

Les marais et sites du sud de l'Iraq au patrimoine mondial de l'Unesco

par Cécile Michel, sur le blog Brèves mésopotamiennes

Le 17 juillet 2016, le comité de l'Unesco a décidé d'accéder à la demande des Iraquiens en classant au patrimoine mondial les Ahwar, marais du sud de l'Iraq et refuge de biodiversité, et trois grands sites archéologiques. Pour la première fois de son histoire, cet organisme a distingué une région présentant un patrimoine mixte, naturel et culturel. Parmi cet ensemble figurent les quatre zones humides marécageuses constitutives de l'un des plus grands deltas intérieurs, formé par les embouchures du Tigre et de l'Euphrate, les deux fleuves à l'origine de la Mésopotamie (pays-entre-les-fleuves). Il s'agit des « marais du centre », entre les fleuves, le marais Al-Hammar, incluant le lac salé du même nom, au sud de l'Euphrate, et le marais Hawizeh, à l'est du Tigre.

À l'origine, ces marais couvraient plus de 20 000 kilomètres carrés. L'explorateur et écrivain britannique Wilfred Thesiger a décrit la vie des populations arabes qui y habitaient dans les années 1950 dans *The Marsh Arabs*. Mais après la guerre du Golfe en 1991, Saddam Hussein a construit des canaux et des digues pour drainer les marais et ainsi traquer les rebelles chiites qui s'y étaient réfugiés. Lors de la chute du dictateur en 2003, près de 90 % des marais étaient asséchés et leur écosystème et leur diversité biologique détruits à jamais. Avant l'assèchement des marais, les oiseaux se comptaient par millions. Dès 2003, les Iraquiens ont détruit les digues. Après de nombreux efforts, les marais ont aujourd'hui retrouvé à peu près 40 % de leur surface d'origine. On peut désormais y voir évoluer une quarantaine d'espèces d'oiseaux.

Les trois autres éléments de cet ensemble sont les villes sumériennes Uruk et Ur et le site archéologique du Tell Eridu, trois sites qui ont subi des pillages importants au cours des guerres de ces vingt-cinq dernières années.

Uruk, aujourd'hui Warka, est un tell énorme, vestige d'une ville créée au IV^e millénaire et qui a gardé son importance jusqu'au tout début de notre ère. Cette ville a vu la naissance de l'écriture, vers 3400 avant notre ère, et fut la capitale de Gilgamesh, le célèbre héros de la littérature suméro-akkadienne. Ur (Tell Muqqayar) a livré le plus grand cimetière royal de Mésopotamie avec près de 1800 tombes et un matériel funéraire hors du commun.



Un marais du sud de l'Iraq.

Capitale d'un vaste empire à la fin du III^e millénaire avant notre ère, Ur était un port de toute première importance dans l'économie mésopotamienne. Quant à Eridu (Abu Shahrain), c'est une ville sainte du III^e millénaire, siège du temple principal du dieu de la sagesse et des eaux souterraines Enki.

Le classement de ces trois sites antiques au patrimoine mondial de l'Unesco favorise le retour des archéologues dans une région qui était jusqu'il y a peu inaccessible, en raison des conflits armés.

D'autres sites d'Iraq font actuellement partie du patrimoine mondial de l'Unesco, telle la ville d'Assur, capitale de l'Assyrie (l'actuelle Qal'at Cherqat), classée en urgence en 2003 car menacée par la construction d'un barrage dans la région de Makhoul. Ce projet de construction a semble-t-il été abandonné. Auparavant, la ville de Hatra

avait rejoint le patrimoine mondial en 1985, mais ses vestiges ont été très endommagés par Daesh ces dernières années. La ville de Samarra figure aussi sur la liste depuis 2007, et la citadelle d'Erbil, dans le Kurdistan, a été classée en 2014. Bien d'autres sites archéologiques sont sur liste d'attente. Les capitales assyriennes de Ninive et Kalhu ont été largement endommagées par Daesh depuis 2014. Après avoir fait exploser le palais nord-ouest d'Assurnazirpal II, les terroristes ont rasé le temple de Nabû, dieu des scribes et des intellectuels – tout un symbole –, si l'on en croit des photos prises par satellite en juin dernier.

Les Iraquiens rêvent aujourd'hui d'ajouter la grande Babylone au palmarès, mais il y a beaucoup d'obstacles, dont les restaurations réalisées par Saddam Hussein et le château qu'il s'y est fait construire, ainsi que le complexe touristique bâti à proximité. L'Unesco a suggéré de transformer ces bâtiments en musée et centre de recherche. De plus, un oléoduc traverse le site archéologique, mais le département des Antiquités a obtenu qu'il soit déplacé. Espérons que l'Unesco accède à ce souhait et classe prochainement Babylone parmi les joyaux du patrimoine culturel mondial.

Cécile MICHEL est assyriologue et directrice de recherche du CNRS au laboratoire Archéologies et sciences de l'Antiquité, à Nanterre, et professeure à l'université de Hambourg. Elle préside l'International Association for Assyriology, et tient le blog Brèves mésopotamiennes (www.scilogs.fr/breves-meso-potamiennes).



Retrouvez tous nos blogueurs sur www.SciLogs.fr et suivez-les sur les réseaux sociaux.

Dans l'**inter**êt de la science

mathieu
vidard

la tête au carré
14:05-15:00



**france
inter**venez
franceinter.fr

Le surprenant succès des **mammifères** au temps des dinosaures

Stephen Brusatte et Zhe-Xi Luo

On a longtemps cru qu'à l'époque des dinosaures, nos lointains parents mammifères étaient restés cantonnés à des formes de type musaraigne. En fait, pas du tout : de nouveaux fossiles racontent une histoire étonnamment plus complexe.



