diffusing science, they are routinely abused and manipulated by a few unscrupulous individuals and groups. The danger is that announcements of scientific discoveries can be distorted in order to make them more acceptable to news outlets, or to enhance the scientist's image in the eyes of the public, more than to inform people about the real meaning of the discoveries. The chances of the same news outlets publishing a rectification of false information diffused by them are vanishingly small, and the manipulators know it. The dice are loaded in the favour of propaganda. The disease of yellow press science appears to have no remedy. Those purveying it have no interest in ceasing their activities: those trying to stop it are never heard.

Widely disseminated announcements during the early 1970s concerning the discovery of KNM ER 1470 (an australopithecine skull initially incorrectly interpreted by its discoverers to be a primitive *Homo*) were deeply flawed, not only from the point of view of the anatomy of the fossil skull which was deliberately falsified to make it appear more human-like (Walker & Shipman 1996) but also because of its supposed great age, which was also incorrect (Fitch *et al.*, 1996). After a decade, other scientists rectified the age of the fossil (from 2.6 to 1.8 million years) – news outlets took no notice whatsoever – and after three decades the anatomy was rectified (Bromage *et al.*, 2008) (Fig. 10) – again without invoking the slightest interest on the part of the press. A clear bias was present – propaganda that sold newspapers got wide dissemination, whereas good science that would not necessarily sell papers did not.

”After 1470 threw Richard onto the world stage, he remained there by writing best-selling books and making lecture tours that, like his father's, led to funding”.....

”Johanson had not succeeded in unseating Richard from his perch atop the world of paleoanthropology although newspaper and magazine articles, especially those in America, helped by building up a rivalry between the two. Johanson was usually cast as David and the Leakeys, past and present, as Family Goliath.”

Mary Bowman-Kruhm, 2005

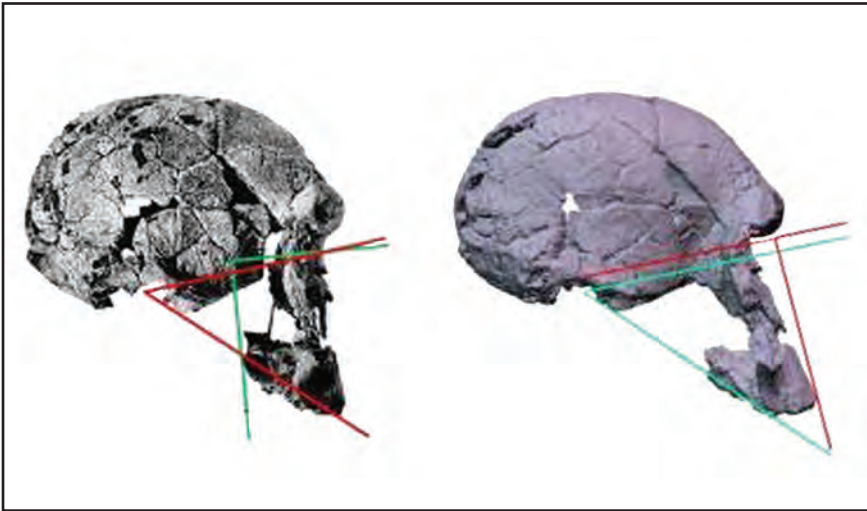


FIGURE 10. The left image is of a false reconstruction of KNM ER 1470. It was widely disseminated in the 1970s and ensured the growth of Richard Leakey's influence in North America, where Donald Johanson was busy trying to establish his own claim to celebrity. The image on the right shows an alternative but less scientifically faulty reconstruction published 30 years later which received almost no publicity at all. In fact the right image was itself misleading to the extent that the brain box had not been oriented at the same angle as that in the left image. Clockwise rotation of the right image by about 5° (as in this version of the reconstruction) aligns the two brain boxes correctly, which reduces the exaggerated impression of prognathism that the right image originally gave (modified from Bromage *et al.*, 2008).

The parallel rise of palaeoanthropology lobbies and poor science practice

Because science is a self-criticising endeavour, in which debate is essential, it is unsettling to find that some colleagues deliberately withhold information in order to limit or to frustrate criticism and debate. One recent case concerns the formal description of fossils from Ethiopia identified as *Ardipithecus ramidus*, accompanied by claims that this species represents a new and distinctive adaptive plateau in hominoid evolution (White *et al.*, 2009) (Fig. 11) (for a similar claim about the adaptive plateau, but this time with *Ramapithecus punjabicus* as the contender for human ancestry, readers are referred to the publication by Simons & Pilbeam, 1965, p. 140, one of the most influential and most misleading palaeoanthropological publications of its decade). The concept of a series of adaptive plateaux in human evolution is basically creationist, harking back to the ladder of beings popularised by Aristotle, because it has overtones of human ancestors ascending successive steps towards the pedestal of perfection. It failed with *Ramapithecus* in 1965, and it fails with *Ardipithecus* in 2009.

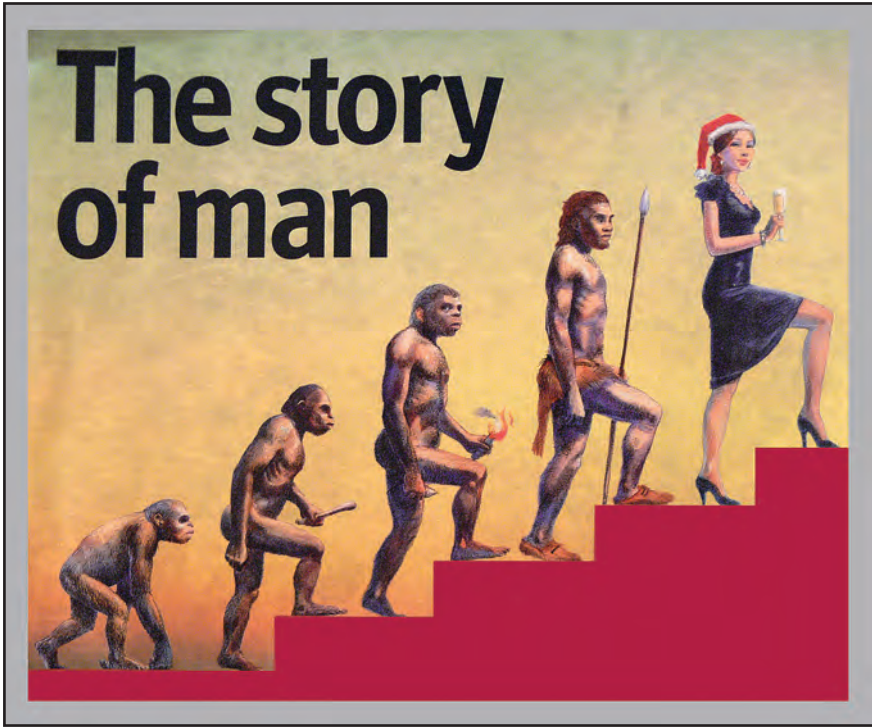


FIGURE 11. Human evolution depicted as progress through a succession of adaptive plateaux leading upwards, step-like, towards perfection. In this interpretation something like *Ardipithecus ramidus* is shown about to step up onto the first adaptive plateau. In 1965, *Ramapithecus* was in this favoured position. There are strong overtones of creationism and punctuated equilibrium in such a scenario. Amusing, but barely scientific, yet based on scientific publications and press releases prepared by palaeoanthropologists (front cover of *The Economist*).

In the case of *Ardipithecus*, the authors published 170 pages in *Science* on the geological context, site exploitation, anatomy and interpretations of *Ardipithecus* fossils, without providing measurements of the dentition. Curiously, there is a table listing the fossil teeth that could be measured, but no measurements are provided. It is therefore impossible for other scientists to check on the summary statistics published by the team, or to test their hypotheses concerning variation and dimorphism in the sample. Informed debate about the fossils has been rendered impossible. Science has become the victim of scientists.

Withholding information is anti-scientific, and unfortunately, rather common in palaeoanthropology. The fact that the lengthy series of papers on *Ardipithecus ramidus* was published by the official outlet of the American Association for the Advancement of Science, makes the omission that much less understandable to other palaeoanthropologists. As John Hawks wrote in his Blog, this reduces the

journal "Science" to the level of a "rinky-dink" publication, a sentiment with which many palaeoanthropologists would be inclined to agree, given the generally poor level of palaeoanthropology articles that it has published over the past 30 years. The same could be said about *Nature* and the *Proceedings of the National Academy of Science*, both of which have been under the control of, or have been heavily influenced by, the same palaeoanthropology lobbies for several decades, and which have published some real boners in their time. Remember "Mitochondrial Eve?" The phenomenon is not confined to palaeoanthropology, but concerns other areas of science too: "Cold Fusion", "Water Memory" and "Global Warming" were all given space in *Nature*, as was the notorious "Pluvial Theory" of the 1920s to 1950s (Pickford, 1997) which resulted in so much damage to the fossil record relevant to the study of human evolution.

Lobbies not only have a pernicious effect on society, they almost inevitably end up retarding the advancement of science in the countries where they are active, and even internationally. The concepts behind the interpretations of *Ardipithecus ramidus* (4.2 Ma, Ethiopia) published in 2009 could have come straight out of the late 1960s and early 1970s. The basic ideas expressed in the various articles had, by that time, congealed in the minds of the senior members of the team, only to resurface four decades later to be applied to different fossils. The peculiar, idiosyncratic, way of interpreting morphological and metric variation is the same, the ideological view of an ancestor leading straight towards humans is the same, the concept of a new, distinctive adaptive plateau is the same, and the role of sex and hidden oestrus in human evolution has only changed to the extent that one of its detractors in the 1970s (Tim White) has now been converted to the cause. In short, the authors have not advanced in their basic ideas one iota, despite the wealth of fossil hominoids that have been found during the past 40 years. Consequently, in terms of its ideas, this team is about 30 years behind the times compared with palaeoanthropologists in the Old World. This is one of the consequences of allowing lobbies to take over control of science.

In contrast, the iconography of *Ardipithecus ramidus* released to the mass media did change over the past 15 years, even if its interpretation as a basal member of the human lineage did not. In 1994, when there were few fragments of the species available, the widely disseminated reconstructions showed it as a stooped over, crouching, but semi-upright creature with human-like feet and hands, but with bent chimpanzee-like knee and hip joints, slouched shoulders and an australopithecine-like head. Now that a partial skeleton is available, recent iconography reveals that *Ardipithecus ramidus* possesses ape-like feet and hands, an ape-like skull, but fully erect human-like hip and knee joints, squared off, almost soldierly, shoulders and a ramrod-like, vertical spine, reminiscent of Adolf Schultz's comparison of ape and human bodies (Schultz, 1956).

Comparative iconography of the *Ardipithecus* images is revealing (Fig. 12). Between 1994 and 2009, all the parts of the skeleton which are now well known, have become more ape-like, whereas the parts of the skeleton that are still poorly known, or are severely crushed, have become more human-like. Thus, the absence of evidence about knee, hip and shoulder morphology, and the vertebral column, has allowed the artist free reign with the imagination to depict *A. ramidus* as a direct human ancestor (Fig. 13). Future discoveries are predicted to show that the knees, hips and shoulders of *A. ramidus* were also more chimp-like than human-like.

Even though the raw measurements of *Ardipithecus ramidus* have not been made available to colleagues, close examination of the publications reveals that, far from being a basal member of the human lineage, *A. ramidus* has a high probability of being a derived member of the chimpanzee clade. The authors themselves point out that all five of the mandibles in which molar wear can be assessed,

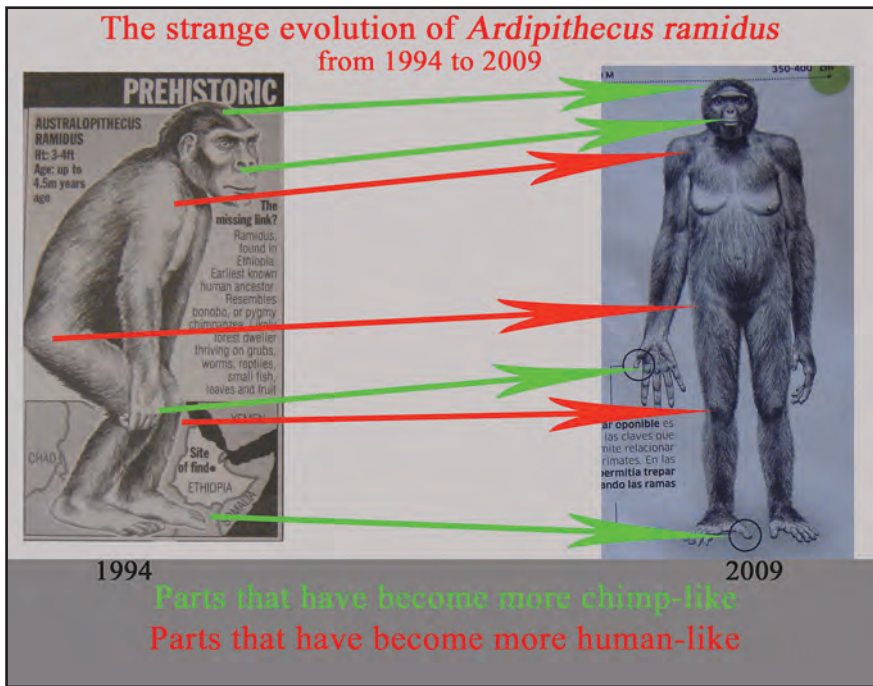


FIGURE 12. Comparative iconography of *Ardipithecus ramidus*, 1994 and 2009 renderings. Despite the much improved fossil representation of this species, it is still interpreted by its describers as a human ancestor, even though the best preserved parts of the skeleton (hands, feet, skull, teeth) are undoubtedly more chimp-like than originally thought in 1994. The 2009 reconstruction shows more human-like knees, hips and shoulders than the 1994 one, but this is only possible because these are the parts which are poorly represented as fossils, with the joints either missing altogether, or badly crushed (see Fig. 13).



FIGURE 13. Artist's reconstruction of *Ardipithecus ramidus*, 2009 version. Note that the most human-like parts of the rendering (knees, hips, shoulders and spine) are the parts that are the least well represented by fossils (red stars in the layout of the skeleton) thus allowing a much freer interpretation than the better fossil representation of the hands, feet, skull and dentition which are all chimpanzee-like (*El País*, 2nd October, 2009).

show that there is little differential wear on them (the three molars show almost the same degree of wear). Most, if not all Miocene apes, australopithecines and humans show, in contrast, a differential wear gradient of the molars (the first molar is moderately to deeply worn even before the third molar has erupted, as for example in 6 million year old *Orrorin* from Kenya). Chimpanzees, however, are, in this respect, like *Ardipithecus ramidus*.

