

Si vous entrez le mot *Gastornis* sur Internet, la plupart des images que vous trouverez seront celles d'un impressionnant oiseau géant attaquant avec férocité de petits mammifères. Et pour cause. Depuis la découverte, à la fin du XIX^e siècle et au début du XX^e, de plusieurs ossements de cette espèce disparue du début du Tertiaire, les reconstructions de l'animal le présentaient tel une grue terrifiante, un rapace terrestre maître du monde au Paléocène qui aurait décliné avec l'avènement des mammifères carnivores, comme l'écrivait encore en 1971 le paléontologue finlandais Björn Kurtén dans son livre *The Age of Mammals*.

Certes, le scénario de l'oiseau carnivore est tentant, d'autant qu'il s'inscrit bien dans l'histoire de la faune terrestre. Jusqu'à la fin du Crétacé en effet, les plus grands animaux terrestres étaient les dinosaures. Ils avaient des tailles et des modes de vie très variés leur permettant de se répartir dans les différentes niches écologiques. Mais durant la crise Crétacé-Tertiaire, il y a 66 millions d'années, ces dinosaures se sont éteints, laissant libres de très nombreuses niches écologiques continentales. Ainsi, juste après l'extinction des dinosaures, au

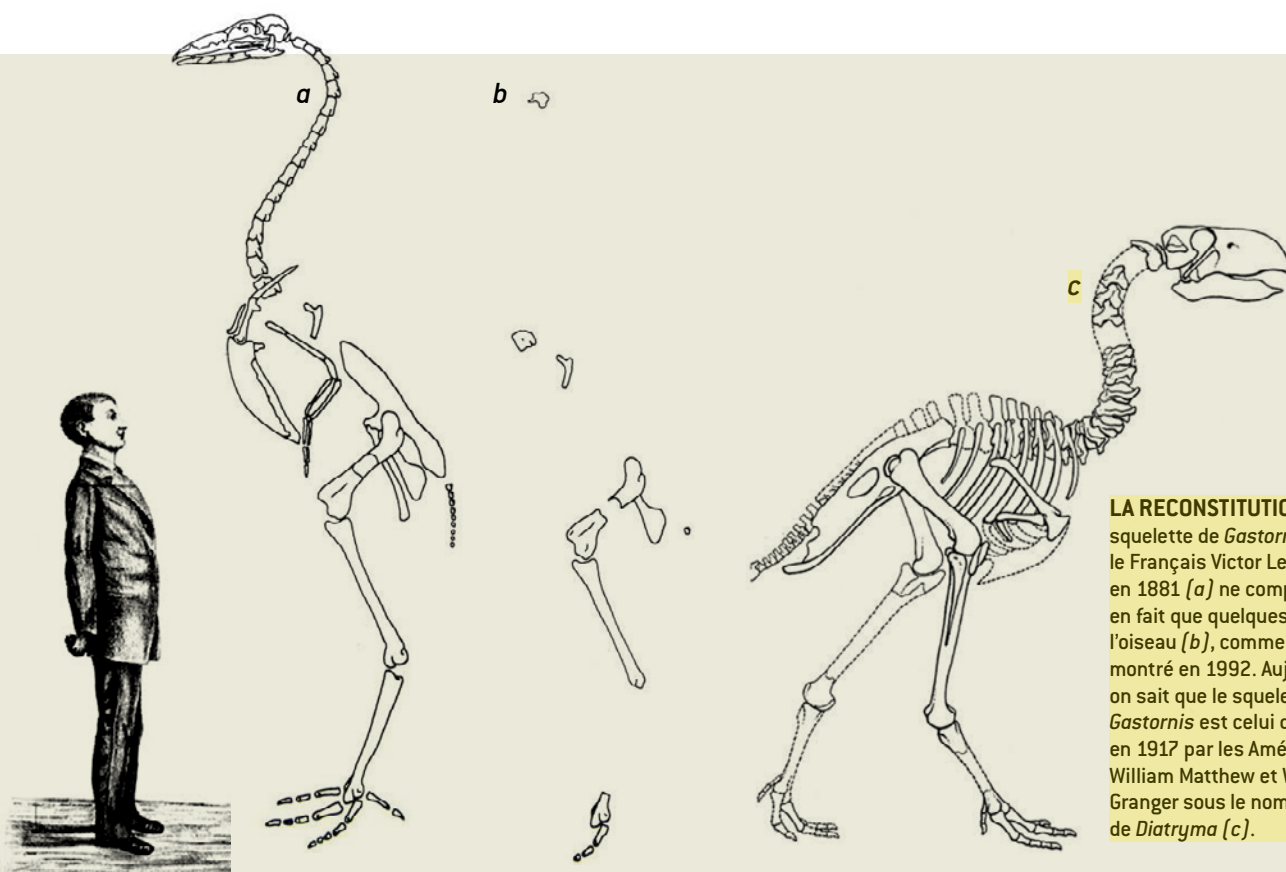
L'ESSENTIEL

- En 1855, un os d'oiseau géant du Tertiaire fut découvert près de Meudon, puis d'autres furent trouvés en Europe, en Asie et aux États-Unis.
- Jusqu'en 2014, la majorité des reconstitutions de l'oiseau *Gastornis* l'ont présenté comme un terrible prédateur.
- De nouvelles études sur ses ossements montrent qu'il s'agissait plutôt d'un herbivore se déplaçant lentement.
- Cette histoire témoigne de l'impact des reconstitutions et de l'imaginaire collectif sur les interprétations paléontologiques.

début du Tertiaire, le seul animal terrestre de grande taille était *Gastornis*. Alors que les mammifères ne dépassaient pas la taille d'un gros chien, ces oiseaux mesuraient environ 1,5 mètre de haut. Apparus en Europe au Paléocène, il y a quelque 60 millions d'années, ces géants s'éteignirent au milieu de l'Éocène, il y a environ 42 millions d'années, après avoir colonisé l'Amérique du Nord et l'Asie.