UN DINOSAURE AU DÎNER : le contenu stomacal d'un spécimen de *Repenomamus*, un mammifère archaïque chinois d'il y a quelque 130 millions d'années, comprenait les os d'un bébé psittacosaure – un dinosaure.

Au début de l'hiver 1824, William Buckland affronte une salle comble à la Société géologique de Londres. Une fois de plus, car les cours magistraux de ce naturaliste distingué sont célèbres. Ses étudiants d'Oxford adorent sa façon de faire circuler des parties animales et des fossiles, tout en les discutant en grand habit professoral. Or le bruit court que Buckland a mis la main sur de gigantesques ossements et qu'il est enfin prêt à commenter après les avoir étudiés pendant dix ans... De fait, il apprend à la foule étonnée que ces os sont ceux d'un très ancien « lézard géant », qu'il a nommé *Megalosaurus*. La toute première découverte d'un dinosaure vient d'être rendue publique...

Ce jour-là, une autre annonce passe inaperçue. Elle est pourtant majeure, à tel point qu'avant de la faire, Buckland a consulté le plus grand paléontologue de son temps : Georges Cuvier. Très étonné, ce dernier lui a confirmé que les deux petites mâchoires trouvées avec les os géants appartiennent bien à des espèces de mammifères, « et plus spécifiquement marsupiales ». Une découverte déconcertante, car les spécialistes pensent alors que le groupe des mammifères date d'une époque géologique beaucoup plus récente.

Mieux : ces deux minuscules mâchoires portent des dents dotées de cuspides, c'est-à-dire d'élévations dans la couronne. Cela suggère qu'à l'époque des « lézards géants », les mammifères avaient déjà un long passé. Elles susciteront nombre de questions : à quand remontent les mammifères ? Quel a été leur sort sous les dinosaures ? À quand remonte la première forme mammalienne, c'est-à-dire dotée d'une fourrure, de glandes mammaires, d'un gros cerveau, d'une denture complexe et de sens aiguisés ? Et pourquoi la Terre est-elle aujourd'hui dominée par les quelque 5 000 espèces de mammifères placentaires, dont la nôtre ?

Malheureusement, la trop grande rareté des fossiles mammaliens anciens a empêché de traiter ces questions pendant le siècle qui a suivi la conférence de Buckland. Puis le XX^e siècle a vu se multiplier les découvertes de dents de mammifères archaïques. Les paléomammologues français en ont par exemple trouvé en nombre dans les gisements du nord-est de la France, notamment dans celui, célèbre, de Saint-Nicolas-de-Port. Les choses se sont accélérées depuis que nous disposons de la spectaculaire série de mammifères archaïques rassemblée au cours

■ LES AUTEURS



Stephen BRUSATTE est paléontologue à l'université d'Édimbourg, en Écosse.



Zhe-Xi LUO est paléontologue à l'université de Chicago, aux États-Unis.

des quinze dernières années. Grâce à ces nouveaux fossiles, les chercheurs sont enfin en mesure de retracer depuis les origines un parcours évolutif qui commence avec de minuscules animaux vivant à l'ombre de *Megalosaurus* et va jusqu'au foisonnement des mammifères actuels. Une évolution qui se révèle bien plus ancienne et surtout bien plus buissonnante qu'on ne le pensait.

Un cliché paléontologique veut que les protomammifères aient stagné pendant la plus grande partie du Mésozoïque (252 à 66 millions d'années). Durant cette immense ère géologique qui regroupe le Trias (252 à 201 millions d'années), le Jurassique (201 à 145 millions d'années) et le Crétacé (145 à 66 millions d'années), les dinosaures ont dominé, tandis que les parents des mammifères actuels passent pour avoir vécu une dangereuse existence au ras du sol à la recherche d'insectes...

Or une série de fossiles de protomammifères découverts en divers endroits du globe contredit ce stéréotype. Illustrant les nombreuses adaptations dont ont été capables ces animaux, elle suggère que le succès des mammifères et des formes apparentées qui les ont précédés est venu de leur capacité à se diversifier, plasticité qui était déjà présente sous les dinosaures.

L'ESSENTIEL

■ Les paléontologues s'interrogent depuis longtemps sur les raisons du succès évolutif des mammifères, mais manquaient de données fossiles.

■ Les fossiles découverts au cours des quinze dernières années changent la donne. Ils permettent de retracer l'évolution de la lignée des mammifères.

■ La diversification des mammifères est beaucoup plus ancienne qu'on ne le pensait, bien antérieure à la crise qui a fait disparaître les dinosaures non aviens.

Les origines modestes des mammaliaformes

Les mammifères sont aujourd'hui des vertébrés terrestres ou marins qui donnent naissance à des jeunes bien développés. Ils comprennent à l'heure actuelle trois ordres : les monotrèmes pondant des œufs, les marsupiaux qui développent leurs embryons au sein d'une poche abdominale et les placentaires qui le font à l'intérieur du ventre. Comme celles de toutes les dynasties, leurs origines sont modestes ! Les premiers animaux ressemblant à des mammifères sont issus des cynodontes, un groupe de reptiles dits mammaliens apparu au Permien supérieur (260 à 252 millions d'années). Les cynodontes ont disparu à la fin de cette période, quand une gigantesque éruption volcanique élimina presque toutes les formes de vie. L'extinction de certains amphibiens et de la majeure partie des reptiles qui dominaient la planète a entraîné l'émergence de la plupart des groupes connus ensuite : les tortues, les lézards, les grenouilles, les crocodiles, les

dinosaures et, à partir des cynodontes, les mammaliaformes.

Ce terme rassemble tous les mammifères actuels ou passés et toutes les formes non reptiliennes qui leur sont apparentées. Les plus anciennes traces de mammaliaformes datent d'environ 210 millions d'années, donc de la fin du Trias, une période d'évolution intense que l'on connaît de mieux en mieux grâce notamment aux très beaux fossiles dénichés à la fin des années 1990 par l'équipe de Farish Jenkins, de l'université Harvard, dans le fjord Fleming au Groenland. Et à ceux provenant de Lorraine et particulièrement de Saint-Nicolas-de-Port étudiés par Maxime Debuyschere du Muséum national d'histoire naturelle.