Compared to almost all other known apes, extant chimpanzees (both bonobos and common chimps) have mesio-distally elongated incisor rows (orang-utans also show this feature, but developed it in parallel to chimpanzees). Most hominoids, both extant and fossil (including humans) have lower incisor cutting edges that are about 60% of the length of the molar row (Fig. 14) (Pickford, 2004). Australopithecines in contrast possess incisal edges that are far shorter than the length of the molar row. Although it is not possible to provide an accurate assessment of the incisor-molar relationship for *Ardipithecus*, on account of the absence of published measurements, examination of the illustrations reveals the likelihood that the low-

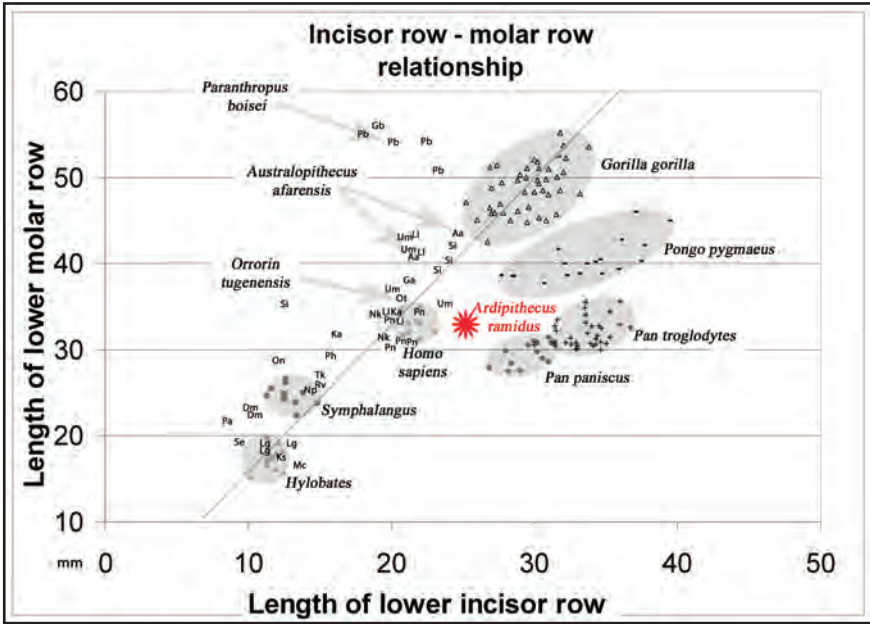


FIGURE 14. Length of cutting edge of lower incisors versus length of lower molar row in hominoids. *Pongo* and chimpanzees have elongated incisors relative to molar row length, whereas robust australopithecines and *Gigantopithecus* have fore-shortened incisal edges. The majority of hominoid species, including humans and *Orrorin*, lie about a regression line sloping at ca 66°. *Ardipithecus ramidus* plots beneath the regression line, and not far from bonobos and common chimps.

er incisor cutting edge is relatively long compared to the length of the molar row (Fig. 14). Measurements estimated from the illustrations indicate that the incisor-molar ratio in *A. ramidus* plots closer to the bonobo and the common chimpanzee than to any other hominoid, humans included. It plots far from the i-m ratio of australopithecines, making it extremely unlikely that *Ardipithecus* is their ancestor, and even less likely that *Ardipithecus* gave rise to humans via an australopithecine intermediate stage, because such a scenario would require an evolutionary yo-yo, starting with a much elongated incisive edge (*A. ramidus*), evolving to a much fore-shortened one (*Australopithecus*), and then returning to a normal one (*Homo*) as in the majority of apes and humans.

Add to this the chimp-like feet and hands of *A. ramidus* (the thumb in particular shows derived chimpanzee-like reduction of the terminal phalanx, in strong contrast to the thumb of 6 Ma *Orrorin* from Kenya, which is human-like), the ape-like skull (assuming that the reconstruction is valid), and dentition, then it is difficult to escape the conclusion that *Ardipithecus ramidus* is more likely to represent a proto-chimpanzee than a proto-human, or for that matter, a proto-australopithecine.

The same cannot be said of *Ardipithecus kadabba* (5.7 Ma), which, in its known parts is more like *Orrorin tugenensis* (the *A. kadabba* hypodigm probably contains remains of two taxa, one like *Orrorin*, the other ape-like).

Reluctance to share data in a freely scientific way is not unusual in palaeoanthropology (Fig. 15). Such behaviour is not confined to America, but also occurs from time to time in Europe. The CEREGE scientific meeting in France, in June, 2006, which was meant to celebrate the 30th anniversary of the discovery of “Lucy” (*Australopithecus afarensis*) was unfortunate for the lack of the sharing ethic on the part of some of the attendees. Two teams, one from France, the other from California, adopted an exceedingly aggressive attitude towards other teams that interpreted fossils in a different way from them, and they refused to share their data with those colleagues. It is strange, therefore, to find colleagues with such an anti-scientific attitude fêted in newspapers and weeklies as champions of science.



FIGURE 15. Presentations at the June, 2006, CEREGE meeting meant to celebrate the 30th anniversary of the discovery of “Lucy” provided an opportunity for some scientists not to share their data with colleagues.

Michel Brunet proudly admitted on radio, that “*Very, very few people have had the privilege of seeing Toumai*” (I am summarising what he said in French). Among those is Jacques Chirac, at the time President of France, but many palaeoanthropologists who have wanted to examine the fossil (or even a good cast of it) have had their requests routinely rebuffed. So what happened to the free exchange of ideas, the vitality of debate, the advancement of science? There has been published debate about *Sahelanthropus*, during which several scientists in America and Europe have pointed out how and why Toumai is more likely to represent a proto-gorilloid than a hominid. Michel Brunet ignores the scientific papers but instead is fond of saying “*Palaeoanthropology is a jungle, full of predators*” (Brunet pers. comm. Cluj, 2009) and of explaining why he only responds to articles published in journals with high impact factors. Anything that appears in regular scientific journals is considered by him to be unworthy of comment – to other scientists his unwillingness to enter the debate is unfathomable. Pickford (2005) demonstrated that there were serious reservations concerning the orientation of the foramen magnum in *Sahelanthropus* and of its comparisons with other apes, a finding that indicates that this genus of hominoid was probably not a biped. Despite this demonstration, Brunet has not refuted Pickford’s results, yet he continues to utilise and publicise his own undebated ideas (Brunet, 2010) as though the entire world is in agreement with him. The matter is important, as it is widely viewed as the only substantive argument that has been put forward by Brunet and his team in support of the bipedality of *Sahelanthropus* (see for example Schaefer, 2010).

The fossil discoveries linked in the popular press to these celebrities, are usually important, but in most instances the focus has shifted from the fossil discovery to personalities (Fig. 16) – in the case of *Sahelanthropus*, the person fêted (Michel Brunet) was not in Chad at the time the fossil was found, although most newspaper coverage gives this impression (Fig. 17). The small team of dedicated field researchers who made the *Sahelanthropus* discovery have faded into obscurity, their French team leader unwillingly repatriated to France, where he would be unable to make any similar discoveries.

Almost unknown to the general public is the fact that the *Sahelanthropus* paper in *Nature* acknowledges discussions with Lubaka – reputedly the name of Tim White’s cat. Not only that, but one of the multitude of co-authors is a Chadian chauffeur who is unable to read and write. More extraordinary still, is that, thanks to his co-authorship of a paper in *Nature*, the chauffeur has a higher SCI than many experienced and professional palaeoanthropologists.



FIGURE 16. Michel Brunet on camel back in Libya. Richard Leakey had similar images taken of himself in the Turkana Basin, but he avoided having the camera and sound equipment intrude into the image so that the Lawrence of Arabia atmosphere would not be spoiled (from *Le Nouvel Observateur*).



FIGURE 17. Top row - Cutting from *Le Nouvel Observateur*, January, 2010, celebrating the decade's greatest advances in science. Michel Brunet was in France at the time of discovery. The term "palaeoanthropologist" has had to be considerably modified to accommodate Michel Brunet in it. The fossil was not exhumed, since it was lying on the surface of the desert. The interpretation of the fossil as undoubtedly the first biped and ancestor of all the hominids is far from being accepted by the majority of palaeoanthropologists. In addition the age of 7 million years is not secure. Apart from that, *Le Nouvel Observateur* should be congratulated on its dissemination of the discovery of an important fossil in Chad in 2002, although its scientific name *Sahelanthropus* would have been preferable to its nick-name. Bottom row – Diverse aspects of the Toumaï phenomenon, left: promoting air travel, centre: L'Espace Toumaï in Poitiers, and right: recognition of Michel Brunet's contribution to Science, University of Poitiers.

THE SIMULTANEOUS GROWTH OF PALAEOCELEBRITIES, SCIENCE LOBBIES, THE SCIENCE CITATION INDEX (SCI) AND THE JOURNAL IMPACT FACTOR (JIF)

Ever since the Russians sent the Sputnik into space ahead of American attempts to do the same thing, Americans have been paranoid about lagging behind the rest of the world in science. An outcome of this paranoia has been the development of a method of measuring the quality of the scientific output of individuals and laboratories so that a score can be kept of American science performance against that of other countries. The premise behind this initiative was that a scientific article that is cited often must be better than a paper that is rarely or never cited. Gregor Mendel must be turning in his grave – his SCI was zero until four decades after his death.

Judging the quality of a scientific paper is a difficult thing for bureaucrats to do, hence the notion that citation of a paper by scientific peers might provide a means of assessing the scientific merits of a publication. Secretaries (few of whom have any serious scientific expertise) could easily scan the reference list at the end of scientific articles, count how many times each article is cited and thereby provide a measure of metascientific data concerning the author or the laboratory that published the article. Thus was born the Science Citation Index (SCI). The same procedure was applied to journals, which has resulted in the creation of the Journal Impact Factor (JIF). Increasingly in western societies, principally in America, but sadly, also in the Old World, the SCI and the JIF, are being used to assess the quality of scientific output of individuals, laboratories and journals. Few people have paused to ask whether the SCI and the JIF provide an accurate measure of the quality of science, or whether they merely record the number of times an individual, a team or a journal has been cited by another individual, team or journal. Indeed, because it is easier to criticise a poorly written scientific paper, or one with weak arguments, such papers tend to obtain a higher SCI score than a well constructed, well documented and well argued paper which is difficult to comment on, although easy to accept because of the excellence of its scientific content. In such cases the SCI yields a higher score for poor papers than for meritorious ones. Apart from these weaknesses, the SCI and JIF are calculated by searching only a limited sample of journals – most journals from third world countries are not surveyed, many from the developed world are ignored, and books, conference proceedings and the like, never figure in the calculations. Charles Darwin rarely published in what would today be scored as journals with a high-ranking JIF. His books on evolution would not be included in the samples. One can barely envisage a less credible method of assessing scientific merit.

The focus on the SCI and the JIF has given rise to two phenomena – A) selective citation (auto-citation, lobby-citation, and non-citation of the work of rivals), and B)

selective submission (overloading journals that enjoy a high-ranking JIF with large quantities of submissions). Both phenomena are nefarious to science, but both are exploited by lobbies to increase their influence.

Under normal circumstances, scientists who are devoted to the advancement of science cite all papers relevant to the subject being discussed. But under the SCI and the JIF banner, the temptation to drive up an author's or a team's SCI has given rise to the absurd (and counter-productive) situation whereby important references that have been published by rivals tend to be omitted from the bibliography (in order not to boost their SCI), whereas papers of marginal interest to the debate are cited in order to augment the SCI of authors or teams belonging to the same lobby. Similarly, the flood of submissions to high-ranking journals by scientists and laboratories anxious to increase their SCI, makes it easier for lobby members who sit on editorial and refereeing committees to recommend to editors the rejection of manuscripts submitted by rivals, sometimes on flimsy grounds such as shortage of page space, or that the contents are not original, are of marginal interest or run counter to established views, whereas they can promote papers by members of the same lobby, regardless of the scientific merits of the paper.

The outcome of this activity is that the SCI and the JIF rarely reflect the realities of scientific debate, and almost never do they provide an accurate measure of the quality of the science being published. All that the SCI and the JIF do is fuzzily measure quantities which bear little or no relevance to quality.

It is therefore bizarre, to say the least, to find that government agencies, universities, research institutes and museums often based recruitment and promotion decisions on such patently inaccurate (and irrelevant) metascientific data, although recent research reveals that the practice is becoming less common (Abbott *et al.*, 2010). All that it facilitated was the recruitment, promotion or funding of people who belong to lobbies. Nefariously, a defective SCI of a candidate is manna to lobbies that are thus enabled to stress, in all honesty, that the candidate should not be recruited on account of his defective SCI score. In such cases the SCI thereby imperils the recruitment, promotion and funding of scientists who perform excellent science but who do not wish, for one reason or another, to inflate their SCI or to compromise their science by agglutinating to lobbies.

Although fewer and fewer institutions base recruitment on scientometric data (Abbott *et al.*, 2010) it is clear that publishing in the "Big Three" (*Nature*, *Science*, *PNAS*) can lead to press interest, which can significantly improve a candidate's chances of being recruited. Thus even though the candidate's SCI may no longer be taken into account directly by recruiting committees, it sneaks in via the back door thanks to well-timed press exposure.

At their worst, lobbies end up full of weak-willed, like-minded people, who chant the same old mantra for years on end. This is one reason why some sectors of

American palaeoanthropology are 30 years behind palaeoanthropologists in some European countries. Throughout this period, American palaeoanthropology has been largely dominated by three lobbies (two on the east coast, one on the west) which control access to high ranking journals, who sit on funding, recruitment and promotion committees, and government advisory boards, and who ensure that rivals are unable to do the same. As a result many excellent scientists and teams of scientists, with which America is relatively well endowed, have been marginalised by such lobbies, or have had their activities curtailed or hampered due to lack of funds or recruitment possibilities.

Overall, therefore, preoccupation with the SCI and the JIF in America, and increasingly in Europe, has had the opposite effect to that hoped for. It has fostered the growth of lobbies which in the medium and long term have eroded American science even more than was the case during the cold war. The failure to include many journals from Russia, Eastern European countries, India and China in the SCI surveys (don't even think of including African journals in the count), has blinded the authorities to the fact that all these countries are actively engaged in science, and, for better or for worse, are publishing the results. The focus of the SCI and the JIF is predominantly on journals published in English and other major languages, which has drawn attention away from journals that publish in other languages, thereby increasing the bias that existed during the sputnik era, which ironically was the motive for America to invent the SCI in the first place. The ways that the SCI and the JIF were implemented has thus been self defeating, and in retrospect, both of them have had a negative influence on the advancement of science in America.

The rest of the world is beginning to wake up to the fallacy of the SCI. When a young American researcher applies to carry out research in an African country, he would be well advised to leave out of his Curriculum Vitae information that he has published X papers in journals with a high ranking JIF. What this means to arbitration committees in some countries is that the person concerned belongs to a lobby intent on unilaterally exploiting the resources of that country. It does not necessarily signify that he is an excellent researcher, only that he may be well connected politically in his homeland.

In the meanwhile, anti-scientific enterprises in America have flourished, largely fuelled by the antics of palaeoevangelists and their lobbies, and facilitated by access to internet. One might well ponder whether the palaeoanthropology lobbies aren't in reality covert agents working for the enfeeblement of science in America, collaborating hand in glove with creation scientists and intelligent designers. All three groups are undermining American science; only the means of doing so differ.