En quoi ces oiseaux ont-ils été les successeurs des dinosaures dans les environnements terrestres post-crise ? Quelle niche écologique occupaient-ils ? Comment vivaient-ils ? Qu'il s'agisse de leur régime alimentaire, de leur mode de locomotion ou de leur stratégie de reproduction, ces questions sont longtemps restées sans réponse, d'autant que l'histoire de la découverte de *Gastornis* a eu plusieurs rebondissements qui ont brouillé les pistes. Mais de nouvelles études viennent de résoudre une partie du mystère grâce à des approches pluridisciplinaires combinant paléontologie classique et nouvelles technologies. *Gastornis* serait plus proche du placide takahé de Nouvelle-Zélande que d'un terrible prédateur.

Le premier fossile de *Gastornis* fut découvert en 1855 dans le conglomérat



LA RECONSTITUTION du squelette de *Gastornis*, par le Français Victor Lemoine en 1881 [a] ne comportait en fait que quelques os de l'oiseau [b], comme cela fut montré en 1992. Aujourd'hui, on sait que le squelette de *Gastornis* est celui décrit en 1917 par les Américains William Matthew et Walter Granger sous le nom de *Diatryma* [c].

a, b, c : clichés des auteurs

de Meudon, près de Paris. Ce fossile, correspondant à un tibiotarse (os de la patte), fut nommé *Gastornis parisiensis* en l'honneur du physicien Gaston Planté, son découvreur. Par la suite, Victor Lemoine, médecin à Reims et passionné de paléontologie, exhuma des fossiles complémentaires de *Gastornis* dans le nord-est de la France et, dès 1881, en proposa une reconstitution : un grand oiseau aux longues pattes et aux ailes réduites, arborant un long cou et un bec assez allongé (voir la figure page ci-contre). À en croire le médecin, ses mâchoires portaient des excroissances peut-être assimilables à des dents. Ainsi, à une époque où les idées de Darwin se répandaient chez les paléontologues, *Gastornis* semblait être un animal intermédiaire entre les reptiles et les oiseaux.

Diatryma contre *Gastornis*

Parallèlement, en 1876 en Amérique du Nord, le paléontologue Edward Cope décrit un nouveau fossile d'oiseau géant qu'il nomma *Diatryma* en indiquant qu'il était proche de *Gastornis*. Durant plusieurs décennies, les deux noms coexistèrent, les fossiles trouvés en Europe prenant le nom de *Gastornis* et ceux d'Amérique du Nord celui de *Diatryma*. En 1917, cependant, deux autres paléontologues américains, William Matthew et Walter Granger, décrivent un squelette quasiment complet de *Diatryma* provenant de l'Éocène inférieur du Wyoming et permettant une reconstitution globale de cet oiseau, caractérisé par une grosse tête au bec énorme et sans dents que portait un cou robuste.