Parce qu'ils sont en grand nombre, ces fossiles livrent le premier portrait d'ensemble des mammaliaformes. Trois grands types de ces ancêtres immédiats des mammifères existaient : les kuehneotheriidés, les morganucodontidés et les haramiyidés. De la taille d'une souris, ces premiers mammaliaformes avaient déjà certaines caractéristiques mammaliennes, par exemple de la fourrure, cette couche de poils qui isole du froid et aide à évacuer la chaleur quand il fait chaud. Leur crâne était muni d'une articulation simplifiée fonctionnant à l'aide de muscles manducateurs plus grands, permettant de renforcer et d'affiner la mastication. Le point est notable, puisque les cynodontes qui les ont précédés avalaient des morceaux de nourriture « tout rond ». La mastication de ces mammaliaformes du Trias est aussi rendue plus efficace par les cuspidés de leurs dents.

Les fossiles de mammaliaformes du Groenland ou d'autres endroits révèlent ainsi qu'un changement majeur dans le développement des dents a accompagné la transformation de la mâchoire. Tandis que les dents des cynodontes croissaient en permanence et pouvaient repousser, celles des mammaliaformes triasiques étaient des dents définitives succédant à des dents de lait.

Nous maudissons parfois notre dentition, par exemple quand nous perdons définitivement une dent, mais la façon dont elle se développe est intimement liée au trait le plus indissociable de notre biologie : l'allaitement. C'est parce qu'ils n'ont pas

de dents, ou parce qu'ils ont des dents de lait, que nos petits peuvent se nourrir du précieux liquide produit par les glandes mammaires de leur mère. Il est donc probable que, comme les mammifères actuels, les petits des mammaliaformes triasiques se nourrissaient déjà de lait il y a plus de 200 millions d'années.

Ce tournant a favorisé l'évolution des mammaliaformes vers un métabolisme plus intense (le métabolisme est l'ensemble des réactions chimiques nécessaires à la survie de l'organisme), qui les a rendus

Il y a 200 millions d'années,
**les petits
mammaliaformes**
se nourrissaient
déjà du lait de
leur mère

capables d'occuper des environnements froids et obscurs, nocturnes par exemple. Ce métabolisme augmenté a aussi favorisé la croissance de leurs petits, donc leur survie.

Ces mammaliaformes anciens nous renseignent également sur les débuts d'autres traits spécifiques des mammifères, notamment ceux dont l'apparition a augmenté les capacités cognitives et sensorielles. Grâce aux progrès des scanners, il est en effet devenu possible depuis une dizaine d'années de visualiser avec précision l'anatomie interne des os fossilisés, notamment celle des cavités endocrâniennes et des passages de nerfs. Cette nouvelle imagerie a révélé que les protomammifères avaient des encéphales nettement plus grands que ceux de leurs ancêtres, même si leur taille ne se compare pas à celle des cerveaux mammifères actuels. Ces encéphales étaient dotés d'aires auditives et de bulbes olfactifs

plus conséquents, ce qui implique que leurs propriétaires avaient une ouïe et un odorat plus fins. Ils comportaient aussi des aires cérébrales spécialisées augmentant les sensations tactiles de la peau et des poils. Autre innovation importante : une solide ossature entourait désormais l'oreille interne, l'isolant du vacarme considérable de la mastication.

Même si les minuscules mammaliaformes triasiques possédaient déjà nombre de traits cruciaux des mammifères modernes, ils n'étaient pas les animaux dominants de leur époque. Ce statut était réservé aux dinosaures et aux crocodiles, puisque plusieurs de leurs formes étaient en train d'atteindre des tailles considérables et de s'installer tout en haut de la chaîne alimentaire.

Ce qui leur manquait par la taille, les protomammifères le compensaient par la diversité. L'étude menée récemment par l'équipe de Pamela Gill, de l'université de Bristol, a révélé l'étonnante variété de leurs régimes alimentaires. À l'aide de logiciels spécialisés et des images de très haute résolution, obtenues par tomographie à rayons X à partir du faisceau d'un synchrotron, ces chercheurs ont modélisé les fonctions des dents.

Ils ont ainsi montré que les morganucodontidés avaient des mâchoires assez puissantes pour écraser les gros insectes pourvus d'un solide exosquelette, tels les coléoptères d'aujourd'hui, tandis que les kuehneotheriidés avaient des mâchoires gracieuses plantées de dents délicates qui ne pouvaient probablement pas croquer plus qu'un papillon ou qu'un ver mou. Les travaux de Zhe-Xi Luo (l'un d'entre nous) ont montré par ailleurs que les mâchoires très mobiles des haramiyidés pouvaient sectionner et écraser de petites plantes.