In all these activities, access to the mass media is crucial, and this is provided by its various guises - newspapers, radio, television, books and the internet. The first three are relatively easy for lobbies to control, being by nature strongly hierarchical

and centralised in structure and thus readily accessible to manipulation, a weakness that was found out too late by the Incas. The fourth and fifth are the scientist's wild cards, particularly the fifth which is the Achilles' heel of lobbies and personality cults. More and more, the signal going out to people who want to know about human origins is "Don't rely on newspapers to learn about human origins. Go to the scientific journals and internet, but approach the latter with discrimination". Some Blogs are excellent, as are articles in Wikipedia, although treatment of a subject in Wikipedia can vary enormously depending on the language. The French entry on *Sahelanthropus* (Toumai) is excellent, well-balanced and informative and provides a clear résumé of the debate about the skull. In contrast, the English version is poorly presented.

Has American science been well served by the palaeoanthropology lobbies? In short, No! A few privileged lobby members have been assured long term access to fossil sites in African countries, but the overall level of palaeoanthropology has spiralled downwards. *Ramapithecus*, *Kenyapithecus*, KNM ER 1470, *Kenyanthropus* and *Ardipithecus* provide the proof. Have source countries been well served by palaeoanthropology lobbies? Again, the answer is, in most cases, NO!! Kenya is a prime example: more than two generations after independence, foreign domination of its palaeontological resources is firmly established and shows no signs of weakening. Kenyans have been discouraged from getting involved in any meaningful way in the exploitation, study and publication of hominoid fossils found in their homeland. For the past five years, the few Kenyans who have been permitted to study fossil sites in the Turkana Basin, northern Kenya, have had to arrange access through an institute based at a major east coast university in North America.

THE PERSONALITY CULT IN PALAEOANTHROPOLOGY

American palaeoanthropology lobbies have enormous influence with the popular press. Indeed, fame of the kind enjoyed by palaeocelebrities, is only possible through the actions of the media. Palaeocelebrities, like all celebrities (Figs. 18, 19 and 20), are a creation of the mass media, but in accepting to become celebrities, they become enslaved by their creators. America does not create celebrities without a reason (in the USA, there's no such thing as a free lunch). In the case of palaeoanthropology, the persons so chosen have been expected to act on behalf of America for the rest of their lives, ensuring access to fossils, fossil sites and other resources in the African countries where they live.

In America and Europe, there are close parallels between palaeocelebrities and political celebrities. Without the press, such people would not become "world-famous" or "world-renowned": their scientific output, on its own, would not merit such a description.



FIGURE 18. The American press is adept at creating celebrity figures. Merit plays a minor role in the process as two paragraphs in this article by Michael Carey in the *New York Herald Tribune* concerning a would-be vice president of America, reveals: “We learned how celebrity is created through images, words, legends and, in a few cases, outright fabrication” and “America made her a Celebrity”. The same could be said of palaeocelebrities, none of whom, from the point of view of science, really deserved the status that they have gratefully accepted and which they and their supporters ferociously defend.

Over the past 60 years, the palaeocelebrity phenomenon has had little to do with the quality of science being carried out by the few individuals who have achieved this status (Fig. 19). Almost universally, their press announcements have been massaged, some to such an extent that they border on, or achieve the status of, propaganda. For celebrities and their lobbies, important fossils provided the means to achieve fame, with the focus of the press being firmly directed onto the personality, the fossils and science dim in the background, or sometimes not present at all.

Several colleagues in America, who happened to be independent of the lobbies when they were young, published a lot of interesting results, often under difficult conditions, short of funds, and lack of tenure. A few joined lobbies in their middle age, and since then the quantity of interesting papers published by them has shot downwards, as has the originality of their research. They have secured

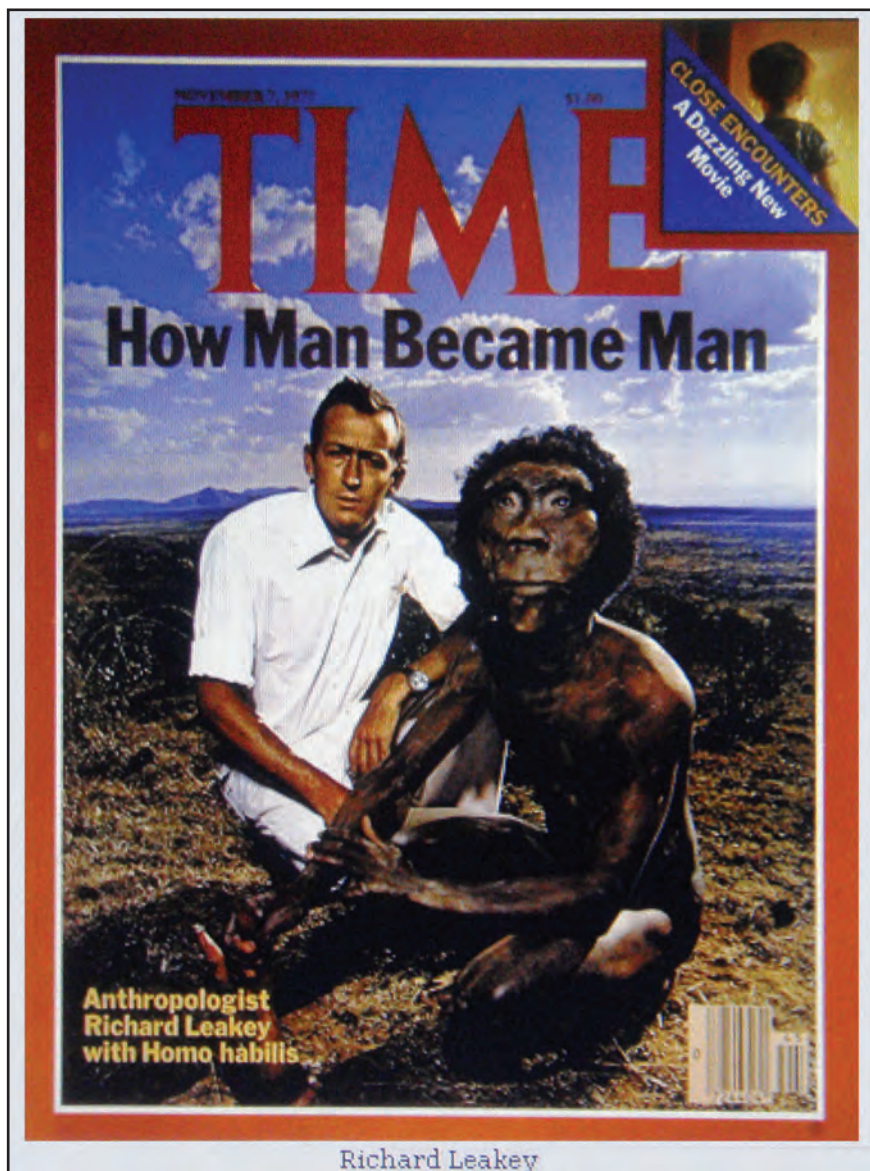


FIGURE 19. This cover of *Time Magazine* of November 7th, 1977, needs no comment.



FIGURE 20. Much of the publicity about palaeoanthropology during the 1980s and 1990s focussed on the social aspects of the discipline, rather than on the science. In this article from the *Sunday Times* of 19th March, 1995, the press is promoting the view that palaeoanthropology is a battleground over funds: not far from the mark, as it transpires, but of little interest to the science of palaeoanthropology. Don Johanson, with the skulls in front of him was gradually fading into obscurity, having enjoyed a few years as the super-star of American palaeoanthropology.

their future at the cost of entering philosophia, a price that many genuine scientists would find impossible to pay. Because such people now belong to lobbies they can carry out research in Kenya, for example, but seldom seem to publish the results. The energy and motivation to publish has dwindled – they can advance administratively because of their lobby connections, but they do need to devote time to lobby-related activities, such as sitting on committees, arbitrating scientific articles, and raising funds, all of which eats into their research time.

But not all important hominid fossils lead to their discoverers becoming celebrities. Indeed, usually the opposite is the case – those established in influential lobbies with good connections to the press fight tooth and nail to minimise the discoveries of other teams and individuals. Some researchers have even been jailed for their efforts, but in general the attacks have taken place in the press with innuendos about research being done without permits, or whilst “poaching” on other people’s sites, or that the circumstances of the discovery were unfortunate, or assertions that the researcher is a “maverick” (as it happens, a compliment for a scientist who doesn’t subscribe to dogma) or that he has “stolen” the fossils from the country, or illegally exported them. Lobbies can be extremely inventive when their interests are at stake.

By this means, people who have had a history of disseminating substandard science or even sheer propaganda via the press and television, have, with the aid of their lobbies, risen to the stratosphere of celebrity, and have become enormously influential in scientific and other circles, predominantly because they are useful politically, clearing the way for lobbies to control fossil and other resources in African countries. Secondly the propaganda has helped sell more newspapers and bump up viewer counts, always welcome news to newspaper owners and TV moghuls (Simpson, 2010).

Those people who do not wish to compromise their science and scientific integrity, tend to avoid such lobbies, but by doing so they run the risk of having their scientific activities exposed to harassment of diverse kinds, as a Japanese palaeontology team found out to its cost. French and Austrian teams have also been targeted, and so, ironically, have some American ones. One such hazard that such free-minded scientists may encounter is "poaching". Submission to a high ranking journal of a manuscript describing the discovery of a new fossiliferous locality, for example in Niger or Egypt or Thailand, has a good chance that the submission will be refereed by a member of a lobby, who may then alert members of his lobby well in advance of the publication date, so that they can exploit the site before the original researcher can do so. Ideas expressed in funding applications to foundations which delegate assessment of dossiers to scientific committees, run the same danger if lobby members sit on the committees.

Likewise, unbelievable as though it may seem, some lobbies routinely "poach" fossil discoveries made by teams from other countries and publish the findings before the original discoverers have been able to do so. Since 1995, a team from France has done this at least three times to a Japanese team working in Thailand, aided and abetted by a Thai researcher trained by the lobby, who, as a matter of course, alerted its leader as to the movements and findings of the Japanese team. Her position in the sole institute in the country responsible for the curation of fossils was crucial to the lobby – the Japanese team had to declare fossils it had found to the institute, and lodge them there, thereby greatly facilitating the task of the mole in passing on information and providing early access to the fossils to her European lobby colleagues. Predictably, two of the papers published by the "poachers" concerned fossil Miocene hominoids, each time followed by extensive media coverage, which eventually culminated in a meeting with the president of France who had expressed a wish to see the important fossils "found" by his countrymen. Invertebrates and plants collected by the Japanese team were safe – their mediatic value is minimal. A fourth attempt at "poaching" was halted, but only because one of the referees of a paper on the "poached" fossils was aware of the real circumstances of the discovery and was able to alert the journal about the chicanery before the manuscript was accepted for publication. Had the Japanese team been affiliated with a powerful western lobby, this "poaching" would not have occurred.

Poaching by American lobbies is not confined to foreign targets. Americano-American rivalry can be virulent, as Dr John Kalb knows only too well. Founding co-leader of the International Afar Research Expedition, he was eventually forced to leave Ethiopia, accused of being a CIA agent by his colleagues, who, 20 years later, still enjoy unhindered access to fossil sites in the country (Kalb, 2001; Pickford, 2003). Austrian scientists carrying out palaeoanthropology research in Ethiopia have been harassed, their field camp attacked and tents torn down. The French, who were the first to identify the rich fossil deposits in the Hadar (Taieb, 1985), were eventually sidelined from the country, and only recently have a couple of young French researchers been able to go back to Ethiopia – by collaborating with the very team from the west coast of America that had had the others removed.

Palaeoanthropology lobbies spend a great deal of energy and ingenuity ensuring that their members sit on boards and committees that decide recruitment, promotion or funding. In one notorious case, the contents of a grant application to a European science foundation to carry out research on a fossiliferous area in an African country, was passed on to a lobby in America, which quickly organised a trip to the site by an American researcher (who was not herself made aware of the background) in order to establish “priority” to work on the site. In the meantime, the member of the lobby sitting on the committee that was evaluating the dossier ensured that the funding application would fail by selecting and briefing suitably malleable lobby members as referees. The result, predictably, was a politically inspired massacre of the project, replete with misinformation and half-truths, with almost no mention of the scientific content of the application.

It is not unknown for palaeoanthropology lobbies to influence government employees in African countries. In one instance, a junior and very inexperienced post-graduate palaeoanthropologist from a well known university in the Eastern States, with the support of her PhD Thesis supervisor, a prominent member of one of the eastern American palaeoanthropology cliques, rode rough-shod over an African country’s National Council for Science and Technology, in order to displace a team from France that had been carrying out palaeontological research there for a number of years. The lobby, apparently working through the embassy, provided the incentive to a civil servant employed by the council to make decisions favourable to the US team, at the same time that two prominent members of the lobby wrote to the French team’s patron instructing him to deny support to his team (Fig. 21), backed up by a threat to launch a nasty and sustained publicity campaign in the press against him if he didn’t comply.

The French team that had been working in the country for several years had built up good relations with its African colleagues, who investigated and identified the mole at the council, but didn’t inform him of the fact. They revealed the mechanisms being employed to favour the American team (one of the techniques

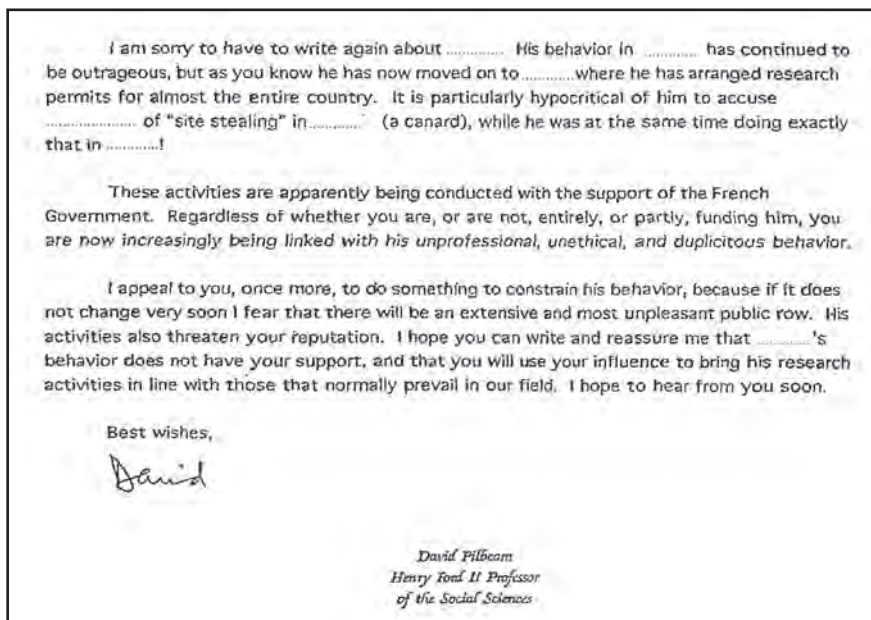


FIGURE 21. Part of a letter from David Pilbeam to a senior French scientist demanding action against a colleague, backed up with a threat to orchestrate an extensive and most unpleasant public row if he doesn't conform to the lobby's wish to prevent the colleague from carrying out research in two African countries, by starving him of funds. This letter is, unfortunately, rather typical of the east coast palaeoanthropology lobby, even if mild compared to some that have been sent. Pilbeam was aware of the fact that the colleague had been invited by the governments of those countries to undertake the research there, but then, why bother with what the natives want, when, in his mind, control should be exercised from the east coast of America?

used was to delay or "lose" the French team's applications so that 'priority' was given to the US team on the grounds that it had applied first). Acting on this information, the French team made its usual application for research clearance, but included two fictitious fossil sites in the project description, with suitable words about their palaeontological potential. Predictably, both sites were awarded to the American researcher on the grounds that she had applied to work there first. With this evidence in hand, the French team informed the director of the council who moved to have the mole neutralised. He was shifted to library administration where no decision making was involved. Meanwhile his children continued their education at an international school at tax-payer's expense.

