

Parmi les grands reptiles carnivores, on observe la raréfaction des «thécodontes». Un seul *Rauisuchia* semble encore présent en Europe, *Teratosaurus* : il n'est connu que par un fragment de maxillaire. En revanche, les petits dinosaures théropodes se diversifient. Uniquement en Europe, on note la présence de *Procompsognathus*, d'*Halticosaurus* et de *Liliensternus*. Ce dernier pouvait atteindre une longueur de trois mètres. Il faut aussi signaler l'extrême abondance de *Rioarribasaurus* (ou *Coelophys*) au Nouveau-Mexique : on y a retrouvé plus d'une centaine de squelettes de ce petit dinosaure.

Parmi les petits reptiles de type lézard, les sphénodontes multiplient les genres et les types adaptatifs, avec des formes probablement complètement herbivores et d'autres omnivores. Les procolophonides se raréfient : peut-être disparaissent-ils avant la fin du Norien.

Les mammifères se diversifient aussi : on connaît en Europe pas moins de trois ordres nouveaux de mammifères, les triconodontes, les multituberculés et les symmétrodontes, nommés ainsi d'après la forme de leurs dents. Plusieurs genres ont été dégagés du site de Saint-Nicolas-de-Port, en Lorraine, l'un des gisements les plus riches du monde : il a livré plus d'une centaine de dents de mammifères. La longueur des triconodontes et des symmétrodontes, insectivores, ne dépasse guère celle d'une musaraigne actuelle. Les multituberculés, pas plus grands, ont en revanche un régime alimentaire végétarien et des molaires plus aplaties. Ces premiers mammifères se seraient développés grâce à un mode de vie nocturne, ce qui leur aurait évité une compétition directe avec les reptiles. Les reptiles mammaliens du groupe des cynodontes chiniquodontes, avec des tailles identiques à celles des premiers mammifères, sont encore relativement bien représentés.

Les faunes amphibiens changent peu. Les phytosaures sont toujours présents, mais on note une diminution de la variété des amphibiens temnospondyles.

Outre le développement spectaculaire de nouvelles lignées comme les dinosaures et les mammifères, et l'extinction brutale de certains groupes typiques du Trias, le Norien se distingue



4. DENT DE *THOMASIA*, mammifère primitif, ici photographiée au microscope électronique, retrouvée dans les sédiments du Rhétien, dans le Jura.

par la brusque apparition de lignées que l'on peut qualifier de modernes. Apparaissent d'abord les premières tortues avec *Proganochelys*, en Allemagne et en Thaïlande. Cette tortue de près de un mètre de long, encore imparfaite, est incapable de rentrer la tête sous sa carapace : son cou et sa queue sont hérissés de pointes osseuses à fonction défensive. On note aussi la présence de deux tortues un peu plus modernes, l'une en Allemagne, *Proterochersis*, et l'autre, non encore décrite, en Argentine.

Les premiers crocodiles

Les premiers crocodiles, nommés sphénosuchiens, apparaissent aussi. Ils ont peu de points communs avec les crocodiles que nous connaissons. Ils ne sont pas amphibiens, mais terrestres, légèrement bâtis, hauts sur pattes et rapides. Les crocodiles n'adoptent des traits qui nous sont plus familiers qu'au Jurassique. Les sphénosuchiens terrestres seraient entrés en compétition avec les dinosaures, qui auraient pris l'avantage : les crocodiles n'auraient eu d'autre choix que de se réfugier dans une niche écologique amphibie laissée libre par la disparition des phytosaures. Leur succès y fut impressionnant.

La troisième lignée nouvelle qui apparaît au Norien est celle des ptérosaures, qui connaît un succès quasi immédiat. Les trois genres actuellement connus en Italie représentent trois familles, différentes par leur alimentation. Selon leurs dents, l'une était piscivore (on a même retrouvé un poisson dans l'estomac d'un fossile), une autre était insectivore, et la troisième avait une alimentation plus variée. On aurait

découvert au moins six genres différents de ptérosaures à travers l'Europe, la moitié n'ayant pas encore été décrite. La taille de ces premiers ptérosaures est modeste : leur envergure ne dépasse pas un mètre. Leur succès est rapide, car il n'y avait à cette époque aucun vertébré réellement volant : la niche écologique qu'ils remplissaient était inoccupée. Quelques reptiles planaient comme l'actuel lézard volant, le draco : leurs côtes thoraciques, très allongées, portaient une membrane qui leur permettait de voler du sommet d'un arbre jusqu'au sol. Ces animaux, qui attei-

gnaient 70 centimètres d'envergure, étaient toutefois incapables d'un quelconque vol battu, au contraire des ptérosaures.