Ainsi, la bonne coordination motrice et les sens aiguisés rendus possibles par un plus gros encéphale, ainsi qu'un métabolisme plus intense, ont permis aux mammaliaformes de s'épanouir dans le froid et l'obscurité. Ces mêmes qualités les ont sans doute aussi aidés à traverser la crise biologique de la limite Trias-Jurassique. Le registre fossile et géologique révèle en effet qu'il y a quelque 200 millions d'années, la Pangée – un supercontinent

L'HISTOIRE ÉVOLUTIVE DES PREMIERS MAMMIFÈRES

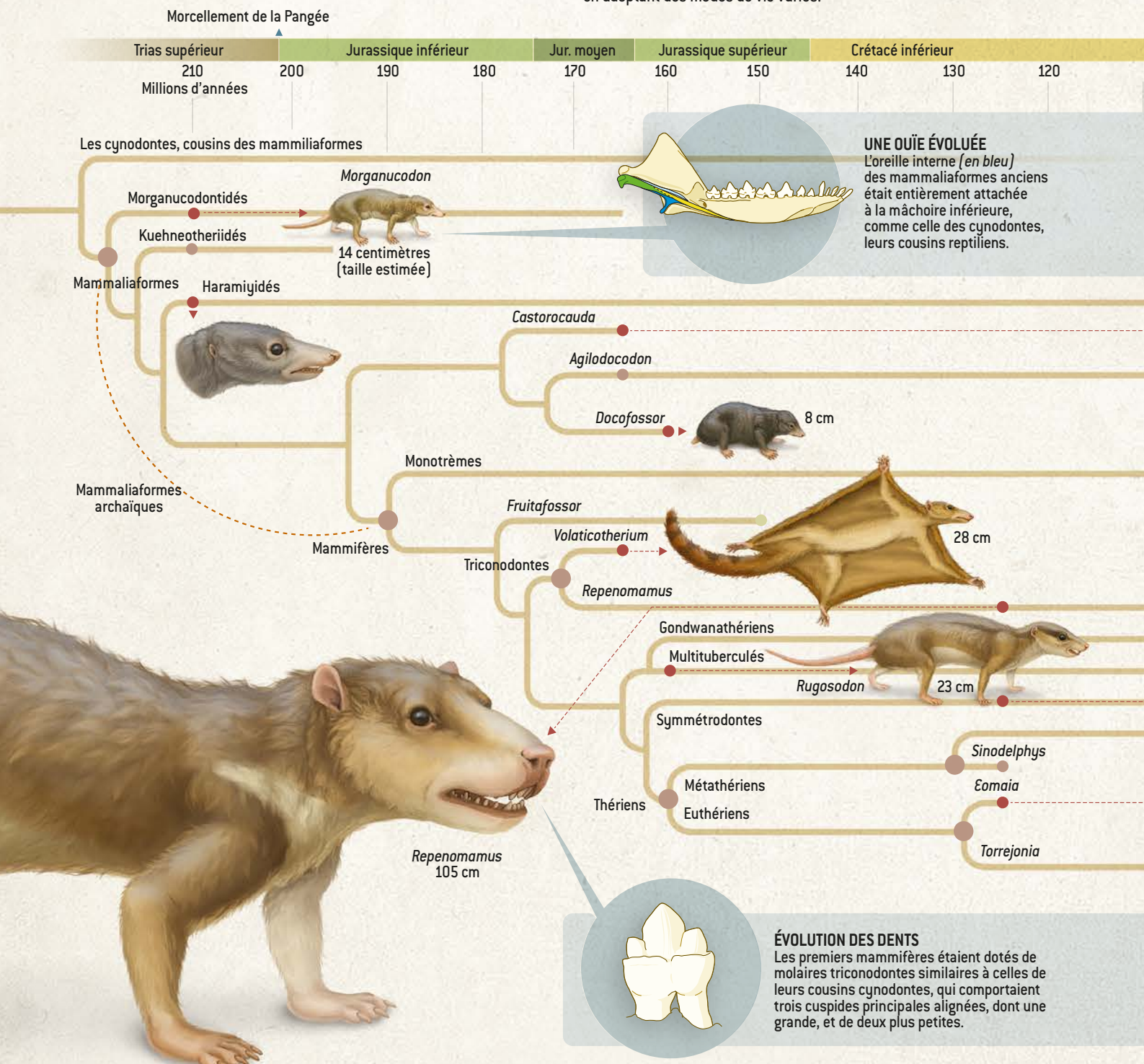
Apparus au Trias (252 à 201 millions d'années), les premiers mammifères nous rappellent les castors, les écureuils volants et les belettes... Ils étaient déjà très diversifiés, et même si la plupart d'entre eux ne sont pour nous que des parents éloignés, ils mettent enfin les paléontologues en mesure de reconstituer l'évolution des mammifères, depuis les humbles formes évoquant une musaraigne du début, jusqu'à la grande variété des mammifères d'aujourd'hui. Les évolutions de la forme des dents et de l'anatomie des oreilles sont parmi les principales innovations qui ont avantagé ce groupe d'animaux.

DES DÉBUTS MODESTES

Les mammaliaformes, les plus anciens animaux ressemblant à des mammifères, étaient déjà apparus à l'époque de la Pangée, c'est-à-dire il y a plus de 200 millions d'années, alors que les continents ne formaient encore qu'une seule masse.

GRANDE DIVERSIFICATION SOUS LES DINOSAURES

Les paléontologues ont longtemps pensé que l'évolution des mammifères avait stagné jusqu'à la fin des dinosaures. Mais de nouveaux fossiles révèlent que les premiers mammifères se sont beaucoup diversifiés dans l'ombre des dinosaures, en adoptant des modes de vie variés.



