



en arrachant des morceaux de viande avec la pointe de leur bec et en les gobant sans les broyer. Ils ont donc besoin d'une grande puissance à l'avant de leur bec et d'une faible puissance de broyage au moment de refermer la mâchoire. À l'inverse, chez les oiseaux herbivores actuels, le muscle adducteur est très développé, leur permettant de broyer des plantes et des graines dures, alors que le muscle ptérygoïde est très réduit.

Une fois ce modèle établi, nous l'avons appliqué aux Gastornithidae, dont deux mâchoires particulièrement bien préservées (conservées au Muséum de New York et au Muséum de Toulouse) portent les traces des zones d'insertion de ces deux muscles, ce qui permet d'estimer leur importance relative. Ces traces montrent que *Gastornis* présentait un muscle adducteur très développé et un muscle ptérygoïde très réduit, et qu'il avait donc un régime alimentaire herbivore.

Parallèlement à cette étude, nous avons utilisé une seconde approche, la géochimie isotopique, pour déterminer indépendamment le régime alimentaire de *Gastornis*. Cette approche est fondée sur l'analyse isotopique du carbone présent dans les ossements des oiseaux et dans leur nourriture, c'est-à-dire sur l'analyse de la proportion des isotopes de carbone dans

GASTORNIS a longtemps été mis en scène comme un terrible prédateur de mammifères...

ces éléments (voir l'encadré page ci-contre). En effet, cette proportion diffère dans les plantes et dans la viande. Elle dépend aussi de la physiologie de l'animal : lorsqu'un animal se nourrit, il incorpore dans ses os et dans ses dents une certaine proportion des isotopes de carbone en fonction de son métabolisme. On dit qu'il y a un fractionnement isotopique entre les tissus minéralisés (os, dents) et l'alimentation. Par conséquent, si l'on connaît la valeur de ce fractionnement isotopique chez un animal, on peut, à partir de l'analyse isotopique de ses ossements, en déduire la proportion des isotopes de carbone dans les aliments qu'il a consommés, et ainsi remonter à son régime alimentaire.

Un oiseau herbivore

Chez un animal actuel dont on connaît les habitudes alimentaires, déterminer la valeur du fractionnement isotopique est simple : il suffit de mesurer la proportion des isotopes dans les ossements et d'en soustraire celle de sa nourriture. Aussi avons-nous d'abord effectué l'étude sur des oiseaux actuels d'écologie connue : un modèle carnivore – des vautours – et un modèle herbivore – des autruches – nous ont fourni deux valeurs différentes du fractionnement isotopique des oiseaux

en fonction de leur régime alimentaire. Grâce à ces données, et en considérant que les oiseaux du Tertiaire avaient une physiologie très proche de celle des oiseaux actuels, nous avons déterminé le régime alimentaire de *Gastornis*.

En effet, les mesures isotopiques du carbone de *Gastornis* ont permis d'estimer que si ces oiseaux étaient carnivores, ils devaient consommer de la viande issue d'animaux ne s'étant nourris que de plantes de type C4 (des plantes adaptées aux environnements secs). Or, dans l'histoire de la Terre, ce type de plantes n'est apparu que beaucoup plus récemment. Les *Gastornithidae* ne pouvaient donc pas être carnivores. À l'inverse, l'hypothèse d'un régime alimentaire herbivore est confirmée, car les proportions isotopiques des plantes consommées alors déduites sont cohérentes avec celles connues pour les végétaux de l'époque. *Gastornis* n'était donc pas un féroce prédateur s'attaquant aux malheureux petits chevaux du Tertiaire, mais plutôt un oiseau herbivore.

Un autre point de l'écologie des *Gastornithidae* qui a été faussé par les représentations est sa locomotion. Sur la grande majorité des illustrations représentant *Gastornis*, non seulement cet oiseau est carnivore, mais il pratique une chasse active en poursuivant

ses proies sur un modèle proche de celui des grands prédateurs actuels tels que les fauves (voir la figure page 41). Mais *Gastornis* était-il réellement capable de courir de cette façon ? En d'autres termes, l'oiseau avait-il une locomotion dite cursoriale (coureur), avec la possibilité de longues périodes de course rapide, ou était-il graviporteur (marcheur), c'est-à-dire de locomotion relativement lente, capable de courir, mais seulement sur de courtes durées ?

Coureur ou marcheur ?

Dans les années 1960, l'ornithologue américain William Storer a proposé une méthode pour discriminer ces deux modes de locomotion, fondée sur les proportions des trois os longs formant la patte d'un oiseau : le fémur, le tibiotarse et le tarsométatarse. Un oiseau coureur aura un tarsométatarse plus long par rapport aux deux autres os de la patte et, à l'inverse, le tarsométatarse d'un oiseau marcheur sera plus court. En appliquant ce modèle à *Gastornis*, on montre que cet oiseau était graviporteur, incapable de courir vite et longtemps...

Un des derniers éléments de l'écologie des *Gastornithidae* découvert ces dernières

COMMENT ON REMONTE DES COQUILLES À *GASTORNIS*

En Provence et dans les Corbières, on connaît depuis les années 1950, dans les dépôts continentaux du début du Tertiaire, des fragments de coquilles d'œufs de grands oiseaux, souvent présents en abondance. Il avait été suggéré que *Gastornis* avait pu les pondre. Afin de tester cette hypothèse, nous avons récolté sur le terrain de nombreux fragments et étudié chacun en détail.

En Europe, pour cette période, seuls trois genres d'oiseaux fossiles de grande taille sont connus : *Gastornis*, *Palaeotis* et *Remiornis*. Leurs tailles étant différentes, celles de leurs œufs devaient l'être aussi. L'estimation de la taille des œufs grâce à l'étude des fragments de coquilles nous a permis d'identifier lequel de ces trois oiseaux les avait pondus.

Les courbures maximales et minimales des coquilles d'œuf

ont été mesurées pour tous les fragments de taille suffisante. À partir de ces mesures et de différentes relations établies pour des émeus actuels, nous avons estimé que les œufs mesuraient environ 12 centimètres (cm) de largeur et 19 de longueur.

Connaissant la taille des œufs pondus par les oiseaux tertiaires dans le sud de la France, on calcule alors leur volume puis leur masse grâce à différentes

équations. Les œufs pondus avaient un volume d'environ 1330 cm³ et une masse d'environ 1,4 kilogramme, ce qui correspond à des valeurs proches de ce qui est connu pour les plus gros œufs d'autruches actuelles.

De tels œufs correspondent à des oiseaux de très grande

taille, pesant jusqu'à 150 kilogrammes. Parmi les oiseaux connus en Europe à cette période, seul *Gastornis* aurait pu pondre de tels œufs. À partir de cette conclusion, on déduit nombre d'informations sur la stratégie de reproduction des *Gastornithidae*.

- D. A.



MINUSCULES, les fragments de coquilles trouvés dans le sud de la France permettent tout de même, en mesurant leur courbure, d'estimer la taille des œufs, et de là celle de l'oiseau qui les a pondus.