Was the American researcher penalised for such manipulations? Not at all. Despite her ineptitude, she was rapidly promoted to Assistant Professor at a well known Mid-West University over the heads of more competent palaeoanthropologists, notwithstanding that she and her team had published a series of papers which revealed that

they could not tell the difference between a rodent and a galagid, or a palaeochoerid and a monkey. Indeed, she and her team interpreted a humerus of a rodent as that of a galagid (bush baby) and the femur from the same species of rodent as that of a lorisid (a slow loris). As though that weren't bad enough, she then went on to claim that these two fossils would throw light on the timing of the split between galagids and lorises. The next paper concerned a maxilla with two teeth that she and her team attributed to a cercopithecid (Old World monkey) which is in fact that of a palaeochoerid (an Old World peccary-like suiform), in the meantime claiming that it was the oldest known monkey in the fossil record. This fossil was subsequently attributed by the same person to the Hippopotamidae. Prior to this she and her colleagues had published a new genus of hominoid which turned out to be a synonym of a well known species from Kenya, and she attributed postcranial bones to the species which belong to two different genera of hominoids. To add sauce to the dish, she included a fragment of scapula in the species, which belongs to an artiodactyl. So, how come that such an incompetent researcher could be promoted to a leading American University in the position of Assistant Professor, where she is responsible for the education of young scientists? The answer is "the lobby" and the press campaign organised by it at the strategic time. Had she not been an intimate and active member of an influential lobby she would not have had a snowflake's chance in a blast furnace of getting the position. One really has to ask whether the power of the lobby is good for American science.

USING THE POPULAR PRESS TO OBTAIN JOB SECURITY AND ENSURE FUNDING

Competition for salaried science posts in America is vicious; palaeoanthropology posts perhaps more than in most other disciplines. Under such circumstances, all tactics are fair play, but one of the strongest cards that a candidate can have when applying for a post is to have a recognisable name. This is where publicity is essential, and what better way to obtain it than to publish a paper in one of the "Big Three" science journals with all the attendant pre-publication distribution of the article to journalists under embargo, to ensure adequate press coverage? Belonging to a lobby that facilitates access to the journal at the optimal time is essential, otherwise don't bother, it's a waste of time and effort. Above all, don't count on scientific merit; in America, it appears to play only a minor role in recruitment decisions.

It is a well established dictum that "A week is a long time in politics". The same applies to science announcements in the press. The attention span of the public, especially that in America, is extremely short, usually less than a week. Google word searches reveal quite a consistent pattern – announcements of important discoveries produce a peak in key word searches for a day or two after the an-

nouncement, which drop back to background levels after five or six days. Subsequent publicity produces a similar peak, usually for a similar period of time. For this reason it is necessary to ensure that the publication of the candidate's paper occurs at just the right time, one or two months before the recruitment panel meets to decide on the suitability of candidates for the job (i.e. when they receive the dossiers to read in preparation for the meetings), followed by a second round of publicity ten days or two weeks before the panel meets. The quality of the science being advertised is of no consequence, the important thing is to have a name that is recognisable to the panel members who are concentrating on who should be recruited.

The same tactic applies to teams who are anxious to boost their chances of being funded by government and other research foundations. A good session of publicity towards the end of the year when committees are meeting to decide on how to slice up the funding cake and pondering on who should get the choicest wedges, can't hurt, especially if it is followed up a week later with a film release on television. Once again, the quality of the science being advertised is of little relevance, it is the press exposure that is essential.

Big Science Palaeoanthropology and the constant anxiety about funds

Scientists generally need funds to make advances in science, but there is never enough money to finance everyone. This means that whatever funds are made available for scientific research are the focus of competing claims. Heads of laboratories and individuals are constantly seeking ways to ensure success during the next round of grant applications. Raising funds is a chronophagic hassle that keeps scientists away from the laboratory bench or the research library. In most cases, researchers focus their energies on doing good science, in the hope that their applications for funds will be assessed on the basis of the solid science that they have performed during the preceding years. But such is not always the case. Some palaeoanthropologists and a few molecular anthropologists have earned themselves bad reputations (let us not enter into the murky world of climatologists who scare all and sundry with their grisly predictions of the hazards of global warming (Allègre & de Montvalon, 2010)). Massaged data, suitably slanted mediatic announcements, and compromised science are all par for the course for some people, all done with the intent of obtaining a disproportionately large slice of the funding cake.

The outcome can sometimes border on the ludicrous. The Black Eve hypothesis, in which mitochondria from women resident in California were analysed to produce a phylogeny of modern humans, is a case in point. The approach was biologically suspect, the algorithm used to analyse the data was one of many that produce mutually conflicting results, and the computer was instructed to search

for trees with Africans at the base. Surprise, therefore, that, out of the trillions of possible trees, the computer spat out a result with Africa at the base. More surprising still, was that such a classic circular argument would appear with great fanfare in *Nature*. Papers on similar subjects continued to be published for a while, but nowadays the analyses are done to amuse people about their possible ancestry to one of seven ur-women. Harmless fun, I suppose, but not serious science.

Similar levels of scientific absurdity have peppered the literature on climatic change. The science behind the dire consequences of “Global Warming” and other climatic horror scenarios has been less than objective (the “Big Science” of Allègre & de Montalvon, 2010). Data massaging has become common, selective data presentation is rampant and the preoccupation with fear is ever-present, accompanied by the installation of lobbies that prevent the publication of alternative scenarios. We should all be concerned with changes wrought to the environment by human activity. But channelling our energies and resources into poor science is not going to resolve the problems we have created. The great impact that humans have on the globe is basically one of demography. Politicians can hardly be expected to participate in such a debate with serious propositions, and some scientists know it: so let’s all attack global warming, rather than look the real problem in the face. Above all, such people say, is “Give us money: we want to stop glaciers from melting”. But throwing money at such a problem is not going to solve it – indeed throwing it to the wrong people may well exacerbate it.

Seeking money can become addictive. It expresses itself as an obsessive preoccupation with raising funds. Just as a compulsive gambler is drawn towards the gambling table or the slot machine, and an incurable alcoholic to the bottle, drachmanoiacs become dependent on the activity of seeking money (not having it – some extremely rich people who don’t need to have more, are nevertheless constantly seeking more). Being awarded funds does not quench the fires; on the contrary, like a gambler who goes to the next slot machine after winning the jackpot, drachmanoiacs are driven to search for more money, no matter how much funding they obtain. The obsession can completely take over their waking and sleeping lives. Scientists severely affected by the syndrome no longer practice science (they become “fund-raisers”), their family relations can break down, in severe cases culminating in divorce. It remains to be determined whether people prone to compromise their families and science end up drachmanoiac, or whether the drachmanoiac encourages their infidelities. Is it coincidental that all palaeoanthropologist celebrities have divorced and all have seriously compromised their science, not necessarily in that order? The sample is small, so perhaps it is just a coincidence, especially given the high rates of divorce in America and some European countries.

DIFFUSION OF PALAEOANTHROPOLOGY TO THE GENERAL PUBLIC AND THE MARGINALISATION OF SCIENTISTS IN SOURCE COUNTRIES

Since the discovery of the Taung (South Africa) juvenile hominid skull in 1924, the focus of research projects aimed at throwing light on human origins has been largely adjusted onto African countries. The stage lights have occasionally swung towards the Indian Subcontinent, notably when *Ramapithecus* was, for a brief interlude, erroneously considered to be an early human ancestor (Simons & Pilbeam, 1965) until the fossils attributed to it were shown to be the females of extinct apes. The lights have shone transiently on China and Thailand, only to swing inexorably back to Africa. From time to time the lights have played on European countries, notably Turkey, Hungary and Spain, but they seldom tarry there for long. The treasures in the Rift Valley keep attracting them back to Africa.

The major difference between the scientific announcements concerning fossil hominoid discoveries in Europe and Asia on the one hand, and African countries on the other (with the partial exception of South Africa and Ethiopia), is that in Eurasia, citizens from the countries participated fundamentally in the study of the fossils. In Africa, other than South Africa and Ethiopia, palaeocelebrities and their teams have consistently sidelined the citizens, any publicity accorded to them being of a token kind, aimed at giving the erroneous impression that citizens are deeply involved in the science and are not just pairs of sharp eyes employed to search for fossils.

In the East African Rift Valley (Tanzania, Kenya, Ethiopia), where the lion's share of fossils relevant to the study of human origins has been found, local citizens are notable by their invisibility (Fig. 22), not only in scientific publications, but also, to a great extent, in the popular press. Kenyans in particular have been very effectively marginalised from palaeontology and archaeology since independence in 1963, whereas Tanzanians and above all, Ethiopians, have made some headway in getting training, establishing scientific careers and getting their share of credit for their work. At independence, the latter two countries had no white palaeoanthropologists calling the shots there, and were thus largely exempted from the kind of hands-on control that Kenya has suffered.

Exclusion of Kenyan citizens from their own fossil resources has been managed extremely efficiently. The few Kenyans who were able to obtain training in palaeoanthropology have either been discouraged from continuing research in the country, or have been permitted to study only the younger fossils related to the latest stages of human history. Quite a few of those who have received training have opted to remain in the USA after graduation: they are simply not welcomed back home by the palaeoanthropology community that controls their country's resources.

One such local archaeologist, Dr John Onyango-Abuje, who, in the mid 1970s, successfully completed his PhD in Archaeology in a university located on the west

Daily Nation **On The Web**

Kenya: Slowly By Slowly, Reluctant World Starts to Credit Local Scientists

Tim Querengesser 10 August 2007

Nairobi - The unveiling on Thursday of fossils unearthed near Lake Turkana that challenge theories of human evolution was itself an evolution of sorts for Kenyan archaeologists.

Renowned palaeontologist Meave Leakey did not attend the event at the National Museum in Nairobi - where visitors are greeted by a statue of her father-in-law, palaeontologist Louis Leakey.

FIGURE 22. Extract from the web site of the Daily Nation newspaper, Kenya, 10th August, 2007, the focus of which was on credit for discoveries made by local scientists. This article ended up with a plea for proper credit to be given to local scientists. It was written in reaction to announcements in Britain and America which credited the discovery to Meave Leakey, barely mentioning the role of the Kenyan scientists who made the find.

coast of America, made the unfortunate choice of being educated in the wrong institution. He wasn't to know that, at the time of his studies in America, a ferociously territorial lobby was being set up on the eastern coast, headed by a young, inexperienced and poorly educated Kenyan citizen, whose father happened at that time to be the director of the National Museum, who was politically well connected in Kenya, and who was soon, himself, scheduled to take over directorship of the museum from his ailing father. The American lobby that supported this poorly educated, but politically well connected Kenyan, was keen to assure unhindered access to Kenyan fossil sites for its members, so an unholy alliance was born between them.

When Dr Onyango-Abuje returned to Kenya, he joined the National Museum as a member of staff, and was soon asking why a Kenyan citizen with a PhD should be subservient to a director who didn't even have A-levels from a secondary school. He was in effect, manoeuvring for the director's post. The east coast lobby saw a danger to their plans, so a sharp lesson in real-politik was called for. Dr Abuje spent a couple of weeks in hospital, before his career was ruined by the director of the museum through the agency of Kenya's Attorney General's Chambers. The museum director also learned a lesson – do not encourage Kenyans to go to university to study prehistory and then return to Kenya to work at the National Museum. Make sure that any who do graduate and try to return don't last there long. None have.

For trying to promote the training of Kenyans, the author has been called "evil" by Meave Leakey, the wife of the ex-director of the National Museum of Kenya (Gibbons, 2006). But this is a compliment; Mahatma Gandhi and Nelson Mandela,

among many others, knew that people who fight for their rights are often called evil by those denying them their rights.

Bluntly put, the rich palaeoanthropological fossil record of Kenya has been used to benefit foreigners and a single family of Kenyans, and not to ameliorate the condition of local scientists or to promote Kenyan science. The power base and finances for this exclusion reside in America, but the players are orchestrated by a Kenyan family for the mutual benefit of both. Although the names of Kenyan citizens sometimes make it to the newspapers, access to the media is severely controlled by palaeocelebrities who work hand in glove with, and indeed, control some of the influential American palaeoanthropology lobbies.

Two generations after Kenya's independence, its fossil resources are still securely tied up by neo-colonial interests. Since 1963, over 300 PhD theses have been written on Kenyan fossils, fossil sites, archaeology and geology, of which fewer than 20 are by Kenyans. 85% are by Americans, with the remainder by citizens of other countries. One can only conclude that Kenyans have not benefited from their fossil record to the same degree that foreigners have, notably those from the "Land of the Free".

”Race and National Bias in East African Palaeoanthropology

Category: Africa • Race and Racism

Posted on: February 24, 2010 2:52 PM, by Greg Laden

A half century of struggle has resulted in more than a little change, which we hope is still ongoing.

I was moderately disturbed to see, while watching a brand new documentary on human evolution, credit for the “discovery” of a particular fossil given to a man who had not in fact discovered the fossil. What was interesting about this mis-attribution is that a DIFFERENT guy who is also not the discoverer usually gets the credit. So, my first thought was “What were these two arguing about that led to this outcome, where the more powerful person got the credit?” and my second thought was “Unlikely scenario, that. More likely we are just getting farther and farther away from correct attribution because the original discoverer is dead. And was never an academic. And was a Black African.””

**A somewhat cynical view of East African Palaeoanthropology
by blogger Greg Laden dated 24th February, 2010,
but with an element of truth in it**

As far as many Africans are concerned, the American way in palaeoanthropology and other domains has alienated people from the Cape to Cairo, and from Kenya to Cameroon, whilst often rewarding incompetence at home in the good old USA.

THE TRINITY OF FAME, MONEY, AND POWER

For 60 years, palaeoanthropology has been diverted from its scientific aims by a small number of people who have sensed the “fame, money and power” which an important discovery concerning human origins can bring (Bowman-Kruhm, 2005). The three go together as conveniently as the holy trinity: different aspects of the same thing, each providing support for the other two in intimate feedback loops. If one collapses, so may the others; so each must be protected with vigour.

It is perhaps no coincidence that the most famous of the palaeoanthropology “families”, the Leakeys of Africa, as they have been dubbed on more than one occasion, came from missionary stock who well understood the concept and power of the trinity, even if they didn’t ascribe to it personally.