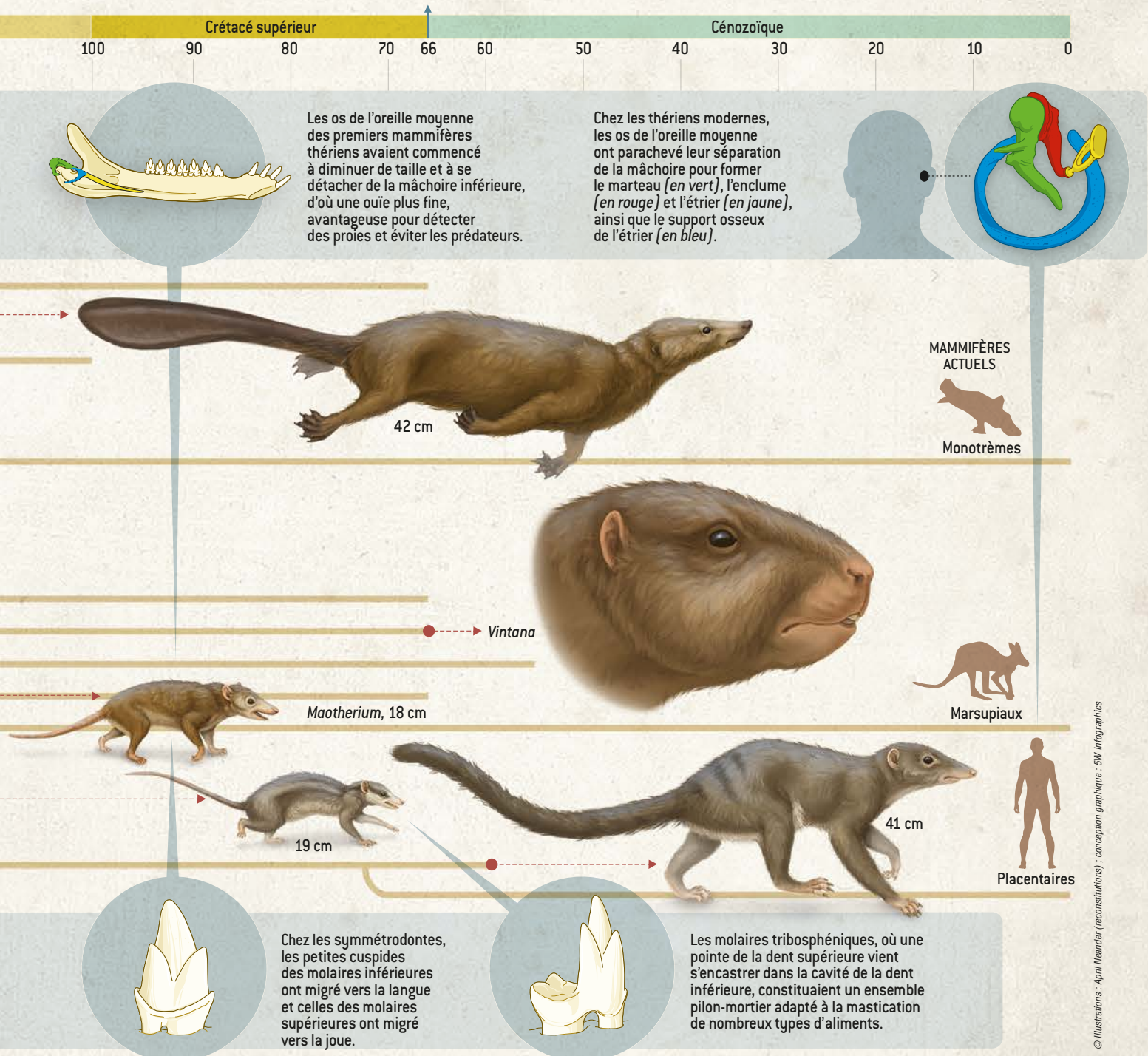
FLEURS ET MAMMIFÈRES À FOISON

L'apparition puis la multiplication explosive des plantes à fleurs ont favorisé les mammifères thériens. Ce groupe inclut les marsupiaux, dont les embryons se développent dans une curieuse poche abdominale de la mère, et les placentaires, dont les embryons se développent à l'intérieur du ventre de la mère.

Extinction des dinosaures non aviens

PLACE AUX NOUVEAUX MAMMIFÈRES

Les mammifères qui s'étaient beaucoup diversifiés à l'époque des dinosaures ont failli disparaître avec eux. Les descendants des quelques formes survivantes, toutefois, ont donné les groupes actuels après s'être à nouveau diversifiés afin d'occuper toutes les niches écologiques laissées vacantes par les dinosaures.





AGILODOCODON SCANSORIUS, un petit mammifère vieux de 160 millions d'années, grimpaux aux arbres. Avant sa découverte en Chine, les paléontologues n'imaginaient pas que les modes de vie arboricoles étaient apparus si tôt.

© Avec l'aimable autorisation de Zhe-Xi Luo

rassemblant alors la plupart des terres émergées – s'est fragmentée. D'énormes effusions de magma se sont produites dans les zones de fractures des plaques continentales, ce qui a pollué massivement l'atmosphère et dévasté les écosystèmes. Comme les protomammifères pouvaient exploiter des niches écologiques inaccessibles à bien d'autres vertébrés terrestres, ils ont bien résisté au cataclysme.

Plusieurs types dinosauriens ont survécu aussi, de sorte que les dinosaures dominaient encore au Jurassique. Mais environ 30 millions d'années après le début de cette période géologique, la lignée des mammifères a connu une diversification explosive. Ce sont surtout les milliers de fossiles collectés durant la dernière décennie dans les roches jurassiques de la formation de Tiaojishan, dans le nord-est de la Chine, qui nous l'apprennent.

Ces vestiges extrêmement bien conservés comprennent des fossiles d'insectes, de dinosaures à plumes et les squelettes de plus d'une vingtaine de mammaliaformes tardifs et de mammifères. Beaucoup sont entourés d'un halo de poils. Il y a 160 millions d'années, ces animaux vivaient dans des forêts parsemées de lacs, où il arrivait fréquemment que des éruptions volcaniques les ensevelissent brusquement.

L'étude des fossiles mammaliens de la formation de Tiaojishan par Zhe-Xi Luo et des collègues, notamment l'équipe de Jin Meng du Muséum américain d'histoire naturelle à New York, révèle toute une

variété de formes occupant un grand nombre de niches écologiques. *Castorocauda*, par exemple, était un mammaliaforme tardif de la taille d'un castor ; comme lui, il avait des pattes palmées et une queue aplatie, ce qui en fait le plus ancien mammaliaforme aquatique connu à ce jour.

