

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

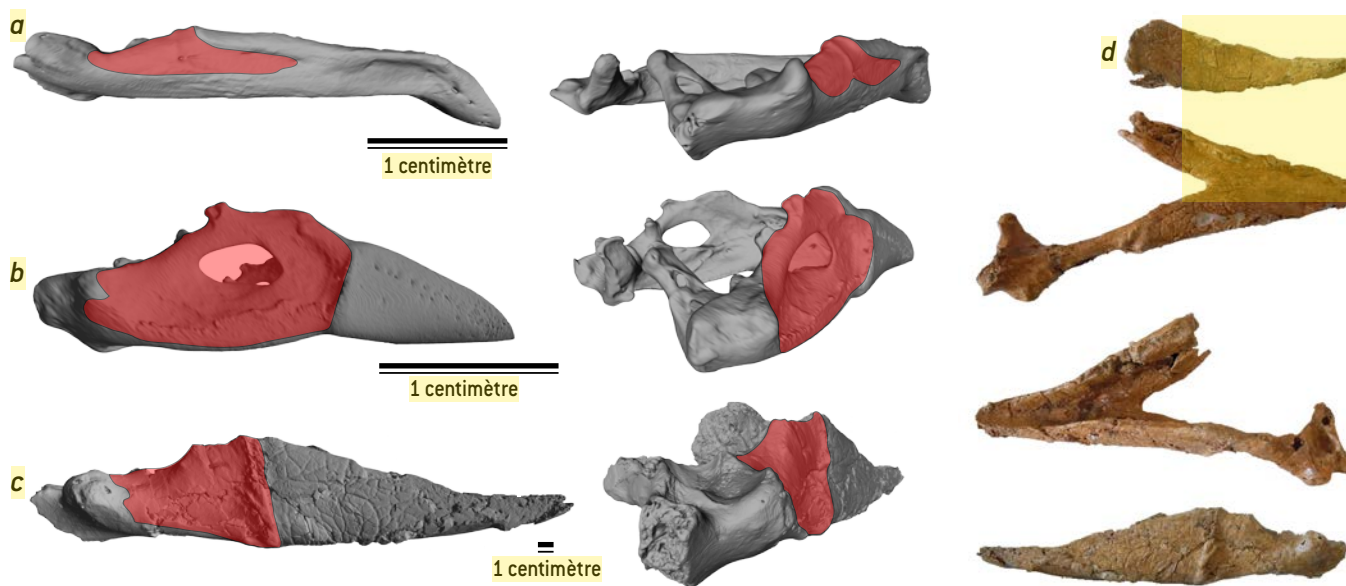
taille, pesant jusqu'à 150 kilogrammes. Parmi les oiseaux connus en Europe à cette période, seul *Gastornis* aurait pu pondre de tels œufs. À partir de cette conclusion, on déduit nombre d'informations sur la stratégie de reproduction des Gastornithidae.

- 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.

Cliché des auteurs



LE MUSCLE ACTIONNANT LA MÂCHOIRE D'UN OISEAU, le muscle adducteur, ne se développe pas de la même façon selon que l'animal est carnivore ou herbivore. Chez un oiseau carnivore actuel tel une buse, sa

zone d'insertion sur la mâchoire est petite [a, en rouge]. Chez un oiseau herbivore tel le pinson de Darwin, elle est large [b], tout comme chez *Gastornis* [c], dont on a retrouvé plusieurs ossements de mandibule [d].

années est la stratégie de reproduction de ces oiseaux. En effet, jusqu'en 2013, aucune information n'existait à ce sujet. Aucun œuf d'oiseau fossile n'ayant pu être attribué de façon claire à *Gastornis*, il était impossible de savoir combien d'œufs étaient pondus par nid, ni si ces nids étaient enterrés ou déposés à même le sol, ou s'il existait des zones de ponte préférentielles où différents parents venaient pondre. Les réponses à ces questions ont été apportées grâce à la récolte de centaines de fragments de coquilles d'œuf dans le sud de la France et à leur attribution à *Gastornis* (voir l'encadré page ci-contre).

Des coquilles ornées

La très grande concentration de coquilles d'œufs sur différents sites tertiaires du sud de la France suggère que plusieurs pontes étaient rassemblées sur des sites communs, des sortes de lieux de ponte préférentiels sans doute choisis pour des raisons environnementales. D'après la répartition de ces sites, ces grands oiseaux vivaient probablement en groupe, au moins au moment de la reproduction, comme les autruches actuelles. De plus, aucun œuf n'a été retrouvé entier, contrairement aux nombreuses pontes de dinosaures constituées d'œufs entiers découvertes dans le Crétacé du sud de la France. Il est donc fort probable que les nids de

Gastornis aient été construits à même le sol, comme chez les autruches, et non enterrés comme ceux des dinosaures. Les œufs de *Gastornis* auraient alors été détruits avant la fossilisation par le piétinement ou les intempéries.

Enfin, l'ornementation de la surface des fragments de coquilles fournit aussi des renseignements sur la stratégie de ponte de ces oiseaux. Les fragments présentent des traces qui pourraient correspondre à un gradient d'usure de la coquille lors du frottement des œufs entre eux dans le nid, comme on l'observe à la surface des œufs d'autruches actuelles. Les nids devaient donc contenir plusieurs œufs.

Ainsi, les Gastornithidae, successeurs des grands dinosaures, n'étaient pas de terribles prédateurs, mais des oiseaux géants herbivores, se déplaçant plutôt lentement dans des environnements chauds et plus ou moins humides en fonction des régions (plutôt sec dans le sud de la France et plus humide dans le nord de l'Allemagne). Ces oiseaux se regroupaient dans des sites communs pour y pondre plusieurs œufs dans des nids construits à même le sol, sur un modèle proche de celui observé chez les autruches actuelles. Du scénario obsolète, il ne reste donc que le dénouement. *Gastornis* a probablement constitué une remarquable source de nourriture pour les mammifères carnivores qui montaient en puissance...

BIBLIOGRAPHIE

D. Angst et al., Fossil avian eggs from the Palaeogene of southern France: New size estimates and a possible taxonomic identification of the egg-layer, *Geological Magazine*, vol. 152, pp. 70-79, 2015.

D. Angst et al., Isotopic and anatomical evidence of an herbivorous diet in the Early Tertiary giant bird *Gastornis*. Implications for the structure of Paleocene terrestrial ecosystems, *Naturwissenschaften*, vol. 4, pp. 313-322, 2014.

E. Buffetaut et D. Angst, *Gastornis*: un mystérieux géant, *Espèces*, Hors-série n° 1, pp. 35-39, avril 2014.

D. Angst et E. Buffetaut, The first mandible of *Gastornis* Hébert, 1855 (Aves, Gastornithidae) from the Thanetian (Paleocene) of Mont-de-Berru (France). *Revue de Paléobiologie*, vol. 32, pp. 423-432, 2013.