During the Victorian Era, missionaries were trained to convert natives around the world in order to make them more malleable, and thus easy to colonise. If the natives proved recalcitrant, then gunboat diplomacy was an effective way to convince people to change their minds, at least those near the world’s coasts. It didn’t always work. Trade would follow “pacification”, followed by farmers and miners who needed land, and lots of it, to produce cash crops and minerals which would be exported to feed the empire’s mouths and factories. Missionaries, who were given intensive training to perfect their natural talents and skills, were sent in advance of the colonisers. They were selected for their abilities to sway the minds of people, convince them to hand over their land, often in exchange for conversion, as happened to the Kikuyu tribe in Kenya, regardless of the consequences that might flow from such actions (the Mau Mau rebellion, which grew out of the land issue, followed two generations later). But missionaries needed something more than the “gift of the gab”. How to convince people en masse to convert to a foreign way of thinking?

What better way than employing the concept of a superhuman being? What better way to ensure fame, riches and power, than the control of ideas concerning human origins by a celebrity who is so superior to ordinary mortals that he sits next to the stars? With this approach to the science of human origins in mind, the missionary zeal that typifies human evolution announcements comes as no surprise, nor does the use of gunboat diplomacy against those who threaten to enfeeble or hinder the dominant position of palaeocelebrities and their loyal apostles. When such a system has been put in place, as has been the case in American palaeoanthropology, it does not usually result in uplifting the people, rather the opposite. It has been done to dominate them, so that “fame, money and power” will continue to accrue to those who are already famous, wealthy and powerful. For these people all other pretenders to similar “fame, money and power” must be crushed before any damage is done.

Reputable science, in the meantime, takes a back seat.

CONCLUSIONS

One of the more pleasurable duties of a scientist is to disseminate knowledge to the general public. Most scientists do it willingly when called upon to do so, many do it free of charge, and most try to pass on an accurate assessment of the research findings. However, there are several palaeoanthropologists who, for the past half century, have exploited the outlets provided by the press for other purposes, notably to increase their influence and power, to create and foster lobbies that control science funding, recruitment and promotion, and deny citizens of African countries the right to study fossils found on their land. Notably, the announcements to the press by these people have tended to be propaganda rather than reputable science: they purvey yellow science.

Palaeoevangelists have frequently distorted their scientific discoveries (ranging from simple hype to outright propaganda) and they have generally insisted that the focus of the press be on them primarily and on the fossils and science only secondarily. The American press, urged on by lobbies, has been a willing partner in this enterprise, providing frequent sniffs of publicity, the oxygen that is essential to the well-being of celebrities, without which they would drop off the radar screen. By this means the yellow press has perpetuated the tenure of palaeoanthropology celebrities, which in turn has triggered the attendant growth of personality cults and augmented the influence of lobbies. The symbiosis is complete; celebrities in African countries ensure that selected personality cult members from America have long term access to a country's fossil resources, while the lobby members provide the power base, funds and on-going publicity to keep the celebrity in an influential position; so long as he or she ensures unrestricted access to prehistory resources in that country.

One unexpected outcome of this focus on the personality rather than the scientific idea has been an upsurge in the Creation Science and Intelligent Design movements, notably in North America, but also to some extent in Europe. But more dangerous to society than either of these movements, is the long term malaise that lobbies have engendered in the domain of palaeoanthropology. Lobbies like to control access to recruitment, promotion, funds and publication outlets by sitting on committees and refereeing panels, where they can favour like-minded lobby members and hinder rivals. A long term result of such activity is that some well funded American palaeoanthropologists and their "Big Science" teams (White *et al.*, 2009) are now 30 years behind the times when compared to some European teams. There are many excellent palaeoanthropologists in America, but the power has resided for too long in the hands of a few palaeocelebrities (some of whom are not even citizens) whose influence far outweighs their commitment to good science. The outcome has been inevitable: good scientists with independent minds have often been marginalised, whilst weak willed yes-men have frequently been

recruited and promoted. The outcome for Science has been less than desirable: yellow science has prevailed over real science.

Dissemination of science via the mass media should continue; it is a duty of scientists to reward the general public with information about their findings, which, at the end of the day, have usually been funded from the public coffers. The internet has led to a vast burgeoning of science diffusion, but it has also facilitated unscientific and anti-scientific activities. But the latter are not as dangerous to society, or to the advancement of science, as the propaganda disseminated by scientists themselves, or by the lobbies that have coagulated around certain palaeocelebrities. These lobbies and palaeoevangelists are far more pestilential to science than the most articulate and productive of creationists or intelligent designers.

It is ironic that American support for certain personalities in African countries, aimed at facilitating their palaeoanthropological and other activities in those countries, has in some cases led to a degradation in the quality of American palaeoanthropology output. Many a competent American team has suffered exclusion from these resources, simply because they don't adhere to, or ascribe to, the lobby concept. Those who have adhered to the star system have themselves become victims of their own propaganda. It has been a disaster for African science.

I have a dream which would be a nightmare for palaeocelebrities and their lobbies. A Kenyan scientist encouraged to study and carry out research, receives seed funds which allow him to conduct field research in his home country. He finds a hominoid fossil, which he then studies and publishes in a local Kenyan Science Journal. The find is important, and the world press latches onto it, not because it was published by *Nature* or because news of the discovery was released to journalists under embargo, but simply because it was an important discovery accompanied by competent description and interpretation. The focus of the press announcements is primarily on the fossil, but does not neglect the scientist. It congratulates him, and the positive publicity plus the competence of the analysis, ensures that he obtains enough funding to continue his researches. This is not an impossible dream – after all 99% of the fossil hominoids found in Kenya were discovered by local people. In sharp, cutting contrast, 99.9% were studied and published by foreigners – that, to me, is the nightmare.

ACKNOWLEDGEMENTS

I am anxious to thank Jean-Paul Saint Martin for encouragement to write this contribution, and the French Embassy in Romania for funds to attend the 7th Romanian Symposium of Palaeontology, Cluj-Napoca. Thanks to Yves Coppens and Brigitte Senut, for constant, unwavering support and encouragement over the past 25 years.

This article is dedicated to people who found important hominid fossils without which the science of palaeoanthropology would not advance : Bernard Ngeneo whose sharp eyes spotted KNM ER 1470, Tom Gray who faded into obscurity after locating the first bits of Lucy, Justus Erus who found *Kenyanthropus*, and the Franco-Chadian team, Djimdoumbaye Aounta, Alain Beauvilain and the late Gongdibé Fanoné, who collected *Sahelanthropus*, not forgetting Aude Bergerat, who had the misfortune to recognise the femur of Toumaï for what it is, and suffered for it. May they, and all the other finders of important fossil hominoids, eventually be rightfully credited with their discoveries, and get some benefit from them.

I remember the many scientists who have been manipulated, marginalised, penalised and harassed by palaeocelebrities and their loyal lieutenants. I remember the scientists who have had their fossil discoveries poached by rival teams. I admire them for not joining power-hungry lobbies in order to prevent repetitions of the same behaviour. I remember the civil servants of African countries who were tempted by lobbies to compromise their professional ethics. Some succumbed to the temptation, only to lose out in the short to medium term, but many didn't. That gives me tremendous hope; more than all the fame, money and power in the world can do. I thank the civil servants, teachers and scientists in Africa and Asia who helped provide access to science resources in their countries without putting hurdles in the way. I remember those who refused to compromise their science for political or expedient reasons, of whom there are many in America. They give me great strength. I remember colleagues who risked getting mired down by the American system – some kept their heads above water, others didn't. I remember with great pleasure the multitude of field workers in Kenya, Uganda, Tanzania, Botswana, South Africa, Angola, Namibia, Egypt, Tunisia, Pakistan, India, Oman, France, Spain and Portugal, with whom I shared unforgettable moments of scientific enquiry. I try to forget those who have put hurdles in the way of science, but I can't. They gave me the incentive to continue fighting for science.

Referring to the quotation from Mary Bowman-Kruhm's book which opens this contribution, I remember the public which, for the past half century, has been at the receiving end of volumes of excruciating and contradictory propaganda about human origins. How can people be expected to assess the merit of fossil discoveries on the basis of the warped science and sheer propaganda frequently disseminated to them? Eleanor Margery Holman, upon reading one such announcement in 1960 concerning *Zinjanthropus* remarked "If you can't be honest, you'll never be a scientist", a sentiment that I have grown to appreciate more and more as time passes by.

REFERENCES

- ABBOTT, A., CYRANOSKI, D., JONES, N., MAHER, B., SCHIERMEIER, Q., VAN NOORDEN, R., 2010, Do metrics Matter? *Nature*, 465, 860-862.
- ALLEGRE, C., DE MONTALVON, D., 2010, L'imposture climatique ou la fausse écologie. Saint-Amand-Montrond, Plon, 287 pp.
- BEAUVILAIN, A., 2003, Toumaï : L'Aventure Humaine. Paris, La Table Ronde, 238 pp.
- BOWMAN-KRUHM, M., 2005, The Leakeys: A Biography. Westport, Connecticut, Greenwood Publishing Group.
- BROMAGE, T., MCMAHON, J.M., THACKERAY, J.F., KULLMER O., HOGG R., ROSENBERGER, A.L., SCHRENK F., ENLOW D.H., 2008, Craniofacial architecture constraints and their importance for reconstructing the early *Homo* skull KNM-ER-1470. *The Journal of Clinical Pediatric Dentistry*, 33(1), 43-54.
- BRUNET, M., 2006, D'Abel à Toumaï : Nomade, Chercheur d'Os. Paris, Odile Jacob, 251 pp.
- BRUNET, M., 2010, Au cœur de la paléontologie. Paris-Normandie, le 24 juin 2010 à 08H00. <http://www.paris-normandie.fr/article/culture-a-la-une/au-coeur-de-la-paleontologie>.
- CLARK, R., 2001, L'Histoire de l'Homme à travers le miroir de la Presse. In : Y. Coppens (Ed.) Origine de l'Homme : Réalité, Mythe, Mode. Actes du Colloque, Collège de France. Paris, Artcom, pp. 281-301.
- DARWIN, C., 1871. The Descent of Man. London, John Murray.
- FITCH, F., MILLER, J.A., MITCHELL, J.G., 1996, Dating of the KBS Tuff and *Homo rudolfensis*. *Journal of Human Evolution*, 30, 277-286.
- GIBBONS, A., 2006, The First Family: A Race to Discover our Earliest Ancestors. New York, Doubleday, 306 pp.
- KALB, J., 2001, Adventures in the Bone Trade. New York, Copernicus.
- PICKFORD, M., 1997, Louis S. B. Leakey: Beyond the Evidence. London, Janus, 164 pp.
- PICKFORD, M., 2003, Jon Kalb. Adventures in the Bone Trade: The Race to Discover Human Ancestors in Ethiopia's Afar Depression. *Isis*, 94, 556-557.
- PICKFORD, M., 2004, Incisor-molar relationships in chimpanzees and other hominoids: implications for diet and phylogeny. *Primates*, 46, 21-32.
- PICKFORD, M., 2005. Orientation of the foramen magnum in Late Miocene to extant African apes and hominids. Jan Jelinek Commemorative volume. *Anthropologie*, 43, 103-110.
- SCHAEFER, E., 2010, Comment, dated 28th May, 2010 in: Rex Dalton, Ardi may be more ape than human. *Nature news*, <http://www.nature.com/news/2010/100527/full/news.2010.267.html>.

- SCHULTZ, A.H., 1956, Postembryonic age changes. *Handbook of Primatology*, 1, 887-964. New York, Karger.
- SIMONS, E.L., & PILBEAM, D.R., 1965, Preliminary revision of the Dryopithecinae (Pongidae, Anthropoidea). *Folia Primatologica*, 3, 81-152.
- SIMPSON, J., 2010, *Unreliable Sources: How the 20th Century was Reported*. London, MacMillan, 593 pp.
- TAIEB, M., 1985, *Sur La Terre des Premiers Hommes*, Paris, Robert Laffont.
- WALKER, A., SHIPMAN, P., 1996, *The Wisdom of the Bones*. New York, Random House.
- WHITE, T., ASFAW, B., BEYENE, Y., HAILE-SELASSIE, Y., LOVEJOY, C.O., SUWA, G., WOLDEGABRIEL, G., 2009, *Ardipithecus ramidus* and the Paleobiology of Early Hominids. *Science*, 64, 75-86.

PALÉONTOLOGIE, VULGARISATION ET GÉOPARCS

Alexandru ANDRĂȘANU

*Université de Bucarest, Faculté de Géologie et Géophysique, Laboratoire de Géologie et Paléontologie,
Bd. Nicolae Bălcescu 1, Bucarest, Roumanie
mesajalex@yahoo.com*

Abstract. Although the science of palaeontology is not only of extreme importance for the progress of earth sciences, but it can also send us in fantastic voyages into the past of the planet, the interest of the general public in the past history of life on Earth is very low. This is due to individual, rather than coordinated efforts to promote palaeontology, inappropriate use of media and inadequate means of communicating palaeontology to the media, as well as to the lack of a joint front of palaeontologists that would enable a unitary public perception of this science. Studies related to the promotion of geosciences show the necessity to adapt the interpretation of geological and palaeontological facts to the personal experience of the public and to challenge the public to discover the connection between the lost worlds and the present world, by integrating the message in a social-economic context. Such an approach is proposed by geoparks, where the geologic information enables to construct three temporal dimensions for the same territory: past, present and future. This way, the public is informed on the practical role of rocks and fossils in direct relation to modern issues like climate change and human impact. Therefore, the geoparks represent strong territories for interdisciplinary research, where palaeontology, education, collaboration with universities and museums, social-economic development and geotourism represent an effective means for geosciences promotion on a global scale.

Key words. palaeontology, promotion, geoparks

1. LA PERCEPTION PUBLIQUE DE LA PALÉONTOLOGIE

La définition de la Paléontologie varie depuis des définitions succinctes qui la présentent comme une science qui s'occupe de l'étude complexe des organismes fossiles animaux et végétaux (DEX, 1998), jusqu'à des définitions plus détaillées qui énumèrent les implications phylogénétiques, l'étude des associations d'organismes fossiles et leur importance dans la reconstitution de l'évolution de la vie à travers le temps géologique (Wikipedia, 2010). Qu'elles soient sommaires ou détaillées, ces définitions contiennent des références aux notions fondamentales autant

pour chaque individu que pour la communauté humaine dans son ensemble : la vie et les formes d'évolution, les mondes disparus, le temps terrestre.

La paléontologie est une « machine à remonter le temps » qui permet aux autres sciences de découvrir le temps géologique et qui permet à chacun d'entre nous de s'engager dans des aventures imaginaires dans le passé de la Terre (Ward, 1998). La beauté de cette machine réside dans le fait qu'elle est mise en mouvement par des éléments apparemment simples : les fossiles et les roches qui les contiennent. Que ce soient des restes de coquilles, des fragments d'os, des impressions de feuilles ou des troncs d'arbres, des traces d'animaux, les fossiles ont suscité de tout temps l'imagination des hommes. Ils ont été associés à des mythes anciens et considérés comme des preuves du déluge ou des mondes disparus, des restes de cyclopes, des héros, des êtres fantastiques ou des dieux (Chandrasekharam, 2007; Mayor, 2000, 2005). L'importance scientifique et culturelle des fossiles est bien soulignée, d'une part, par le réseau mondial des musées de Sciences Naturelles, des collections paléontologiques, des centres de visite, des points d'information, des parcours thématiques, des aires protégées, une grande variété de publications, des guides spécialisés, des pages web, des films documentaires et, d'autre part, par les réglementations internationales concernant la protection des fossiles ou des sites fossilifères considérés comme une partie importante du patrimoine géologique.