La pelle a été inventée au Jurassique

Un autre mammaliaforme tardif, *Docofossor*, était un fouisseur, capable de creuser des terriers à l'aide de ses pattes en forme de pelle, où les articulations des doigts étaient soudées. On observe une anatomie comparable aujourd'hui chez les taupes dorées, des fouisseuses aveugles des déserts de Namibie et du Kalahari.

Quant à *Agilodocodon*, c'était un mammaliaforme agile et capable de grimper aux arbres ; il accédait à la sève dont il se nourrissait en rongant l'écorce avec ses dents en forme de spatules. La plus étrange de toutes ces formes est cependant *Volaticotherium*, un mammifère archaïque ressemblant à nos écureuils volants actuels, puisqu'il planait d'une branche à l'autre à l'aide de la membrane de peau tendue de chaque côté du corps entre ses pattes avant et arrière.

Ces fossiles d'animaux très particuliers ne proviennent pas exclusivement de Chine : *Fruitafossor*, par exemple, une forme que Zhe-Xi Luo et John Wible du muséum Carnegie à Pittsburgh en Pennsylvanie ont

décrite, a été découvert dans le Colorado. Il s'agissait d'un fouisseur mangeur de fourmis.

Pour résumer, ces formes jurassiques présentaient à peu près tous les traits fondamentaux que l'on observe chez les petits mammifères actuels. Ces caractères sont donc apparus au Jurassique. Pour caractériser la vitesse de diversification des mammifères jurassiques, Roger Close, de l'université de Birmingham, a placé les évolutions de leurs caractères squelettiques dans la chronologie géologique. Il en ressort qu'au Jurassique, les mammifères ont évolué jusqu'à deux fois plus vite que les mammaliaformes triasiques. C'est au cours de cette diversification accélérée que sont apparues les principales branches de l'arbre de parenté des mammifères, à savoir la lignée des monotrèmes actuels (les mammifères pondant des œufs) et celle des thériens actuels, qui comprend les marsupiaux et les placentaires.

Les mammaliaformes et mammifères jurassiques que nous venons d'évoquer font surtout partie de lignées disparues. Ils n'en sont pas moins essentiels pour déterminer les origines des mammifères actuels, car ils révèlent les caractéristiques morphologiques des ancêtres de ces derniers. Les branches de l'arbre de parenté des mammifères sur lesquelles ils se trouvent ont en effet poussé en même temps que celles portant les prédécesseurs des mammifères d'aujourd'hui. Elles ont subsisté au Jurassique, puis au Crétacé, avant de disparaître. Auparavant, une intense radiation évolutive leur a fait expérimenter de nombreux régimes alimentaires et modes de locomotion, lesquels convergent plus ou moins entre eux et avec ceux des ancêtres des mammifères modernes. Aussi les paléontologues sont-ils intrigués : ils aimeraient comprendre pourquoi ces formes archaïques n'ont pas atteint l'époque actuelle.

Quelles qu'en soient les raisons, au début du Crétacé, il y a environ 145 millions d'années, le plan d'organisation des mammifères modernes était déjà plus ou moins en place. Il leur assurait une croissance rapide et un gros cerveau, ainsi que des molaires « tribosphéniques ». On désigne ainsi une molaire de la mâchoire supérieure dotée de trois pointes qui viennent s'imbriquer dans la molaire inférieure. L'ensemble des deux dents fonctionne donc comme un pilon qui écrase les aliments efficacement. Cette

innovation peut sembler marginale, mais elle a constitué un atout pour les mammifères, qui ont pu grâce à elle adopter une grande variété de régimes alimentaires.

Équipés de ces dents tribosphéniques très polyvalentes, les thériens se sont diversifiés, donnant les euthériens (les « bons thériens »), c'est-à-dire un grand groupe comprenant notamment les mammifères actuels : les placentaires et les métagathériens (les « après-thériens »), ces derniers comprenant les marsupiaux. Les membres les plus archaïques et les plus anciens de ces groupes proviennent de forêts fossiles chinoises où, il y a quelque 125 millions d'années, ils se faufilaient entre les pattes de dinosaures à plumes.

Même si ces premiers thériens, peu nombreux et rarement plus grands qu'un petit rongeur, étaient déjà présents au début du Crétacé, leur heure de gloire n'avait pas encore sonné. Au cours des 30 millions d'années suivantes, la place prédominante parmi les mammifères était plutôt occupée par des formes un peu plus archaïques – les triconodontes et les symmétrodontes.

Repenomamus, mangeur de petits dinosaures

C'est parmi eux que sont apparues les plus grandes formes mammaliennes connues du Mésozoïque : celles du genre *Repenomamus*, vieilles d'environ 130 millions d'années. L'une d'entre elles, *Repenomamus gigantiscus*, mesurait environ un mètre de long pour 14 kilogrammes. Cet animal carnivore, doté d'une longue queue, ne devait pas être un bon coureur, mais ses puissantes incisives, ses canines et prémolaires aiguisées montrent qu'il était capable d'attaquer des proies vivantes, d'une taille un peu inférieure à la sienne. Pour preuve, les os d'un petit dinosaure et de petits mammifères ont été retrouvés dans le contenu fossilisé de l'estomac de l'un de ses spécimens...

C'est aussi au début du Crétacé que s'est préparé l'immense événement biologique qui allait tout changer pour les mammifères : l'avènement des angiospermes. C'est en effet il y a quelque 125 millions d'années que les plantes à fleurs – aujourd'hui les végétaux les plus répandus sur Terre – ont commencé à se diversifier de façon explosive. Ces plantes à fleurs, donc à fruits, ont bouleversé la plupart des écosystèmes, offrant aux mammifères de nouvelles sources de nourriture : les fruits et les

fleurs ainsi que tous les nouveaux insectes qui s'en repaissaient. Capables à la fois de broyer et de déchiqueter, les molaires tribosphéniques des thériens se sont alors révélées de bons outils pour mastiquer et ingurgiter ces nouveaux aliments, tout particulièrement les insectes à carapace dure. Résultat : les thériens ont proliféré tandis que les mammifères à dentures plus archaïques, tel *Repenomamus*, ont décliné et fini par disparaître.