Les différences particulièrement marquées entre cette reconstitution et celle de *Gastornis* faite par Lemoine plus de trente ans auparavant aboutirent à séparer nettement les genres *Diatryma* et *Gastornis*. De plus, l'excellente conservation du fossile américain éclipsa les ossements isolés de *Gastornis*. C'est pourquoi, à partir des années 1920, la grande majorité des spécimens européens furent attribués à *Diatryma* plutôt qu'à *Gastornis*.

Cette situation dura jusqu'au début des années 1990, lorsque le paléontologue américain Larry Martin fit une révision

Les os
appartenaient en
fait pour la plupart
à divers autres animaux :
tortues, poissons et une
sorte de crocodile

complète du matériel de *Gastornis* que Lemoine avait rassemblé pour sa reconstitution. Martin mit alors en évidence que la grande majorité des os utilisés n'appartenait ni à *Gastornis* ni même à un oiseau.

Les fossiles correspondaient à divers autres animaux comprenant aussi bien des tortues que des poissons ou des champsosaures (sortes de reptiles aquatiques ressemblant à des crocodiles). Le principal argument séparant *Gastornis* de *Diatryma* était donc sérieusement remis en cause. Martin proposa alors de regrouper ces deux genres au sein d'une même famille : les Gastornithidae.

Mieux : le réexamen récent des fossiles, dont l'étude d'une nouvelle mandibule de *Gastornis*, a montré qu'il s'agit d'un seul et même genre qui doit être appelé *Gastornis*, ce nom ayant été proposé en premier et *Diatryma* en étant un synonyme. Il s'agit là d'un exemple tout à fait marquant de l'importance que les reconstitutions peuvent avoir sur l'évolution des interprétations paléontologiques, car sans la représentation erronée de *Gastornis* réalisée par Lemoine, le nom de *Diatryma* ne se serait peut-être jamais imposé.

Pas de dents, **mais un bec étrange**

Gastornis n'avait donc pas de dents, mais la question de son écologie, et notamment de son régime alimentaire, n'était pas résolue pour autant... Elle ne le fut pas avant 2014. Et là encore, les représentations que l'on se faisait de l'oiseau ont eu un impact important, non seulement sur les interprétations scientifiques, mais aussi sur l'imaginaire collectif.

De fait, afin de mieux comprendre comment étaient organisés les écosystèmes terrestres suite à l'extinction des dinosaures, une des premières questions que se sont posées les scientifiques concerna le régime alimentaire de ces oiseaux. Pour la majorité des vertébrés fossiles, l'étude du régime alimentaire est fondée sur celle des dents. Les Gastornithidae en étant dépourvus, la méthode était inapplicable. Dans le cas des oiseaux, cependant, un autre indice permet en général de résoudre la question : la forme du bec, que l'on compare à celle des oiseaux actuels d'écologie connue.

■ LES AUTEURS

Delphine ANGST, paléontologue et géochimiste, est postdoctorante à l'université de Cape Town, en Afrique du Sud.

Eric BUFFETAUT est paléontologue au Laboratoire de géologie de l'École normale supérieure, à Paris (CNRS, UMR 8538).

Christophe LÉCUYER est professeur au Laboratoire de géologie de Lyon (LGLTPE), à l'université de Lyon 1 et membre de l'institut universitaire de France.

Romain AMIOT est chargé de recherche dans le même laboratoire.

Mais les Gastornithidae sont particuliers, car leur bec ne ressemble à celui d'aucun groupe actuel. Cette spécificité a donc été à l'origine d'un débat vieux de plus de vingt ans sur le régime alimentaire de *Gastornis*.

En 1991, en se fondant sur une étude biomécanique de la mâchoire de ces oiseaux, Lawrence Witmer et Kenneth Rose, de l'université Johns Hopkins, ont conclu qu'il s'agissait de féroces prédateurs. Un an plus tard, en 1992, l'ornithologue américain Allison Andors fit une étude similaire sur les mêmes fossiles et conclut à un régime herbivore. La contradiction entre les conclusions de ces deux études, quasi-simultanées, sur le même matériel fossile, et avec des méthodes très proches, montre les limites des méthodes comparatives classiques de paléontologie.

Ignorant le débat, jusqu'en 2014, la majorité des représentations de *Gastornis*

mettent en scène un terrible prédateur pourchassant de petits mammifères, alors que quasiment aucune reconstitution ne suggère qu'il pourrait être herbivore. Ce choix délibéré, probablement motivé par des raisons plus ou moins sensationnalistes, a eu des conséquences importantes sur l'image collective du régime alimentaire de *Gastornis*. Ainsi, même des documentaires sérieux ou des revues scientifiques de qualité pour le grand public ont totalement occulté la seconde hypothèse. Ce choix de représentation est à l'origine d'un bon nombre de confusions entre les Gastornithidae et les Phorusrhacidae, des oiseaux géants terrestres carnivores et coureurs connus en Amérique du Sud et du Nord, en Afrique du Nord et en Europe, mais pour des périodes plus récentes, et dont l'anatomie est très différente de celle des Gastornithidae.