L'acte le plus important dans ce sens au niveau international est représenté par la Convention Mondiale du Patrimoine, ou Convention de Paris, adoptée par l'UNESCO en 1972 et ratifiée par 187 pays. L'intention de la Convention est d'identifier et protéger les éléments de patrimoine culturel et naturel des pays signataires et d'identifier et inscrire les sites d'exception dans la liste du Patrimoine Mondial. En 2007, dans la liste du Patrimoine Mondial était compris 850 sites dont 660 culturels, 166 naturels, 25 naturels et culturels. Sur ce nombre total de sites, 18 sont paléontologiques, 48 sites reflètent des processus géologiques et dans 78 sites peuvent être observés des processus géomorphologiques (Smaranda, 2008).

L'acte le plus important pour la protection du patrimoine géologique au niveau européen est la *Recommandation du Conseil Européen n°3 du 5 mai 2004. Sur la conservation du patrimoine géologique et des aires d'intérêt géologique particulier* (Conseil de l'Europe, 2004). Dans la législation de Roumanie, les sites paléontologiques d'une importance scientifique particulière sont protégés dans le cadre du Réseau National des Aires Protégées, en tant que réserves scientifiques, monuments naturels ou zones de protection dans le cadre des parcs naturels et nationaux.

La reconnaissance officielle de l'importance de la paléontologie comme science, l'existence des réglementations nationales et internationales concernant la protection des sites, le développement d'un réseau mondial de promotion de résultats des études paléontologiques, n'induisent pas nécessairement une bonne

connaissance et une bonne perception par le public de l'importance de ce domaine comme partie intégrante des géosciences.

A cet égard, en Roumanie, l'analyse du contenu des programmes et manuels scolaires pour les disciplines de la Géographie, la Biologie et les Sciences, de l'enseignement pré-universitaire, est particulièrement éloquentes concernant plusieurs thèmes dans le domaine des géosciences dont nous ne mentionnons que ceux qui sont spécifiques à la paléontologie : 1) les organismes fossiles (la fossilisation), 2) les événements biologiques majeurs, 3) les types d'organismes du passé, 4) le temps géologique, 5) les faunes associées aux différentes époques. Pour chaque élément il a été analysé : I) la présence du thème, II) la définition du thème, III) les représentations graphiques, IV) l'existence de certains exercices, la proposition d'activités pratiques, V) l'acquisition d'un savoir faire.

L'interprétation des résultats indique le fait que tous les thèmes proposés pour l'analyse sont présents dans les programmes et les manuels de l'enseignement pré-universitaire. Cependant, leur définition est partielle, l'illustration est partielle ou absente (exemple des fossiles et des processus de fossilisation), il n'y a pas d'exercices ou d'activités pratiques et on ne propose pas l'acquisition d'un savoir faire.

Une façon d'estimer l'impact d'une telle approche lacunaire dans les programmes et manuels a été d'évaluer la qualité des informations concernant les composantes de la nature que les élèves de collège possèdent. Il a été élaborés des questionnaires d'opinion pour 400 élèves âgés de 10 à 14 ans, provenant d'écoles tant de milieu rural qu'urbain du pays de Hațeg (Hunedoara). Les questionnaires proposaient uniquement des questions ouvertes élaborées en conformité avec les exigences standardisées d'ordre méthodologique. Les types d'information visés se référaient aux connaissances sur les composantes biotiques et abiotiques de la nature, les opinions concernant le rôle de ces composantes et les actions que les élèves souhaiteraient entreprendre pour en savoir plus sur la Terre.

L'analyse des réponses indique que la majorité des élèves considère que la nature est composée des animaux et des plantes actuels, que la nature représente le support pour la vie et qu'ils construisent leurs connaissances à travers le discours d'un enseignant plus que par des activités pratiques directes. Le pourcentage de ceux qui possèdent des connaissances ou qui sont intéressés par les êtres vivants du passé ou par l'histoire de la Terre est compris entre 2% et 6%, la majorité d'entre eux indiquant les dinosaures comme seul sujet d'intérêt.

Les causes de cette situation sont diverses, certaines d'entre elles étant synthétisées par le Rapport de la Conférence Internationale Senckenberg intitulée « Paléontologie au 21^{ème} siècle », qui a réuni 108 spécialistes de 30 pays (Anonyme, 1997) et sont toujours d'actualité :

- la promotion de la paléontologie est ponctuelle ou communautariste, basée sur des efforts individuels et non coordonnés et l'intérêt énorme

suscité par les dinosaures n'est pas assez exploité ;

- les médias ne sont suffisamment utilisés et le mode de communication n'est pas adapté à la spécificité de ces médias ;
- le manque d'un front commun des paléontologues qui permettrait au public d'avoir la perception d'un domaine vaste, mais unitaire.

2. LES GÉOPARCS ET LA PROMOTION DE LA PALÉONTOLOGIE

2.1. Le concept et la création des géoparcs

Le concept de géoparc tel qu'il est connu aujourd'hui est un nouveau concept, en perpétuel adaptation, résultant des efforts et de la coopération de certaines équipes et de territoires européens. Les moments clés dans le développement du concept ont été concrétisés par :

1. une approche innovante dans l'utilisation du patrimoine géologique, y compris le patrimoine paléontologique, comme ressource principale dans le développement socio-économique (Frey, 2003; Martini, 2003; Zouros, 2004);

2. le développement continu des activités de géoprotection, spécialement après le Premier *Symposium* International sur la Protection du Patrimoine Géologique de Digne-les-Bains (11-16 juin 1991) et l'adoption de la Déclaration de Digne ;

3. le développement des modalités pratiques de promotion du patrimoine géologique pour le tourisme, l'éducation et de prise de conscience du public, définies par des groupes de travail de ProGEO, spécialistes des universités, des musées et d'autres associations professionnelles (Brilla *et al.*, 1999; Hose, 1999; Page, 1999; Fassoulas, 2003; Kollman, 2003; Weber, 2003);

4. la nécessité d'une approche intégrée et holistique de l'environnement et d'une compréhension du lien étroit entre le milieu naturel et les besoins socio-économiques pour un développement durable prévu par les documents adoptés à la Conférence de Rio en 1992.

Le Réseau Européen des Géoparcs (REG) a été officiellement créé en 2000, comme résultat d'un projet initié en 1996 par quatre territoires LEADER de France, d'Allemagne, de Grèce et d'Espagne (Zouros & Martini, 2003, Frey *et al.*, 2006). Suite au succès rapide enregistré par le Réseau Européen des Géoparcs, l'UNESCO a soutenu la création d'un Réseau Global des Géoparcs et a édité un premier guide en 2004, suivi par une version révisée en 2008 (UNESCO, 2008). A présent, REG compte 42 membres de 17 pays et le Réseau Global des Géoparcs 77 membres de 24 pays.

Les géoparcs, tant européens que globaux, sont des territoires qui intègrent les éléments du patrimoine géologique, y compris paléontologique, dans les stratégies de développement territorial (Zouros & Martini, 2001) et ont élaboré des programmes pédagogiques et des moyens pour l'éducation à l'environnement et la sensibilisation du public. La grande majorité des géoparcs a été créée pour la

protection de sites fossilifères d'intérêt international et représentent des modèles de coopération entre la recherche universitaire, les musées, des structures d'administration et les collectivités locales. A côté des éléments classiques d'interprétation et de promotion, comme les parcours de découverte des sites, les panneaux interprétatifs et les musées, les collections paléontologiques, les exposition itinérantes, les géoparcs proposent des modes novateurs de promotion de la paléontologie qui peuvent être groupés en trois catégories : i) le géoparc comme un territoire d'éducation en paléontologie, ii) le géoparc, l'art et la paléontologie, iii) le géoparc et les symboles paléontologiques. Pour chaque catégorie sont présentés des exemple significatifs.

2.2. Le géoparc, territoire d'éducation à la paléontologie

La **Semaine Européenne des Géoparcs** est un événement simultané dans tous les territoires partenaires. Elle est destinée à la sensibilisation du public à la géoprotection et c'est une manière d'informer sur les activités géotouristiques et d'éducation qui se déroulent dans chaque pays membre (Fig. 1). Les événements organisés sont très variés, comprenant des expositions, conférences, foires, excursions guidées, tables rondes, des manifestations complexes réalisées en exclusivité par des élèves ainsi que des géoproduits (Fig. 2). Tous ces événements ont comme sujet le patrimoine géologique et le mode de protection et de valorisation des sites, des fossiles, et des collections, indispensables pour la reconstitution du monde du passé et la modélisation des changements à venir de la Terre.

Le **Georium** est un moyen ludique d'apprendre la paléontologie. En même temps c'est un bon instrument pour l'apprentissage de la recherche scientifique, de l'observation, de la confrontation des éléments théoriques avec les éléments pratiques. Le matériel, conçu et réalisé par la Réserve Géologique de Haute Provence, consiste en un ensemble de huit boîtes, chacune de 1 m², contenant des moulages de fossiles du Paléozoïque, du Mésozoïque, du Cénozoïque et du Quaternaire. Le matériel est accompagné de fiches de détermination et d'instruments spécifiques du travail en paléontologie. Le modèle a été repris et appliqué dans d'autres géoparcs et constitue une pratique obligatoire pour beaucoup d'écoles.

Rock detectives, développé par le géoparc North Pennines (Angleterre), est un club pour enfants de 6-12 ans qui a comme but d'offrir la possibilité de découvrir le monde d'une manière agréable (*fun and discovery*). Les enfants reçoivent un tee-shirt et un sac à dos spécial dans lequel ils peuvent ranger le trousseau d'un détective des roches et des fossiles qu'ils équipent eux-mêmes au cours du temps et qui consistent en quelques instruments de base : loupes, moulages de fossiles, cartes géologiques.



FIGURE 1. Dépliant de présentation de la Semaine Européenne des Géoparc 2010 dans le cadre du Géoparc des Dinosauriens du Pays de Hațeg (Roumanie).



FIGURE 2. Moulage de fossile et carte postale de promotion de la paléontologie (photo REG).

Geokids est un programme destiné aux enfants de 8 à 12 ans, développé par l'équipe du Géoparc Bergstrasse-Odenwald d'Allemagne. Le slogan du programme est : *Ouvre une fenêtre dans le passé de la Terre*. Les activités d'éducation s'organisent autour de la compréhension et l'utilisation du langage géologique adapté à l'âge et aux conditions locales, de l'identification des composantes géologiques locales (roches, fossiles, failles, plissements, unités géologiques), de la compréhension des événements géologiques, ainsi que de la relation étroite entre les éléments géologiques et les communautés locales.

2.3. Le géoparc, l'art et la paléontologie

Le meilleur exemple est donné par la Réserve Géologique de Haute Provence qui utilise les résultats des études scientifiques paléontologiques et les œuvres artistiques de créateurs célèbres comme prétexte pour un voyage imaginaire à travers les mondes disparus. Les parcours thématiques proposent une balade dans le temps de 300 millions d'années depuis le charbon du Stéphanien, les évaporites du Trias, les calcaires à ichtyosaures et ammonites du Jurassique inférieur, les calcaires de la limite Jurassique-Crétacé jusqu'aux dépôts d'âge pléistocène. La dalle à ammonites, emblème de la réserve, contient près de 1500 pièces d'ammonites, entourées de crinoïdes, de nautiloïdes, de bivalves du Sinémurien. Les parcours touristiques sont complétés avec les musées de site, les travaux de « land-art », les cairns ou les Refuges d'Art, qui peuvent être visités dans les tours guidés ou les visites individuelles. Le géoparc comprend un musée central avec une exposition, dialogue entre coquilles d'ammonites et tableaux du peintre Georges Autard qui a conçu ce lieu pour y mêler ses œuvres avec des objets paléontologiques exceptionnels. Cette salle présente une collection unique d'ammonites déroulées qui vivaient dans les mers de cette région il y a 130 millions d'années (Fig. 3).

A Castellane, le Musée Sirènes et Fossiles et la Vallée des Sirènes Fossiles permet la découverte du monde secret des sirènes et des moins mystérieux Siréniens. A Sisteron, il y a un Musée du Temps et le début d'un autre parcours de découverte La Route du Temps.

2.4. Le géoparc et les symboles paléontologiques

Les ressources paléontologiques significatives du territoire d'un géoparc constituent l'élément central de promotion sous forme d'un logo (Fig. 4) comme c'est le cas des géoparcs des Dinosaures du Pays de Hațeg (Roumanie), Arouca (Portugal), Schwabische Alb (Allemagne), Sobrarbe (Espagne), ou bien un élément de marque, comme dans le cas du Géoparc Naturtejo (Portugal). A Naturtejo tout est associé aux trilobites ou leurs traces fossilisées. Le musée est dénommé « Le Monde des Trilobites », les parcours pédagogiques et d'aventures sont dédiés aux trilobites (paint ball – il trilopaint), les produits locaux sont souvent associés aux trilobites (trilo-pizza), la publication péri-



FIGURE 3. La salle des ammonites, Musée-Promenade à Digne, France (photo RGHP).



FIGURE 4. Symboles paléontologiques pour les géoparc. **A.** Pays de Hațeg (Roumanie). **B.** Sobrarbe (Espagne). **C.** Schwabische Alb (Allemagne). **D.** Arouca (Portugal).

dique porte le nom de Cruziana et une agence de tourisme propose des produits trilobit.ventura (Fig. 5). Un autre exemple significatif est celui de fossiles spécifiques d'un territoire utilisés comme personnages de bande dessinée, mascote ou qui deviennent membres d'une famille nombreuse comme dans le cas du géoparc Vulkaneifel (Allemagne). Dans ce cas, en partant des caractéristiques lithologiques et paléontologiques des roches, a été créée la famille Vulkaneifel (Frey et al, 2006), composée de *Willi Bazalt*, *Oscar Dolomit*, *Anna Sandalina*, *Rodolpho Phacops*, *Theo Limestone*, *Elvira Rugosa*, *Bonni Rosacee*, *Rainer Hansi Sandstein*, *Frank Eisenstein*, *Gabi Pyroxen* și *Lisa Maar* (Fig. 6). A côté de ces éléments inédits, les géoparc, dans leur grande majorité, possèdent des collections paléontologiques de valeur, des expositions thématiques itinérantes, des musées ou des centres de visite interactifs, des parcours de visite avec des aménagements *in situ* (Fig. 7), des publications propres, des programmes pédagogiques pour enfants, mais aussi des publications, des conférences, des foires de géotourismes officielles reliées au Réseau Européen des Géoparc.

3. CONCLUSIONS

Les études concernant la promotion des géosciences (Hose, 2000, 2006, Fray et al, 2006) indiquent la nécessité d'adapter l'interprétation des faits dans le domaine de la géologie et de la paléontologie aux expériences personnelles du public et de provoquer le public à découvrir la connexion entre les mondes disparus et le monde actuel, en intégrant le message dans un contexte socio-économique. Une telle approche est proposée par les équipes des géoparc où l'information géologique permet, pour un territoire concret, des constructions en trois dimensions temporelles : passé, présent, futur. De cette manière il est présenté au public le rôle pratique des informations offertes par les roches et les fossiles en rapport direct avec les sujets d'actualité : les changements climatiques et l'impact anthropique.