Les thériens n'ont pas toujours dominé la Terre

En dépit de l'aubaine représentée par les nouvelles sources de nourriture, la prédominance des thériens n'était pas assurée. Pendant qu'ils se régalaient d'insectes, d'autres groupes de mammifères plus archaïques développaient des dents complexes particulièrement appropriées pour découper et écraser les plantes à fleurs. Les continents septentrionaux ont été envahis par ces mammifères aux dents multituberculées proéminentes. Ressemblant à des rats, ils n'avaient cependant rien à voir avec eux : l'évolution a simplement fait converger leur plan d'organisation avec celui des rongeurs actuels.

Récemment, Gregory Wilson, de l'université de Washington, et David Grossnickle, de celle de Chicago, ont mené des analyses statistiques des caractères anatomiques de ces multituberculés. Ils ont montré que ces animaux ont prospéré à la fin du Crétacé, donnant, sous l'influence de la diversification des plantes à fleurs, de très nombreuses formes dotées de molaires complexes et tendant devenir de plus en plus grosses.

Il semble que, sur les continents méridionaux, les thériens avaient des rivaux. Même si les paléontologues en savent peu sur ces organismes méridionaux du Crétacé tardif, de nouvelles découvertes suggèrent qu'un étrange groupe a prospéré à l'époque : les gondwanathériens (les « thériens du Gondwana »), qui, en dépit de leur nom, n'étaient pas de vrais thériens.

Des décennies durant, les seules données relatives à ces mystérieux mammifères se sont résumées à quelques dents isolées : des molaires poussant tout au long de la vie comme chez les chevaux et les vaches – donc sélectionnées pour mastiquer des végétaux résistants. En 2014, une équipe dirigée par David Krause, de l'université de Stony Brook à New York, a mis au jour

De l'impuissance surgit la puissance

Parce qu'ils paraissent frêles, les mammifères du temps des dinosaures nous semblaient sans importance. Nos qualités, les mammifères n'avaient pu les développer qu'après. En fait, ce serait plutôt le contraire... Relégués dans le noir ou dans le froid, toujours en fuite ou sur le qui-vive, obligés de rendre très vite leurs petits indépendants, les mammaliaformes et les mammifères archaïques ont dû s'adapter : ils ont acquis une fourrure, des glandes mammaires pour allaiter les petits, des sens aiguisés et un métabolisme rapide. Ces stratégies de survie d'hier ont fait le succès évolutif des mammifères d'aujourd'hui.

à Madagascar le premier crâne de gondwanathérien jamais découvert. L'espèce en question, *Vintana*, ressemblait à un castor et se nourrissait peut-être d'herbes – des végétaux familiers aujourd'hui, qui, au Crétacé tardif, étaient en train d'apparaître.

Il y a 66 millions d'années, à la toute fin du Crétacé, tout allait bien pour les mammifères. Après les dizaines de millions d'années d'évolution buissonnante des mammaliaformes au Trias, les multituberculés masticateurs de plantes et les gondwanathériens insérés dans le réseau alimentaire des dinosaures prospéraient. Ils restaient modestes toutefois, cantonnés aux sous-bois, et semblaient peu capables d'investir de nouveaux habitats.

Après le Crétacé, les placentaires se sont diversifiés très vite

Puis la situation a encore changé radicalement. Une nouvelle catastrophe biologique s'est produite : la crise Crétacé-Tertiaire. La chute d'un gros astéroïde, les incendies géants, les raz-de-marée monstrueux et les tremblements de terre associés, des éruptions volcaniques massives ont dévasté la Terre. Ils ont entraîné des changements climatiques et environnementaux insupportables pour la quasi-totalité des dinosaures. À l'exception des oiseaux, ce groupe, qui avait dominé la Terre pendant plus de 150 millions d'années, s'est alors éteint, ainsi que la plupart des types d'animaux. Nombre de genres de mammifères ont eux aussi disparu en masse.

La vaste étude de terrain entamée dans le Montana par William Clemens, de l'université de Californie à Berkeley, puis continuée par Gregory Wilson, documente ainsi leur déclin. Elle a mis en évidence que tous les grands mammifères dont la subsistance dépendait du réseau trophique des dinosaures ont disparu du registre fossile. C'est pourquoi les métagathériens, pourtant en plein essor à la fin du Crétacé, ont été presque tous éliminés. Quelques espèces seulement ont traversé la crise. Sinon, nous ne connaîtrions pas les marsupiaux actuels, leurs descendants...

Des mammifères placentaires se trouvaient aussi parmi les survivants. L'horloge moléculaire, cette technique qui mesure le temps écoulé en dénombrant les mutations (supposées se produire à un rythme régulier)

de l'ADN, suggère d'une part que l'ancêtre commun définissant le groupe des placentaires a vécu à l'ombre des dinosaures au Crétacé, et d'autre part que les principaux sous-groupes de placentaires – les rongeurs et les primates notamment – sont apparus dès la fin de la crise Crétacé-Tertiaire. En investissant les niches écologiques vacantes laissées par les dinosaures, ils se sont alors diversifiés très vite.

À quel point ? La durée de l'« arrivée au pouvoir » de ces mammifères se mesure en effet en milliers d'années, ce qui, à l'échelle géologique, est dérisoire. Ainsi, l'extinction des dinosaures apparaît comme le déclencheur de ce que l'on pourrait nommer la révolution placentaire.

