

à la forme actuelle, ont été trouvés dans des roches datant du Crétacé supérieur, ce qui signifie qu'il existe une lacune temporelle de quelque 80 millions d'années entre ces fossiles et l'actuel *Latimeria*. Comme il est évident que des cœlacanthes ont existé pendant toute cette période, qui couvre la fin du Crétacé et tout le Cénozoïque, on peut s'attendre à ce que des fossiles de cœlacanthes soient un jour trouvés dans des roches du Crétacé terminal, ou de quelque étage du Tertiaire. Cela ne manquera pas de faire quelque bruit dans les milieux paléontologiques, mais la découverte est tout à fait prévisible.

La recherche des origines

La connaissance que nous avons acquise, au bout de deux cents ans de recherche paléontologique, de l'histoire des êtres vivants à travers les temps géologiques autorise bien des suppositions sur les découvertes à venir. Certains groupes

d'animaux ou de plantes «apparaissent» dans les couches géologiques d'une façon abrupte, avec des formes relativement évoluées, ce qui suggère que des représentants plus anciens et plus primitifs devraient être découverts. Les débuts de beaucoup de groupes de dinosaures sont ainsi encore mal connus. Les sauropodes, par exemple, font leur apparition dans le registre paléontologique au début du Jurassique, mais tout porte à croire qu'ils étaient déjà présents au Trias, et que leurs restes seront tôt ou tard trouvés dans des roches de cette période.

La recherche des plus anciens représentants des groupes les plus variés d'organismes est une préoccupation essentielle des paléontologues. La découverte toute récente des plus anciens poissons connus, dans le Cambrien de Chine, illustre de façon spectaculaire les résultats qu'on peut attendre de telles recherches. Cette quête des origines s'étend évidemment

au monde vivant dans son ensemble. La recherche du premier être vivant, en pratique, a bien sûr fort peu de chances d'aboutir un jour, mais l'étude des très anciennes traces de vie, qu'il s'agisse d'ailleurs de véritables fossiles ou d'indices chimiques d'une activité biologique dans de très vieilles roches précambriennes, est un domaine de recherche très actif, où des découvertes importantes sont à attendre.

Le futur de la filiation

Les arbres de parenté, actuellement établis grâce aux méthodes de la systématique phylogénétique, ou cladisme, autorisent aussi certaines prédictions. Bien avant l'avènement du cladisme, d'ailleurs, certains paléontologues ne s'étaient pas privés de spéculer sur la découverte prévisible de «chaînon manquant» entre groupes d'organismes. Dès l'acceptation de l'évolutionnisme par la communauté paléontologique



1. LA CHINE AU CRÉTACÉ INFÉRIEUR (il y a environ 120 millions d'années) : un groupe de *Beipiaosaurus* (dinosaures thérozinosauroides) sème la panique parmi divers autres animaux emplumés : à droite, le dinosaure théropode *Caudipteryx* ; à gauche, les dinosaures *Sinosauropteryx* (compsognathidés) et *Sinornithosaurus* (dromaeosauridés). Dans les branches, de vrais oiseaux (*Confuciusornis*). Cette reconsti-

tution de Luis Rey est fondée sur des spécimens récemment découverts dans le nord-est de la Chine. Ces fossiles remarquablement conservés montrent des traces de revêtements épidermiques, plumes ou filaments, qui conduisent à modifier profondément l'image que l'on se faisait de certains dinosaures – et qui confirment les prédictions faites par certains paléontologues depuis une vingtaine d'années.

durant les dernières décennies du XIX^e siècle, les réflexions sur ce thème ne manquèrent pas, avec parfois des résultats concrets spectaculaires. On connaît l'exemple du médecin et anatomiste néerlandais Eugène Dubois, que des considérations théoriques sur l'évolution humaine conduisirent à Java pour y trouver le « chaînon manquant » entre l'homme et le singe : il y découvrit les restes du *Pithecanthropus*, aujourd'hui considéré comme un humain archaïque, *Homo erectus*.

