A close-up photograph of a platypus resting on a white, textured towel. The platypus is lying on its side, facing right. Its dark, leathery bill is prominent, and its webbed feet are visible. The background is softly blurred, showing a wooden surface and a blue object.

Ornithorhynchus anatinus :
mosaïque évolutive et signal
semi-aquatique chez les monotrèmes

Par Anaïs Chanclu

01 *Introduction*

C'est l'histoire d'un pingouin qui respire par les fesses.
Un jour, il s'assied et il meurt.

Monotremata

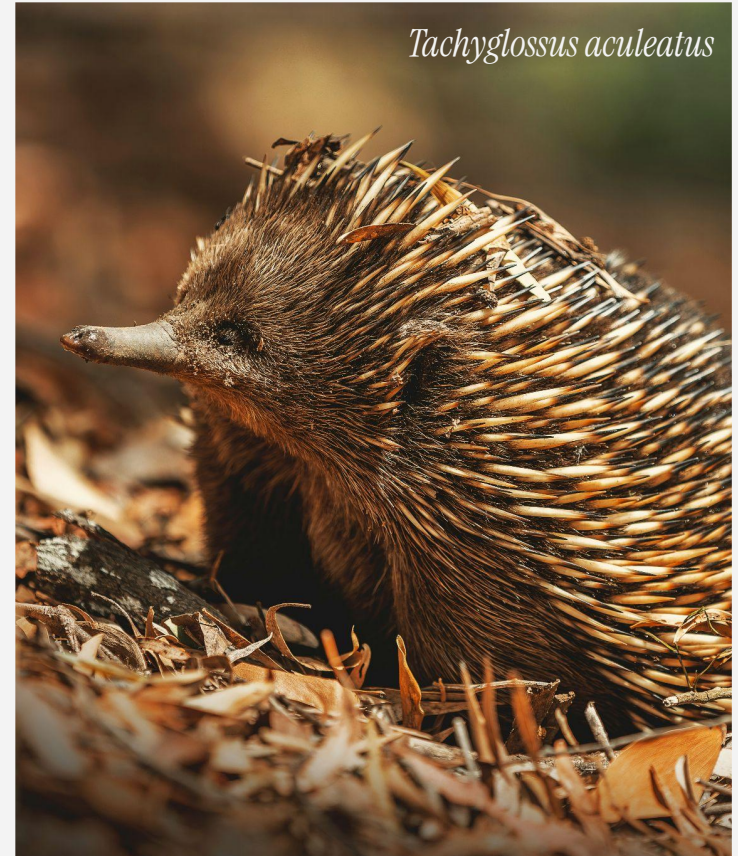
Mammifères ovipares

Répartition : Australie, Tasmanie, Nouvelle-Guinée

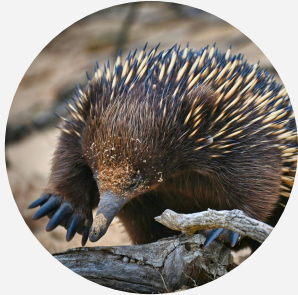
Particularités :

- cloaque
- absence de mamelons
- ceinture scapulaire archaïque
- posture semi-étalée
- éperon tarsien chez le mâle

Intérêt évolutif : groupe-clef pour étudier l'évolution des mammifères



Deux profils actuels contrastés



Échidnés

4 espèces

Tachyglossus + Zaglossus

Terrestres et fousseurs
Museau tubulaire
Pas d'adaptation aquatique
marquée



Ornithorynque

1 espèce

Ornithorhynchus anatinus

Semi-aquatique
Bec spécialisé
Électroréception
Membres palmés



L'écologie semi-aquatique de l'ornithorynque
représente-t-elle une conservation de niche
ancienne chez les monotrèmes ou une
spécialisation convergente secondaire ?

02

Protocole expérimental

Que prend un éléphant dans un bar ?
Beaucoup de place.

Taxons



Monotrèmes

- *Ornithorhynchus anatinus*
- *Tachyglossus aculeatus*
- *Zaglossus bruijini*



Marsupiaux

- *Macropus rufus*
- *Didelphis marsupialis*



Placentaires

- *Homo sapiens*
- *Felis catus*
- *Loxodonta africana*
- *Ovis aries*
- *Equus caballus*
- *Choloepus hoffmanni*
- *Myotis lucifugus*
- *Orycteropus afer*
- *Ondatra zibethicus**
- *Castor canadensis**
- *Lutra lutra**
- *Zalophus californianus**

Taxons fossiles



Monotrèmes et apparentés

Obdurodon dicksoni
Teinolophos trusleri
Steropodon galmani
Kollikodon ritchiei
Monotrematum
sudamericanum