Dans le cadre du Réseau des Géoparc il y a une préoccupation continue pour le développement et l'application de nouvelles méthodes et d'instruments d'éducation et promotion des divers sujets géologiques, avec la constitution de groupes de travail spécialisés parmi lesquels un groupe dédié aux fossiles. Les géoparc représentent ainsi de puissants territoires de recherche dans des domaines inter-

trilobite.aventura

paintball

II trilopaint

Prémios por etapa
Prémios de torneio

3 Etapas
25 Abril
30 Maio
27 Junho

Inscrições/Informações
www.forum.relampagos.pt
www.trilobite.pt
geral@trilobite.pt

Tel. 962187940
963869882
963869892

organização:
trilobite.aventura

Associação Paintball
Castelo Branco
Relâmpagos

Trilobite Aventura, Alameda 17, 6130008
Penha Garcia, 961 340 000

FIGURE 5. Symboles paléontologiques pour les activités de loisir
(photo Géoparc Naturtejo, Portugal).



FIGURE 6. Symboles paléontologiques utilisés pour l'éducation et la promotion (photo Géoparc Vulkaneifel, Allemagne).



FIGURE 7. Le géoparc La Forêt pétrifiée de Lesvos (Grèce). Aménagement *in-situ*.

disciplinaires, dont la paléontologie, d'éducation, de coopération avec les universités et les musées, de développement socio-économique, de géotourisme et un moyen efficace de promotion des géosciences au niveau global. Ils peuvent être considérés comme une marque de qualité pour la préservation, la recherche, l'éducation, la promotion. Ce statut est maintenu par des critères d'évaluation rigoureux à l'occasion de l'admission de nouveaux géoparcs, de la réévaluation périodique des géoparcs membres et par la coopération et le transfert des compétences.

Le développement continu de nouveaux territoires de type géoparc offre la possibilité d'élargir le réseau et, en même temps, crée les bases du développement de nouveaux réseaux de partenariats internationaux entre géoparcs, universités et musées et donc d'initier des projets qui réunissent l'effort d'innovation dans le domaine de l'éducation et de la promotion de la paléontologie comme science de la vie et du temps.

REMERCIEMENTS

J'adresse mes vifs remerciements au Professeur Dr. Jean Paul Saint Martin et au Dr. Simona Saint Martin pour les efforts déployés dans l'organisation des Ateliers franco-Roumains et pour leur amabilité d'avoir bien voulu réaliser la version française de cet article. Le travail pour cet article a été soutenu par le Ministère de l'Éducation, de la Recherche, de la Jeunesse et du Sport, programme Partenariats (PN2), projet 91-017/2007 (RO-TAF).

RÉFÉRENCES

- ANDRĂȘANU, A., 2009, *Geoconservarea. Concepte, metodologie, aplicatii. Geoconservarea depozitelor de vârstă Cretacic inferior din Bazinul Dimbovicioara*. Teza de doctorat, Universitatea din București.
- ANONIM, 1997, *Report of International Senckenberg Conference and Workshop: Paleontology in the 21st Century*, http://www.nhm.ac.uk/hosted_sites/paleonet/paleo21/rr/image.html (10.11.2010);
- BRILLA J., B., DIAS G., MENDES A., HENRIQUES R., AZEVEDO I., PEREIRA R., 1999, The Geological Heritage of the Peneda Ceres National Park (NW Portugal) and its electronic Divulgateion. In: *Towards the Balanced Management and Conservation of the Geological Heritage in the New Millennium*, Barretino D., Vallejo M., Gallego E. (eds). Soc. Geol. de Espana, Madrid, 313 – 315;
- CHANDRASEKHARAM. D., 2007, Geo-mythology of India. In Piccardi, L., Masse, W., B., (eds), *Myth and Geology*, Geological Society Special Publications, no 273, Published by the Geological Society London, 29 – 39;
- CONSILIUL EUROPEI, 2004, <https://wcd.coe.int/ViewDoc.jsp?id=740629&Lang=en> (10.11.2010).
- FASSOULAS C., 2003, Psiloritis Natural Park: Capabilities for education and development of hinterland. In: *NHM of Petrified Forest. Proceedings of 2nd International Symposium of Natural Monuments and Geological Heritage*, Lesvos, 260-268.
- FREY, M-L., 2003, Geopark Vulkaneifel: Geopotential, touristic valorization and sustainable Development. In: *NHM of Petrified Forest. Proceedings of 2nd International Symposium of Natural Monuments and Geological Heritage*, Lesvos, 29-44.
- KOLLMAN H., 2003, Geotourism in Nature Park Styrian Eisenwurzen, Austria. In: *NHM of Petrified Forest. Proceedings of 2nd International Symposium of Natural Monuments and Geological Heritage*, 121-125.
- FREY, M.L., SCHAFFER, K., BUCHEL, G., PATZAK, M., 2006, Geoparks – a regional, European, Global policy. In *Geotourism* Dowling, R.K., Newsome, D., (eds), Elsevier, Oxford, UK, 95-117.
- HOSE T.A., 1999, European Geotourism – geological interpretation and geoconservation promotion for tourists. In: *Geological Heritage - its conservation and management*. D. Barrettino, W.A.P. Wimbledon and E. Gallego (eds.) Madrid, (Spain), 127-146.
- HOSE, T.A., 2000, European Geotourism – geological interpretation and geoconservation promotion for tourists. *Geological Heritage: its conservation and management*. D. Barrettino, W.A.P. Wimbledon and E. Gallego (eds) Madrid, (Spain), pp 127-146.
- HOSE, T.A., 2006, Geotourism and interpretation. In Dowling and Newsome (eds.) *Geotourism*, Elsevier, pp 221–242.

- MARTINI G., 2003. Presentation of the Reserve Geologique de Haute Provence. In: *NHM of Petrified Forest. Proceedings of 2nd International Symposium of Natural Monuments and Geological Heritage*, Lesvos, 25–28.
- MAYOR, A., 2000, *The first fossil hunters. Paleontology in Greek and Roman Time*. Princeton University Press, Princeton, USA.
- MAYOR, A., 2005, *Fossil legends of the first Americans*. Princeton University Press, Princeton, USA.
- PAGE K., 1999, Sites and their use. In: *Towards the Balanced Management and Conservation of the Geological Heritage in the New Millenium*, Barretino D., Vallejo M., Gallego E. (eds). *Sociedad Geologica de Espana*, Madrid, 28-31.
- PIRANHA, J., M., CORTE BACCI, D., DEL LAMA, E., A., 2009, Education in Earth Sciences and Geoparks. A relationship of mutual importance. In *New Challenges with geotourism. Proceedings of the VIIIth European Geoparks Conference*, Carvallho, C., N., & Rodrigues, J., (eds), 227-229.
- SMARANDA, J., S., 2008, *Turism in ariile protejate*, Editura Polirom, Bucuresti.
- UNESCO, 2008, *Operational Guidline for National geoparks seeking UNESCO Assistance*, <http://www.unesco.org/education> (octombrie, 2010).
- ZOUROS, N., MARTINI, G., 2001, Introduction to the European Geoparks Network. In *Proceedings of the 2nd European Geoparks Network Meeting*, Lesvos, 2001, Natural History Museum of Lesvos, 17-21.
- ZOUROS N., MARTINI G., 2003, Introduction to the European Geoparks Network. In: *NHM of Petrified Forest. Proceedings of 2nd International Symposium of Natural Monuments and Geological Heritage*, Lesvos, 17-21.
- ZOUROS N., 2004, The European Geoparks Network. Geological heritage protection and local development. *Episodes*, 27, 165–171.
- WARD, P., 1998, *Time machines. Scientific explorations in Deep Time*. Springer-Verlag, New York.
- WEBER, J., 2003, The Bergstrasse – Odenwald – Public relations. Geo – Education and Products. In: *Proceedings of the 4th European Geoparks Network Meeting on the development of Geoparks*, Crete, 137-139.
- WEBER, J., 2006, Geoparks - Earth sciences discoveries for the public. In *Proceedings of the Second UNESCO International Conference on Geoparks*, Belfast, 79.
- WIKIPEDIA - <http://en.wikipedia.org/wiki/Paleontology> (10.11.2010).
- *** 1998 - *DEX, Dicționarul explicativ al Limbii Române*, Editura Univers Enciclopedic, București.

LES PRÉMISSSES GÉOLOGIQUES ET PALÉONTOLOGIQUES DE LA THÉORIE DARWINISTE

Dan GRIGORESCU

*Université de Bucarest, Faculté de Géologie et Géophysique, Laboratoire de Géologie et Paléontologie,
1 Bd. Nicolae Bălcescu, Bucarest, Roumanie
dangrig@geo.edu.ro*

Motto

*L'hommage d'un paléontologue à
Charles Darwin, pour le bicentenaire
de sa naissance.*

Abstract. Geology and Palaeontology had an essential role in opening Charles Darwin's eyes and mind on the "transmutation" of species. Adam Sedgwick, Charles Lyell and up to a point, Richard Owen were Darwin's mentors in the two fields. The greatest merit of the Darwin's Theory is that for the first time he demonstrated that Evolution cannot be understood solely, on the base of the today living organisms, but in a global mode, adding to this "horizontal aspect", the "vertical/chronologic" one, based on palaeontological facts. Undoubtedly, the Darwinian Theory encouraged greatly the studies on the evolution of the organisms during the Geological history, promoting the further development of the Evolutionary Palaeontology.

Key words. Charles Darwin, evolutionary theory, palaeontological proofs of evolution, phyletic gradualism vs. punctuated equilibrium

INTRODUCTION

Bien que dans la formation de naturaliste du jeune Charles Darwin, effectuée particulièrement pendant ses études de Médecine à Edinburgh, et de Théologie à Cambridge, son intérêt pour la Biologie et, respectivement pour la Géologie, ne peut pas être quantifié, la Géologie a toutefois eu un rôle prépondérant. Ainsi, des faits et événements dans sa jeunesse montrent que, avant de devenir biologiste, Darwin a été géologue (Fig.1).



FIGURE 1. Charles Darwin jeune (vers l'âge de 30 ans).

Ainsi, tout de suite après son retour du voyage sur le " Beagle ", en 1837, suivant les matériaux et rapports envoyés pendant le voyage, Darwin a été élu membre de la Société Géologique britannique, devenant son secrétaire entre 1838 et 1841 (White & Gribbin, 1995).

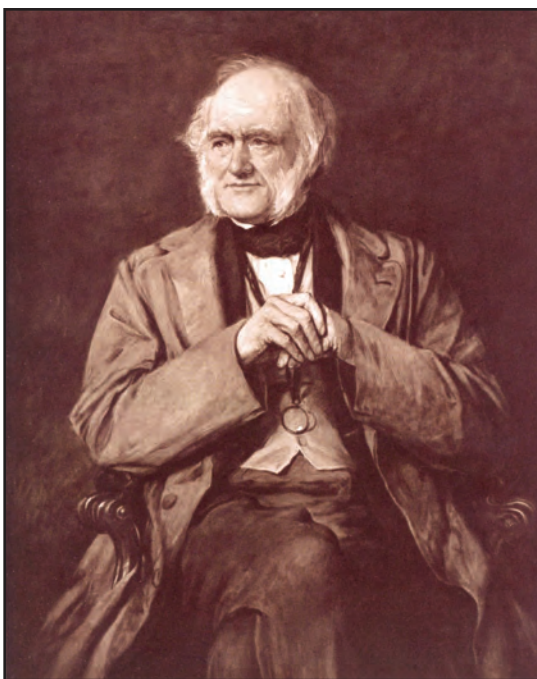
DES INFLUENCES

Dans la formation géologique de Darwin, deux personnalités scientifiques ont eu une forte influence: Adam Sedgwick et Charles Lyell. L'apport de ces deux savants a été assez différent. Sedgwick lui a appris les méthodes pratiques d'étude du terrain, surtout pendant des recherches dans le Pays de Galles où Sedgwick a établi le stratotype du Cambrien. Lyell par ses " Principles of Geology " l'a introduit dans le domaine théorique de la Géologie, surtout dans l'interprétation du passé géologique par des faits du présent, conformément à la philosophie uniformitariste, initiée par James Hutton et appuyée sur des bases solides par Charles Lyell (Kelly & Kelly, 2009) (Figs 2, 3).

FIGURE 2. Adam Sedgwick
(1785-1873).



FIGURE 3. Charles Lyell
(1797-1875).



Au début, le grand anatomiste anglais Richard Owen l'a aussi aidé par des conseils sur la préparation des os fossiles et par la détermination de la plupart des mammifères fossiles trouvés par Darwin en Argentine, mais les visions différentes sur l'histoire de la vie : transformiste pour Darwin, créationniste pour Owen, les ont séparés finalement (Fig. 4).

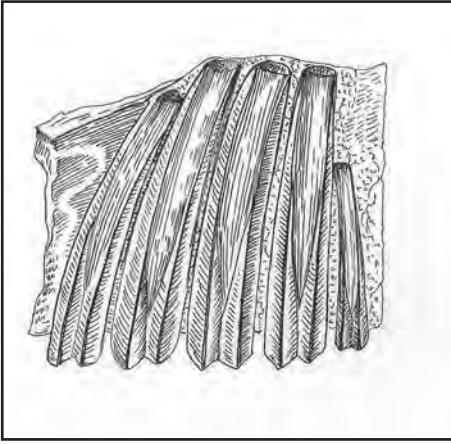


FIGURE 4. Structure des dents de *Megatherium cuvieri* - coupe longitudinale de la série dentaire supérieure (d'après R. Owen, qui a décrit la plupart des os des mammifères fossiles trouvés par Darwin en Argentine).

UN VOYAGE ENRICHISSANT

Les savoirs acquis, autant pratiques que théoriques, ont été utiles dans les observations et recherches faites par Darwin pendant le voyage de presque cinq ans autour du monde sur le " Beagle ". Ce voyage a représenté pour Darwin l'excellente opportunité d'appliquer les connaissances acquises et de les vérifier avec ses propres yeux (Fig. 5).

Les premiers faits significatifs pour l'évolution relevés par Darwin, ont été les fossiles de grands mammifères pléistocènes trouvés en Argentine, comme le grand *Glyptodon* cuirassé, semblable aux tatous qu'on rencontre actuellement partout dans la pampa (Fig.6). L'idée d'évolution réalisée dans la même région géographique par l'accumulation des petites transformations produites a lentement fleuri dans la conception de Darwin et deviendra un principe de base dans sa théorie. Trois ans plus tard, les observations sur les pinsons dans des îles de Galápagos ont ajouté un aspect nouveau à la théorie de Darwin: l'évolution par des adaptations liées aux conditions spécifiques des différents territoires géographiques. Les observations sur la succession stratigraphique des différents groupes d'animaux l'ont convaincu de la vérité de l'idée de Lyell sur la longévité différente des espèces, les espèces de mammifères ayant dans l'ensemble une existence plus courte que celles de mollusques. Darwin a aussi argumenté sur les extinctions totales qui ont affecté la plupart des mammifères pléistocènes rencontrés. C'était un point

FIGURE 5. Principales localités en Amérique du Sud qui ont occasionné des découvertes paléontologiques (toutes sur la côte Atlantique) ; le 20 Février 1835 à Valdivia sur la cote Pacifique, Darwin a été témoin d'un fort tremblement de terre qui lui a donné l'image des forces tectoniques.

