

## EN CHIFFRES

# 200 MILLIONS

Les crocodiles modernes ont acquis leur plan d'organisation il y a 200 millions d'années. On compte 24 espèces actuelles de crocodiliens, dont 14 crocodiles.

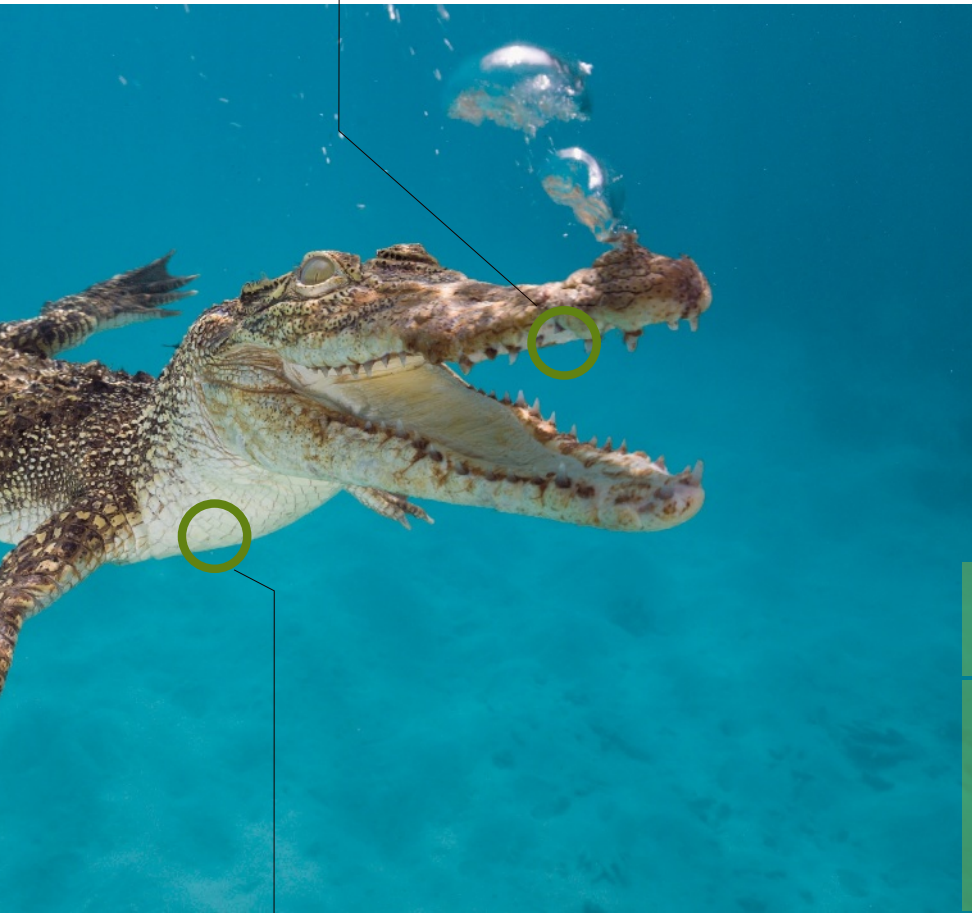
À l'âge adulte, un crocodile marin compte jusqu'à 68 dents.

# 6,17 MÈTRES

Avec ses 6,17 mètres et ses 1075 kilogrammes, Lolong, capturé aux Philippines en 2011, reste le plus grand crocodile marin jamais attrapé. Celui-ci n'aurait cependant pas fait le poids face à *Sarcosuchus imperator*, un crocodylomorphe de 12 mètres et 8 tonnes qui vivait en Afrique du Nord durant le Crétacé, il y a entre 145 millions et 66 millions d'années.

# 0,3

Le crocodile du Nil consomme très peu d'énergie au repos : son taux métabolique au repos est de 0,3 (en millilitres de dioxygène par heure et par gramme<sup>0,67</sup>), alors que celui du cochon d'Inde est de 3,5 et celui du canard, 11. En revanche, on estime que celui de *Postosuchus kirkpatricki*, un cousin pseudosuchien qui vivait il y a plus de 200 millions d'années, était plus proche de 2.



Source des taux métaboliques : L. J. Legendre et al., Syst. Biol., vol. 65(6), pp. 989-996, 2016

des formes exclusivement marines, d'autres uniquement terrestres comme de grands herbivores armés ou des hypercarnivores coureurs.