Des muscles de pintade

Le débat sur le régime alimentaire de *Gastornis* ne s'est clos qu'en 2014 avec de nouvelles études que nous avons menées. Faute de trouver la réponse par les voies classiques, nous avons cherché d'autres méthodes. Nous avons opté pour deux approches complémentaires : une étude de morphologie fonctionnelle et une étude de géochimie isotopique.

La morphologie fonctionnelle consiste à étudier le lien entre l'écologie d'un animal et ses capacités mécaniques. Ainsi, avec la collaboration d'Anick Abourachid et Anthony Herrel, du Muséum national d'histoire naturelle, à Paris, nous avons étudié les muscles du crâne de divers oiseaux actuels dont on connaissait l'écologie afin de voir s'il existait un lien entre le type de nourriture que ces oiseaux consomment et la musculature de leur mâchoire.

Des rapaces représentaient les oiseaux carnivores et des poulets, pintades et pinsons, les oiseaux herbivores. Après avoir disséqué plusieurs crânes de ces oiseaux actuels, nous avons mesuré et pesé l'ensemble des muscles du crâne. Nous avons ainsi montré que chez les oiseaux carnivores actuels, le muscle permettant de fermer la mâchoire (muscle adducteur) est peu développé, alors que celui permettant de mouvoir la pointe du bec (muscle ptérygoïde) est très gros (voir la figure page 43). Cela est dû à la façon dont ces animaux se nourrissent,

Des mesures isotopiques

Comment déterminer si *Gastornis* était plutôt carnivore ou herbivore ? Une méthode consiste à étudier la proportion des isotopes de carbone dans les ossements de l'animal et de la comparer avec celle d'oiseaux actuels carnivores ou herbivores.

Les isotopes d'un élément chimique X présentent le même nombre de protons dans leur noyau, mais un nombre différent A de neutrons et sont alors notés AX .

Un isotope avec un petit nombre de neutrons est dit léger et, à l'inverse, celui avec le plus grand nombre de neutrons est dit lourd. Il existe deux grands types d'isotopes : les isotopes stables et les isotopes radioactifs.

Les isotopes radioactifs se transforment en un autre élément avec émission de radioactivité, et ce au bout d'un temps moyen connu et spécifique de chaque élément – sa constante de désintégration. Par exemple, l'isotope du carbone à 14 neutrons, le carbone 14 ou ^{14}C , se

transforme en azote 14 (^{14}N) en environ 5700 ans.

À l'inverse, les isotopes stables correspondent à des éléments ne pouvant pas se désintégrer, et restant stables au cours du temps.

Dans le cas du carbone, il existe deux isotopes stables, le carbone 12 (^{12}C) et le carbone 13 (^{13}C).

Ces deux isotopes sont présents en différentes proportions dans les structures géologiques ou biologiques, sans variations au cours du temps. La proportion d'isotopes lourds ^{13}C par rapport aux isotopes légers ^{12}C est définie par le rapport isotopique $^{13}C/^{12}C$. Dans le cas des isotopes stables, les différences de rapports isotopiques entre plusieurs réservoirs sont très faibles, ne dépassant pas la cinquième ou sixième

décimale. C'est pourquoi, afin de comparer plusieurs rapports isotopiques de façon précise, la notation delta (δ) a été proposée.

Cette notation compare le rapport isotopique de l'échantillon par rapport à celui d'un standard et est exprimée en pour mille (‰). Un delta positif correspond donc à un enrichissement de l'échantillon en isotopes lourds par rapport au standard.

Dans le cas de l'étude du régime alimentaire de *Gastornis*, c'est donc le $\delta^{13}C$ du carbonate de l'apatite des os qui est mesuré afin de savoir s'il était plutôt carnivore ou herbivore. On le compare à celui d'oiseaux actuels suivant l'un ou l'autre de ces régimes, en supposant que la physiologie de *Gastornis* était similaire, et on en déduit le rapport isotopique de sa nourriture, qui indique si elle est animale ou végétale. Résultat : celle de *Gastornis* était végétale...

- D. A.