En plus de ces lignées dont l'évolution s'est poursuivie au Jurassique, la diversification des reptiles au Norien donne aussi le jour à des formes éphémères, dont les relations phylogénétiques avec les autres reptiles ne sont pas toujours bien comprises et qui présentent parfois des adaptations surprenantes. *Drepanosaurus*, un petit reptile de 30 centimètres de long que l'on a trouvé en Lombardie, est un bon exemple. À cette époque, la Lombardie était un petit archipel en bordure de l'océan Téthys, et *Drepanosaurus* semble s'être répandu sur un certain nombre d'îles. Il se distingue de tout autre reptile par l'énorme griffe que porte le deuxième doigt de sa main et par la dernière vertèbre de sa queue, recourbée à la façon d'une griffe (à moins qu'il ne s'agisse d'une vraie griffe, colée accidentellement au bout de la queue lors des processus de fossilisation). La griffe hypertrophiée de sa main lui aurait permis de creuser le sol à la recherche d'insectes dont il se nourrissait. La classification de *Drepanosaurus* pose beaucoup de problèmes : est-il sur la branche des lézards et des serpents, ou sur celle des crocodiles et des dinosaures ? En tout cas, il n'a pas laissé de descendance.

La faune du Norien présente de nombreux indices d'une crise importante entre le Carnien et le Norien. Des lignées dominantes apparaissent ou se réduisent considérablement, tandis que d'autres se développent. On voit aussi apparaître un ensemble de nou-

velles lignées. Certaines connaîtront un franc succès, tandis que d'autres disparaîtront aussitôt. Tout se passe comme si, après une extinction brutale, un certain nombre de niches écologiques se libéraient et étaient conquises par des lignées déjà existantes, mais peu représentées, ou par des lignées qui viennent

juste d'apparaître. Cette situation favorise aussi le développement de types adaptatifs nouveaux.

Le principal changement entre le Carnien et le Norien se situe parmi les faunes herbivores, avec le développement des dinosaures. Les dinosaures herbivores ont-ils éliminé les rhyncho-

saures et les dicynodontes en les concurrençant trop fortement? Ces derniers, comme tous les herbivores du Carnien, se nourrissaient au ras du sol, avec des systèmes de mastication très évolués, tandis que les dinosaures prosauropodes, avec un cou allongé, se nourrissaient dans les strates moyennes de

L'extinction des dinosaures, une nouvelle affaire Dreyfus?

Dans une revue spécialisée, Peter Ward, spécialiste des nautes, a fait un parallèle entre le procès d'O. J. Simpson, qui vient de passionner les États-Unis, et celui que l'on fait à la météorite responsable de l'extinction des dinosaures. Il rappelle l'une des phrases clé prononcée par le procureur : il y aurait toujours un doute sur l'identité de l'assassin. Peter Ward ajoute qu'il en est de même des controverses scientifiques : des doutes persistent toujours. Pourtant dans le cas du débat sur la disparition des dinosaures, la cause lui paraît entendue : les preuves apportées jusqu'ici lui suffisent pour déclarer coupable l'objet céleste.

Je n'apprécie guère l'analogie suggérée par mon collègue, qui consiste à traiter sur un même plan une affaire tristement humaine, avec son douloureux contexte social, et cette vaste question scientifique. Passant sur le sous-entendu de son propos, je ferai trois remarques. Dans une enquête policière sur un meurtre, on attache beaucoup d'importance à trois choses : l'examen du cadavre, l'emploi du temps des victimes et des présumés agresseurs, et la nature des armes employées. Dans l'affaire des dinosaures, n'importe quel enquêteur resterait sur sa faim.