Cette lignée est si bien connue qu'on peut l'utiliser pour tester des hypothèses évolutives. C'est en effectuant un tel test que, tout récemment, Maximilian Stockdale et Michael Benton, de l'université de Bristol, en Grande-Bretagne, ont détecté une propriété inattendue de la taille des pseudosuchiens.

## REINE ROUGE ET FOU DU ROI

Leur question était la suivante: l'évolution de ces animaux obéit-elle à l'«hypothèse de la reine rouge» ou à celle du «fou du roi»? Ces deux hypothèses, non contradictoires, portent sur les forces évolutives en présence. La première privilégie les interactions des organismes (compétition, sélection sexuelle, parasitisme, confrontation proie/prédateur...). La seconde insiste plutôt sur l'importance des changements abiotiques environnementaux, comme les fluctuations à long terme de la température, de la composition de l'atmosphère ou du niveau de la mer, ou encore des changements abrupts, comme des impacts de bolides extraterrestres, des éruptions volcaniques massives ou d'autres effets de la tectonique des plaques.

Contrairement aux apparences, les crocodiles sont plus proches des oiseaux que des lézards. Ils partagent avec les oiseaux certains caractères dérivés, comme le gésier, ce diverticule musculéux du système digestif.



**Crocodile marin**  
(*Crocodylus porosus*)  
Taille : jusqu'à 7 m (mâle)  
et 3,5 m (femelle)  
Poids : jusqu'à 1 200 kg (mâle)  
et 200 kg (femelle)

d'années, étaient des animaux exclusivement terrestres, avec une station bipède. Ainsi, la position quadripède des crocodiles paraît corrélée avec leur vie amphibie, et l'articulation de leur cheville est une réminiscence de la verticalité des pattes postérieures de leurs lointains ancêtres.

Une autre caractéristique étonnante est apparue quand on s'est intéressé à la taille des crocodiles et de leurs ancêtres. Aujourd'hui, on sépare le taxon des archosaures en deux groupes frères, les ornithodires (ptérosaures, dinosaures et oiseaux) et les pseudosuchiens, dont font partie les crocodiles et leurs ancêtres. La phylogénie montre que la lignée des crocodiles était extrêmement diverse, avec

> Dans le premier cas, on s'attend à des changements évolutifs lents et continus, dans le deuxième cas à des épisodes évolutifs rapides entrecoupés de stases, suivant le modèle des équilibres ponctués proposé par les paléontologues américains Niles Eldredge et Stephen Jay Gould dans les années 1970.

Pour répondre à leur question, Maximilian Stockdale et Michael Benton ont suivi l'évolution de la taille du corps, relativement facile à estimer quand on dispose de fossiles quasi complets. Leurs études montrent que le rythme de changement de la taille corporelle est erratique, avec des accès de forte croissance suivis de stases. Par exemple, la disparité de taille diminue fortement à la transition Trias-Jurassique, il y a 200 millions d'années, en correspondance avec l'une des plus sévères extinctions de masse. Il en est de même, de manière moins marquée, à la frontière Crétacé-Tertiaire, il y a 65 millions d'années. Par ailleurs, cette disparité – ainsi que la taille – augmente au début de l'optimum climatique du Miocène, il y a entre 17 millions et 15 millions d'années, pour chuter à la fin de ce dernier. De façon générale, on observe une corrélation entre l'augmentation de la taille corporelle et celle de la température.

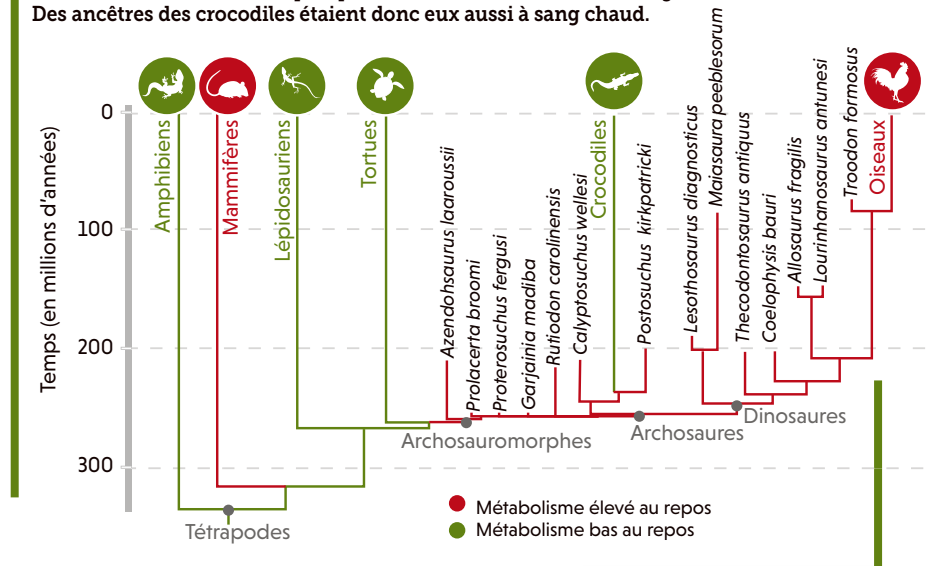
### POÏKILOTHERMES OU HOMÉOTHERMES ?