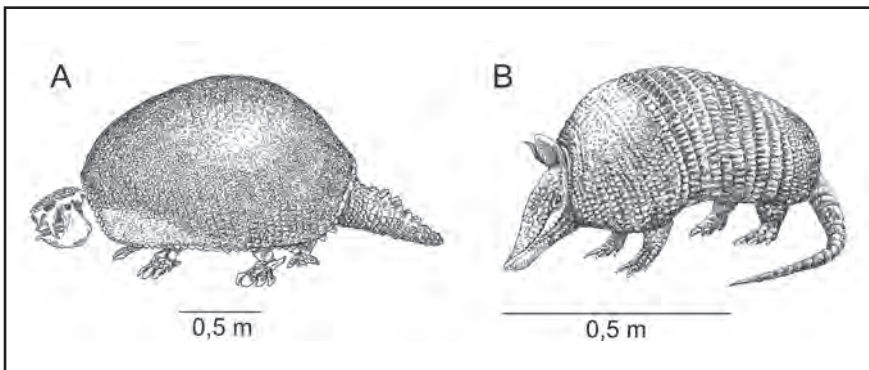


FIGURE 6. *Glyptodon asper*, édenté fossile du Pléistocène dont des plaques osseuses isolées et des carcasses entières ont été trouvées par Darwin, près de Bahia Blanca, en Argentine et *Dasyurus* (amardilo), correspondante vivante des édentés fossiles.

de vue différent de celui de Lyell qui n'admettait pas des discontinuités brutales dans l'existence des organismes, mais le remplacement des formes qui disparaissaient par d'autres. Pour son expérience géologique, le fort tremblement de terre de Valdivia sur la côte chilienne, dont il a été le témoin le 20 Février 1835, a été la preuve de la dynamique catastrophique de la Terre qui peut changer les paysages en quelques instants.

Après son retour en Angleterre, Darwin a publié "Geology of the voyage of the Beagle" en trois parties: *The structure and distribution of coral reefs*, 1842, *Geological observations on the volcanic islands*, 1844, *Geological observation on South America*, 1846.

LA NAISSANCE D'UNE THÉORIE

L'expérience acquise pendant le voyage de presque cinq ans autour du monde a consolidé pour Darwin la conception que l'évolution ne peut être discutée que d'une manière globale: d'un part, par les faits qui peuvent être observés dans le monde vivant d'aujourd'hui, représentant " la composante horizontale " de l'évolution, ayant l'avantage majeur de pouvoir être étudiée directement et en grand détail; d'autre part, par les aspects du passé géologique, connus à travers les fossiles et leur succession stratigraphique, qui représentent la " composante verticale ", incomparablement plus longue et plus riche en événements et qui, est la seule à pouvoir révéler les grandes transformations évolutives.

Même si les fossiles et les faits géologiques sont discutés seulement dans deux chapitres (9 et 10) de la première édition de « L'Origine des espèces»: *On the imperfection of the Geological record and On the geological succession of organic beings*, ils représentent les arguments principaux pour l'argumentation de deux aspects fondamentaux de la théorie darwinienne (Darwin, 1859):

1. L'évolution des espèces est produite par des changements lents et continus, par l'influence du milieu de vie, les formes apparentées étant liées dans des lignées phylogénétiques par des " formes de transition ".

Les fossiles qui ont constitué pour Darwin les premiers faits d'évolution pendant son voyage en Amérique du Sud, sont devenus dans son modèle d'évolution par des changements continus, les preuves concrètes et détaillées pour la phylogénie des organismes et la vitesse différente des spéciations (microévolution) dans des différentes lignées phylétiques, ainsi que pour les grands " sauts " dans l'évolution des catégories taxinomiques au dessus du niveau de l'espèce (macroévolution).

Darwin a toujours été au courant des découvertes paléontologiques dans le monde et par conséquent de tous les événements importants (comme la découverte d'*Archaeopteryx*, dont le premier exemplaire de Solnhofen a été trouvé presque dans le même temps que la publication de la première édition de *l'Origine*

des espèces, ou bien la découverte des mammifères tertiaires par Falconer dans les collines subhimalayennes de Siwalik) ont été inclus avec promptitude dans les éditions du livre postérieures aux découvertes (Darwin, 1872).

Comme on le sait, l'absence de « formes de transition » dans les dépôts géologiques des séries continues » est expliquée par Darwin par les conditions de fossilisation qui réduisent au maximum la préservation des organismes après la mort (Fig. 7).

2. L'immensité du temps géologique, sans laquelle la complexité du processus d'évolution qui a produit la grande diversité des formes de vie connues par des fossiles et par les formes actuelles, ne peut pas être expliquée.

Les deux aspects comme l'entière théorie évolutionniste du Darwin ont été fortement rejetés à une époque où la société était dominée par le dogme créationniste qui soutenait une ancienneté de la Terre de seulement six mille ans.

Toutefois, pour Darwin qui savait que ses idées pouvaient ne pas être bien reçues, plus importants et vraiment embarrassants étaient les chiffres résultant des calculs de John Thomson (Lord Kelvin), une personnalité de la Physique, qui soutenait le refroidissement continu de la Terre, du noyau vers la surface; ses conclusions indiquaient une ancienneté de la planète de seulement 100 millions d'années, valeur qui contredisait le mécanisme d'évolution par des transformations lentes soutenue par Darwin.

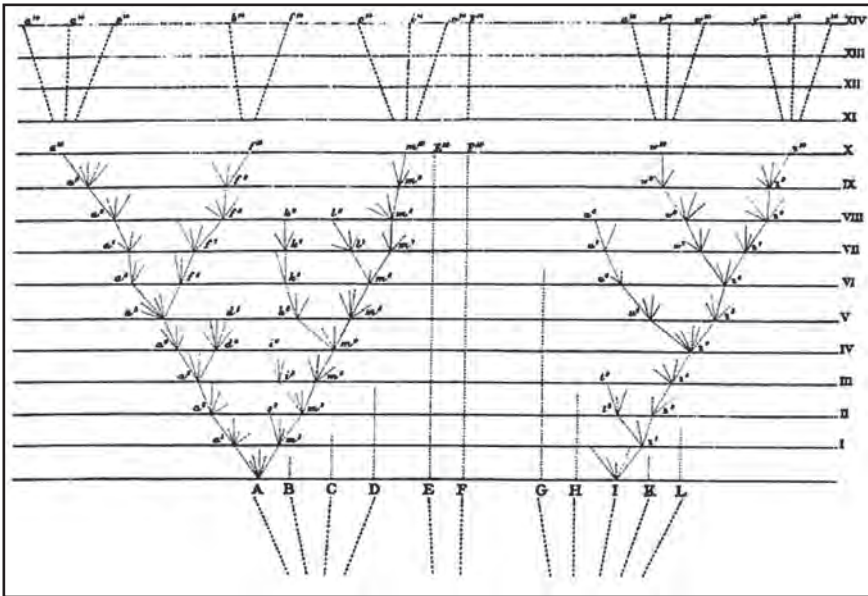


FIGURE 7. Diagramme de " l'Arbre de la Vie "qui montre la conception darwiniste sur l'évolution des espèces par accumulations graduelle de petites transformations.

Cependant, les calculs de Lord Kelvin ont été infirmés par la découverte de la radioactivité qui a démontré que la première croûte terrestre a un âge de 4,6 milliards d'années.

Malgré les critiques venues particulièrement du monde des théologiens qui avait dans la personne de l'évêque Samuel Wilberforce l'opposant le plus véhément de la théorie darwinienne, les éditions suivantes de *L'origine des espèces* ont été publiées en tirages de plus en plus importants: 11 000 exemplaires pour la sixième édition de 1872, tandis que la première édition de 1859 avait été tirée seulement en 1250 exemplaires.

Les critiques de la théorie de Darwin ont continué et continuent encore aujourd'hui concernant autant les modalités de l'évolution que le « moteur » qui la déclenche et qui, selon Darwin, est la sélection naturelle.

Sans doute la théorie de Darwin aurait été mieux documentée s'il avait eu connaissance de l'article de Gregor Mendel, publié quelques années après *L'origine des espèces* sur l'hybridation des plantes (Mendel, 1866) et qui constitue l'article de base de la Génétique, mais malheureusement publié dans une revue peu connue - le journal de la Société d'Histoire Naturelle de Moravie.

L'intégration directe de l'homme dans l'évolution par l'idée de son origine parmi les primates publiée dans le livre *Descent of the Man* paru en 1871, a amplifié l'antipathie pour le grand scientifique, pas seulement de la part des clercs mais aussi de la majorité du public.

L'HÉRITAGE DE DARWIN

A travers des décennies, des nouvelles données significatives pour les processus complexes de l'évolution ont conduit à la confirmation de plusieurs principes de Darwin, notamment celui du rôle de la sélection naturelle.

Parmi les théories proposées après Darwin, la théorie synthétique de l'évolution » est la plus consistante ; elle a été élaborée à la moitié du XX^{ème} siècle par des grands spécialistes de la génétique (Theodosius Dobzhansky, 1937), de la systématique en biologie (Ernst Mayr, 1942), et de la paléontologie (George Simpson, 1944).

La théorie de Darwin a dynamisé les recherches paléontologiques concernant la compréhension des mécanismes de l'évolution, notamment au niveau des catégories taxinomiques supérieures et par conséquent de l'identification des "chaîns manquants" souvent invoquées par Darwin comme les chaîns qui argumentent les grands sauts évolutifs.

Ainsi que le notait le réputé zoologiste français Pierre-Paul Grassé (1973) dans son ouvrage *L'évolution du vivant*: "La paléontologie est la seule qui peut démontrer une réalité d'évolution et de relever ses modalités et mécanismes. Ni les considéra-

tions sur les êtres actuels, ni l'imagination, ni les théories ne peuvent se substituer aux documents paléontologiques”.

La Paléontologie post-Darwinienne a contribué également à la compréhension des processus d'apparition des nouvelles espèces. Après 1970, les chercheurs américains Niles Eldredge et Stephen Gould (1972) ont élaboré le modèle des “équilibres ponctués” s'opposant au “gradualisme phylétique” soutenu par Darwin et par la plupart des paléontologues du XX^{ème} siècle (Fig. 8).

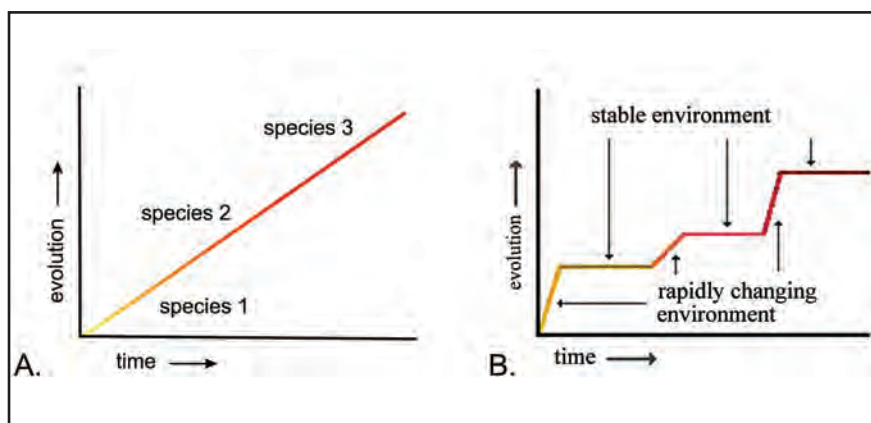


FIGURE 8. Les deux modèles post-darwiniens d'évolution au niveau des espèces:
A. Gradualisme phylétique. B. Equilibres intermittents (source Wikipedia).

Le modèle des “équilibres ponctués” considère une stabilité plus longue des espèces, suivie par des courts intervalles caractérisés par des transformations génétiques au niveau des populations, particulièrement celles qui sont isolées géographiquement, déterminant ainsi l'apparition des nouvelles espèces. Le témoignage fossile que les paléontologues connaissent sur le terrain à travers la succession des couches géologiques, les amène à soutenir plus le “ponctualisme” que le “gradualisme”. Darwin lui-même admettait des sauts dans l'évolution des espèces du même type que ceux soutenus par les “équilibres ponctués” ; il faut donc regarder son “gradualisme” de manière plus nuancée.

Les modalités de l'évolution autant au niveau micro (de la spéciation) que au niveau macro (des catégories taxinomiques supérieures) seront sans doute débattues dans l'avenir. Le mérite majeur de Darwin est d'avoir essayé d'aborder la complexité du phénomène de l'évolution en intégrant les faits du passé et du présent, documentés par des observations et expérimentations en grande partie personnelles et également d'avoir identifié la force de déclenchement des transformations évolutives - la sélection naturelle.

REMERCIEMENTS

L'auteur remercie chaleureusement Dr. Simona Saint Martin pour les corrections de langue et les suggestions faites pour améliorer le texte français. Des remerciements sont aussi adressés à Mr. Radu Dumitrescu pour les dessins des figures 4,6,7 et à Mr. Vasile Stefan pour l'arrangement digital du texte et des figures.

RÉFÉRENCES

- DARWIN, C., 1842, *The structure and distribution of coral reefs*. Smith, Elder & Co, London.
- DARWIN, C., 1844, *Geological observations on the volcanic islands*. Smith, Elder & Co, London.
- DARWIN, C., 1846, *Geological Observations on South America*. Smith, Elder & Co, London.
- DARWIN, C., 1859, *On the Origin of Species by means of Natural Selection*. John Murray, London.
- DARWIN, C., 1871, *Descent of Man and Selection in relation to sex*. John Murray, London.
- DARWIN, C., 1872, *On the Origin of Species*, 6th edition. John Murray, London.
- DARWIN, F. (EDITOR), 1887, *The life and letters of Charles Darwin*. John Murray, London.
- DOBZHANSKY, T., 1937, *Genetics and the Origin of Species*. Columbia University Press, New York.
- ELDRIDGE, N., GOULD, S.J., 1972, *Punctuated equilibria: an alternative to phyletic gradualism*. In *Models in Paleobiology* (Schopf, T. J. M., Ed.), San Francisco: Freeman Cooper, 82-115.
- GRASSE, P.P., 1973. *L'évolution du Vivant*, Albin Michel, Paris.
- KELLY, A., KELLY, M., 2009, Charles Lyell and Modern Geology. In *Darwin-For the love of Science*, 37-41, BCDP, Bristol.
- MAYR, E., 1942, *Systematics and the Origin of Species*, Columbia University Press, New York.
- SIMPSON, G.G., 1944, *Tempo and Mode in Evolution*. Columbia University Press, New York.
- MENDEL, J.G., 1866, *Versuche über Pflanzenhybriden Verhandlungen des naturforschenden Vereines in Brünn, Bd. IV für das Jahr, 1865 Abhandlungen*, 3-47. English translation Druery, C. T. and Bateson, W. 1901, *Experiments in plant hybridization*. *Journal of the Royal Horticultural Society*, 26, 1-32.
- WHITE, M., GRIBBIN, J., 1995, *Darwin-A life in Science*. Simon & Schuster Ltd, London.