L'un de nous (Stephen Brusatte) participe actuellement aux recherches de terrain visant à mieux saisir les facettes de ce moment crucial de l'évolution. Les Badlands, une région du massif de Nacimiento, au Nouveau-Mexique, regorgent d'informations sur la manière dont les mammifères ont prospéré après la disparition des dinosaures. Avec Thomas Williamson, du Musée d'histoire naturelle et des sciences du Nouveau-Mexique, qui fouille ces terrains depuis plus de vingt-cinq ans, ils cherchent à identifier les espèces de mammifères correspondantes et à mettre en évidence quels traits spécifiques les ont aidés à passer la crise de la fin du Crétacé et pourquoi. Ils ont constaté la présence de très nombreuses formes, allant d'insectivores de la taille d'une musaraigne à des carnassiers à dents de sabre, en passant par des herbivores gros comme des vaches. Or toutes ces espèces étaient déjà présentes 500 000 ans à peine après la chute de l'astéroïde, ce qui confirme la rapidité avec laquelle les placentaires se sont imposés.

Ces résultats rejoignent les constatations faites par Emmanuel Gheerbrant, du CNRS à Paris, dans les faunes de mammifères de cette époque au Maroc.

Parmi les espèces de placentaires repérées par Thomas Williamson se trouve notamment *Torrejonina*, un animal au corps gracieux de la taille d'un chiot, qui devait s'accrocher aux branches à l'aide de ses longs doigts fins. Quand on contemple l'élégant squelette de ce proto-primate, on l'imagine presque sautant d'arbre en arbre malgré ses 63 millions d'années. Quelque 60 millions d'années d'évolution plus tard, des singes bipèdes, dont les ancêtres immédiats pratiquaient ce même mode de vie, seront devenus capables de philosopher. ■

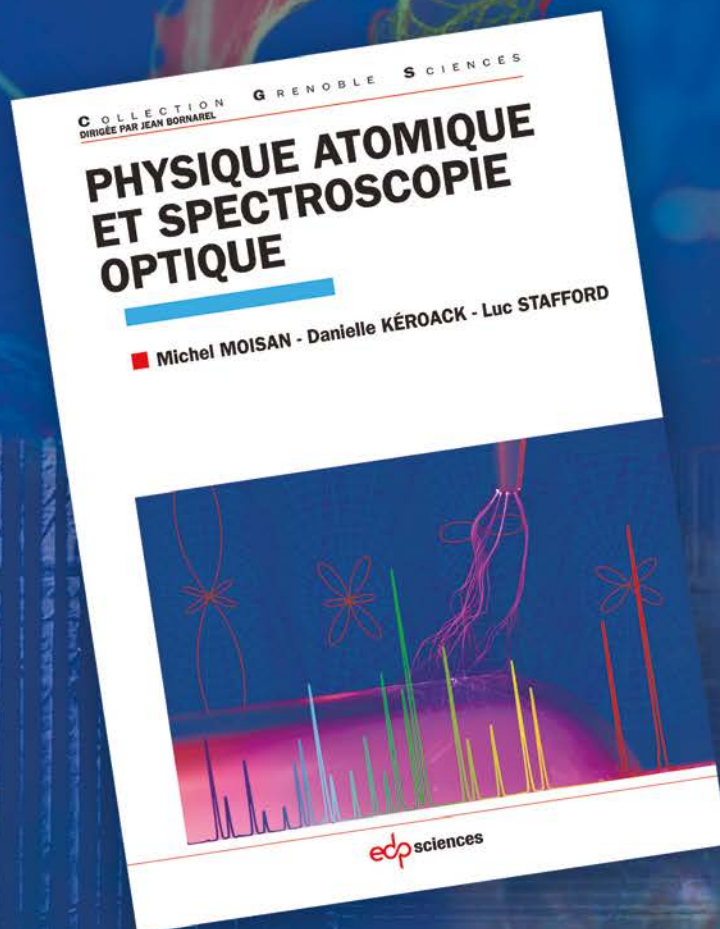
■ BIBLIOGRAPHIE

Q. J. Meng *et al.*, An arboreal Docodont from the Jurassic and Mammaliaform ecological diversification, *Science*, vol. 347, pp. 764-768, 2015.

T. E. Williamson *et al.*, The origin and early evolution of Metatherian mammals: The Cretaceous record, *ZooKeys*, article 465, en ligne le 17 décembre 2014.

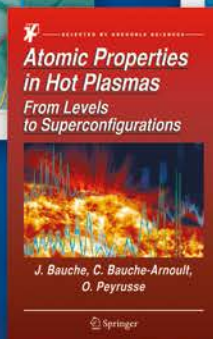
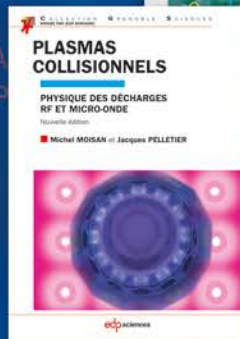
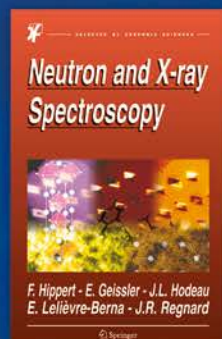
GRENOBLE SCIENCES

■ CONSEIL ■ EXPERTISE ■ LABELLISATION ■ ÉDITION



■ Pour celles et ceux qui utilisent la spectroscopie optique

■ ... et d'autres titres sur des thèmes corrélés



www.grenoble-sciences.fr

■ GRENOBLE SCIENCES



POUR COMMANDER : les ouvrages en français sont en vente dans le rayon Sciences des librairies ou sur internet : laboutique.edpsciences.fr

Grenoble Sciences, Université Grenoble Alpes, Bât. B de Phitem,
230 rue de la Physique – CS 40700 38058 Grenoble cedex 9
Tél. (33)4 76 51 46 95

Email : Grenoble.Sciences@ujf-grenoble.fr

AUVERGNE – Rhône-Alpes