L'hypothèse du fou du roi paraît donc s'imposer. Les deux paléontologues postulent que, pendant les périodes chaudes, de tels animaux dits « à sang froid » ou, plus exactement, « poïkilothermes » – dont la température varie avec celle de leur milieu – auraient été capables d'investir plus de ressources dans leur croissance et plus longtemps, la croissance des animaux poïkilothermes étant continue, même si sa vitesse diminue avec le temps. Toutefois, on peut s'interroger sur cette interprétation. En effet, depuis une vingtaine d'années, une équipe autour d'Armand de Ricqlès, au Collège de France, puis de Jorge Cubo, au Muséum national d'histoire naturelle, à Paris, se penche sur le métabolisme des archosaures, et ses résultats invitent à la prudence.

En examinant l'histologie osseuse des animaux, les chercheurs ont estimé la vitesse de leur métabolisme au repos. Ainsi, en 2016, l'équipe de Jorge Cubo a montré que des archosaures anciens avaient un niveau métabolique élevé au repos, proche de celui de vertébrés homéothermes (à température constante,

## ENCERCLÉS DE SANG CHAUD

Les paléontologues séparent les sauriens en deux groupes frères, les lépidosaumorphes, menant aux lépidosaures (dont les lézards, serpents et iguanes actuels), et les archosaumorphes, qui incluent les crocodiles et les oiseaux. Les archosaures, qui ont émergé après l'extinction de masse de la limite entre le Permien et le Trias, il y a 250 millions d'années, se séparent en deux groupes frères, les ornithodires (ptérosaures et dinosaures) et les pseudosuchiens, dont les crocodiles. En 2019, Jorge Cubo et Nour-Eddine Jalil ont montré que des archosaumorphes anciens et certains groupes frères présentaient déjà un métabolisme élevé au repos, proche de celui de vertébrés à sang chaud. Des ancêtres des crocodiles étaient donc eux aussi à sang chaud.



dit aussi « à sang chaud ») comme les mammifères ou les oiseaux. Les ancêtres des oiseaux étaient donc homéothermes. Or, contrairement aux animaux poïkilothermes, les homéothermes ne grandissent plus une fois adultes. Était-ce aussi le cas des ancêtres des crocodiles ?

Non. Les crocodiles actuels sont à sang froid, poïkilothermes, ce qui leur permet de jeûner pendant des semaines entre deux repas, vu leur très bas taux métabolique. Mais, en 2019, Jorge Cubo et Nour-Eddine Jalil ont montré, toujours par l'histologie osseuse, que dans la lignée menant aux crocodiles modernes, il y a eu, à un moment donné, une réversion de l'homéothermie vers la poïkilothermie, peut-être en relation avec leur adaptation à la vie aquatique (voir l'encadré ci-dessus). Reste à savoir quand : si les ancêtres des crocodiles étaient encore homéothermes durant les périodes chaudes étudiées par Maximilian Stockdale et Michael Benton, leur raisonnement ne tient plus...

Quoi qu'il en soit, il fut un temps où des ancêtres des crocodiles étaient à sang chaud, de tailles diverses, capables de tenir sur deux pattes et vivaient exclusivement hors de l'eau. Les crocodiles sont donc bien loin de ressembler à leurs ancêtres... ■

### BIBLIOGRAPHIE

M. T. Stockdale et M. J. Benton, **Environmental drivers of body size evolution in crocodile-line archosaurs**, *Commun. Biol.*, vol. 4, article 38, 2021.

J. Cubo et N.-E. Jalil, **Bone histology of *Azendohsaurus laaroussii* : Implications for the evolution of thermometabolism in Archosauromorpha**, *Palaeobiology*, vol. 45(2), pp. 317-330, 2019.

L. J. Legendre et al., **Palaeohistological evidence for ancestral high metabolic rate in archosaurs**, *Syst. Biol.*, vol. 65(6), pp. 989-996, 2016.