La paléontologie actuelle s'est quelque peu détournée de la quête des chaînons manquants, mais la recherche des « groupes-frères » a en grande partie remplacé cette dernière. La recherche du groupe-frère des oiseaux, par exemple, occupe actuellement bon nombre de paléontologues, stimulés par la découverte récente de divers petits dinosaures carnivores présentant des caractères aviens, et d'oiseaux primitifs aux caractères dinosauriens. C'est un domaine où l'on peut prédire sans grand risque d'erreur que des découvertes importantes sont à attendre. D'ores et déjà, des fossiles déterminants à cet égard se sont trouvés au rendez-vous du « calcul », ou plutôt de la spéculation intellectuelle.

La paléobiologie

Les réflexions dépassent d'ailleurs le domaine de la phylogénie pour s'étendre à celui de la paléobiologie. Dès les années 1980, le paléontologue et artiste américain Gregory Paul avait supposé l'existence de plumes chez certains dinosaures, et réalisé des reconstitutions de théropodes emplumés. Cette conception était fondée en grande partie sur l'idée de liens phylogénétiques étroits entre ces dinosaures et les oiseaux : G. Paul, en 1987, trouvait « difficile de concevoir que les petits théropodes, très proches d'*Archaeopteryx*, n'aient pas été emplumés comme leurs descendants aviens ». De plus, dans l'hypothèse où ces dinosaures avaient pu être homéo-

thermes (« à sang chaud »), un revêtement épidermique de type plume paraissait probable. Les dinosaures couverts de plumes dessinés par G. Paul et certains autres artistes paraissaient hautement spéculatifs jusqu'à la découverte, à partir de 1996, de fossiles remarquablement conservés dans le Crétacé supérieur du nord-est de la Chine. Nombre d'entre eux montrent, outre le squelette, les restes de parties « molles » qui ne sont qu'exceptionnellement conservées à l'état fossile. Ils révèlent que beaucoup de dinosaures théropodes étaient couverts de filaments, pas à proprement parler des plumes, mais une sorte de duvet. Ce revêtement épidermique a été observé chez des représentants des compsognathidés, des dromaeosauridés et des thérizinosaures. Qui plus est, deux petits théropodes montrant de vraies plumes mais incapables de voler, *Protarchaeopteryx* et *Caudipteryx*, ont aussi été décrits (certains auteurs, il est vrai, y verraient plutôt des oiseaux primitifs ayant perdu l'aptitude au vol). Les reconstitutions les plus récentes montrent le monde des dinosaures, duvetés ou emplumés, sous un jour nouveau, mais assez conforme aux prédictions de G. Paul.

On pourrait aussi rappeler comment la découverte de nombreuses pistes de ptérosaures à Crayssac (Lot) par Jean-Michel Mazin et son équipe a brillamment confirmé les suppositions de divers paléontologues, au pre-

mier rang desquels Peter Wellnhofer : ces reptiles volants avançaient à quatre pattes. Ces prédictions se sont « réalisées » grâce à la découverte de nouveaux gisements contenant des fossiles extraordinairement bien conservés, révélant des détails anatomiques rarement préservés.

Impasses et espoirs déçus

Dans le domaine d'une science du passé comme la paléontologie, on peut donc parfois prévoir l'avenir. Qu'en est-il maintenant du développement futur de la discipline, considéré dans une optique plus vaste ? Quelles sont les directions de recherche, les approches qui devraient conduire à des avancées intéressantes ? Il faut à cet égard être prudent et se garder de certains enthousiasmes prématurés. Au début des années 1990, certains paléontologues plaçaient beaucoup d'espoir dans la recherche de biomolécules fossiles, en particulier d'ADN. Le succès du film *Jurassic Park* a contribué à populariser cette approche, et l'idée de reconstituer le code génétique d'organismes disparus, voire de les recréer, a excité les imaginations. L'annonce de la découverte par une équipe américaine de restes d'ADN dans des insectes fossiles conservés dans l'ambre donnait corps à ces espoirs, même si, pour les paléontologues, la recréation de dinosaures relevait de la science-fiction. Les espoirs sont retombés, depuis que

les tentatives pour répéter cette extraction d'ADN fossile, menées notamment en Angleterre, se sont toutes révélées vaines : la molécule d'ADN est trop fragile pour résister longtemps aux modifications chimiques liées à la fossilisation, et il paraît vraisemblable que des contaminations sont à l'origine des « découvertes » signalées dans les insectes de l'ambre. Une approche très prometteuse s'est transformée en déception. Cela ne signifie pas que l'approche biochimique de l'étude des fossiles soit nécessairement vouée à l'échec. L'étude des isotopes de certains éléments (notamment le