Où sont les cadavres de dinosaures qui, à un moment donné, si l'extinction a été brusque, ont jonché le sol? Nulle trace. Mieux, c'est l'absence de fossiles de dinosaures dans les horizons du Crétacé supérieur qui conduit à conclure qu'ils se sont éteints. Pourtant, de Solutré à Tendaguru, en passant par les gisements du Nebraska, de Mongolie et d'autres lieux, des hécatombes massives ont laissé des témoignages dans les sédiments. Pour les dinosaures de la fin du Crétacé, pas la moindre accumulation d'ossements et, au total, fort peu de restes. Ceci est vrai aussi pour les animaux marins qui ont disparu à la même époque : pas le moindre lit coquiller où se seraient accumulés des conques d'ammonites. Tous les supposés cadavres se sont, en quelque sorte, évaporés.

Passons à la lecture des éphémérides qui nous renseigneraient sur l'emploi du temps des victimes et de leur agresseur présumé, la météorite. Las, les pages en sont collées et l'on ne peut espérer les effeuiller. L'unité de temps en usage pour ces périodes reculées est de l'ordre du million d'années. J'avoue la déception du paléontologue au regard des résultats obtenus par les méthodes physiques en ce domaine.

Quant à l'agent exterminateur, il aurait laissé sa carte d'identité sur les lieux du crime : une proportion anormale d'iridium. Ce métal est connu au sommet des géochimistes, mais sa fiche est peu remplie. On y lit qu'on le trouve associé en général au platine, mais son histoire

géochimique est obscure. Parmi ses fréquentations, on trouve les minéraux des chondrites, constitutives de la plupart des météorites. Par un raisonnement pour le moins circulaire, on en a déduit que sa présence en signe l'occurrence, et on a négligé les émissions volcaniques actuelles qui, sporadiquement, transportent de l'iridium des profondeurs vers la surface du Globe, et le vaporisent dans les fumées éruptives.

En ce qui concerne l'action dévastatrice de la météorite, les imaginations ont été fécondes. On a spéculé, tour à tour, sur les aérosols et les brumes persistantes qui auraient entraîné un hiver pérenne, et sur un incendie généralisé qui aurait embrasé la Terre. Aucune preuve convaincante n'a été apportée à ces deux fables.

Faut-il donc jeter aux orties de l'histoire tous les travaux et toutes les idées nés depuis l'article fondateur de Luis Alvarez, en 1980? Non. D'abord, dans les années 1980, le scénario de la météorite tueuse a donné à réfléchir aux va-t-en guerre du Pentagone et du Kremlin, qui mesurèrent la vanité du pouvoir de leurs fusées nucléaires et renoncèrent à la course aux armements : si les dinosaures avaient succombé à une catastrophe globale, leurs successeurs bipèdes pouvaient tout aussi bien périr à l'issue d'un conflit nucléaire général. La médiatisation de cette affaire a aussi rendu service à quantité de laboratoires qui ont ainsi justifié l'acquisition d'appareillages coûteux qu'ils utilisent maintenant pour résoudre des problèmes apparemment plus ternes mais aussi passionnants. Les paléontologues, quant à eux, ont sans aucun doute appris à sortir de leur tour d'ivoire pour fréquenter les autres disciplines.

Cette lecture précipitée des feuillets de la Terre pour en arriver à des conclusions caricaturales ne peut être rejetée en bloc, mais on doit maintenant en reprendre le fil plus sereinement. Avions-nous bien évalué la complexité des problèmes que posait, comme toutes les autres crises, l'extinction des dinosaures? Avions-nous les moyens de répondre crûment et de façon univoque à cette question? Je ne le crois pas. Nous n'avons pour le moment consulté qu'une infime fraction des archives, difficiles à lire, qui peuvent nous apporter la lumière sur le sujet. On a cependant fait un constat essentiel : la crise entre le Crétacé et le Tertiaire est l'occasion d'une vague d'extinctions très sélectives. Que sait-on des processus écologiques qui, à cette échelle de temps, débouchent sur la sélection d'espèces? C'est sur cette base qu'il faut reformuler les questions.

Jean-Louis HARTENBERGER
Institut des sciences de l'évolution,
Université de Montpellier 2