2. FÉMUR (à gauche) et ensemble sacrum-bassin (à droite) de *Gargantuavis philoinos*, oiseau géant, incapable de voler, provenant du Crétacé supérieur du Languedoc. Les premiers restes de cet oiseau, de la taille probable d'une autruche, ont été découverts en 1995 en Provence. On ignorait auparavant qu'il eût existé de tels oiseaux terrestres de grande taille au temps des dinosaures. La découverte de *Gargantuavis* dans le Crétacé supérieur du sud de la France, où l'on récolte des vertébrés fossiles depuis plus de 150 ans, illustre bien la possibilité de trouver des fossiles totalement insoupçonnés dans des lieux qui peuvent paraître à tort bien connus paléontologiquement. La recherche paléontologique réserve sans nul doute encore beaucoup de surprises de ce type.



3. DÉGAGEMENT DES VERTÈBRES de la queue de *Siamotyrannus isanensis*, le plus ancien tyrannosaure connu, dans le Crétacé inférieur du nord-est de la Thaïlande. La découverte de ce spécimen a fait reculer d'au moins vingt millions d'années dans le passé l'ancienneté de la famille des *Tyrannosauridae*. Elle est le résultat d'un programme



Eric Buffetaut

de recherches à long terme sur les dinosaures de Thaïlande, soutenu par le Service géologique de Thaïlande et le CNRS. La recherche sur le terrain est l'un des moteurs essentiels du progrès des connaissances en paléontologie, et l'on peut sans nul doute en attendre des découvertes majeures dans le futur.

carbone et l'azote) dans le collagène conservé par certains fossiles a ainsi pu donner des résultats intéressants sur le régime alimentaire d'animaux disparus, tels l'ours des cavernes ou le mammoth. Cependant, les résultats significatifs obtenus jusqu'ici portent essentiellement sur des animaux relativement peu anciens à l'échelle géologique, dont les fossiles ont pu conserver en relativement bon état des molécules qui résistent apparemment mal aux phénomènes de la fossilisation.

La mauvaise conservation à long terme de ces molécules organiques pourrait imposer une limite difficile à franchir à beaucoup d'approches biochimiques, même si les découvertes épisodiques de spécimens très bien conservés, qu'il s'agisse de mammoths congelés ou d'insectes ou de lézards inclus dans de l'ambre, font resurgir périodiquement des espoirs que les médias font facilement passer dans le domaine de la science-fiction. Au demeurant, une meilleure connaissance des espèces fossiles en tant qu'êtres qui

furent vivants ne passe pas nécessairement par des techniques particulièrement nouvelles ou élaborées : la découverte dans le désert de Gobi de squelettes du dinosaure *Oviraptor* en position de couvaison sur ses œufs nous a appris beaucoup plus sur la reproduction des dinosaures que toutes les études biogéochimiques réalisées sur les œufs de dinosaures depuis une quinzaine d'années... Quoi qu'il en soit, l'intérêt pour la biologie, la physiologie et le comportement des espèces disparues, aussi vieux que la paléontologie elle-même, est particulièrement fort actuellement, et il ne fait guère de doute que les reconstitutions paléobiologiques, appuyées sur des techniques nouvelles ou sur des fossiles remarquables, ont un grand avenir.

C'est probablement au niveau des grandes tendances que l'on peut tenter une certaine prospective en paléontologie. Depuis les débuts de cette discipline scientifique, la première tâche des paléontologues a été d'établir l'inventaire des espèces

fossiles d'animaux et de végétaux. Cette tâche est loin d'être achevée, comme l'indique le rythme de description de nouvelles espèces fossiles appartenant à tous les groupes zoologiques et botaniques. Mais cet inventaire ne prend tout son intérêt que lorsqu'il est interprété.

Datation et interprétation

Aux débuts de la paléontologie scientifique, durant les premières décennies du XIX^e siècle, un des premiers soucis fut d'ordonner les fossiles suivant leur distribution dans les couches géologiques. Cette approche stratigraphique de la paléontologie a perduré, notamment à cause de son application à la datation relative des roches, et ses progrès futurs seront sans doute un affinement grandissant de la résolution fournie par les datations biostratigraphiques.

Avec le triomphe de l'évolutionnisme dans les décennies suivant la parution de l'*Origine des espèces* de Darwin