Mammaliformes

*Castorocauda lutrasimilis**
Morganucodon watsoni

Marqueurs moléculaires et nucléaires

	CYTB	COX1	16S	RAG1
Taxons	18	18	18	17

Caractères morphologiques

Généraux

- *Poils*
- *Glandes mammaires*
- *Oreille moyenne à trois osselets*
- *Diphyodontie*
- *Hétéroodontie*
- *Oviparité*
- *Cloaque*
- *Mamelons*
- *Placenta*
- *Dents adultes*
- *Bec kératinisé*
- *Éperon tarsien*
- *Venin*
- *Température < 34°C*
- *Rostre spécialisé*
- *Fouissage*
- *Queue aplatie*
- *Interclavicule*
- *Posture semi-étalée*
- *Os épipubiens*

Semi-aquatiques

- *Corps hydrodynamique*
- *Mode de propulsion*
- *Queue spécialisée*
- *Fourrure dense*
- *Réduction oreille externe*
- *Fermeture des yeux*
- *Fermeture des oreilles*
- *Recherche alimentaire sous l'eau*
- *Électroréception aquatique*
- *Densification humérale*
- *Plongeon prolongé*
- *Réduction locomotion terrestre*
- *Ostéosclérose*

Méthodes phylogénétiques et morpho-fonctionnelles



*Inférences
phylogénétiques*



reconstruction d'un cadre
phylogénétique de référence



PCoA



dissociation entre signal mammalien et
signal semi-aquatique



*Reconstruction
ancestrale*



estimation du mode de vie ancestral des
monotrèmes



*Analyse fossile
exploratoire*



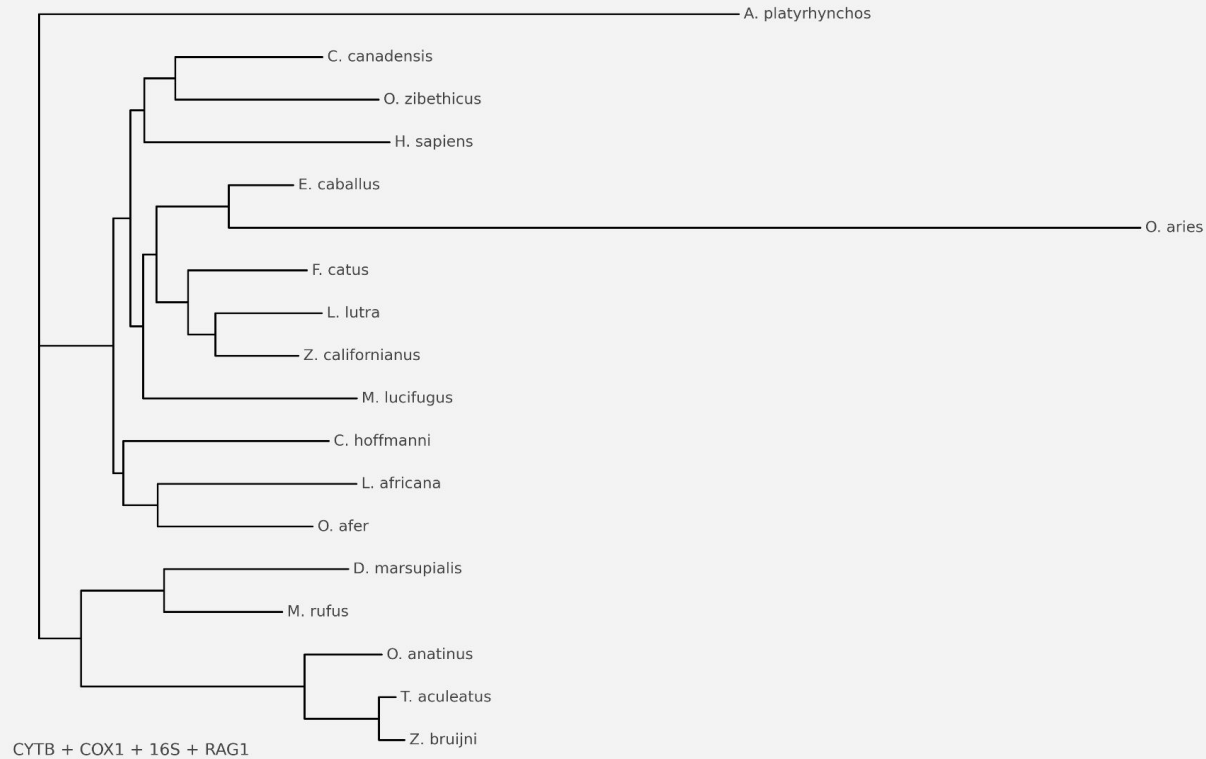
projection des fossiles dans un espace
morpho-fonctionnel semi-aquatique
restreint

03

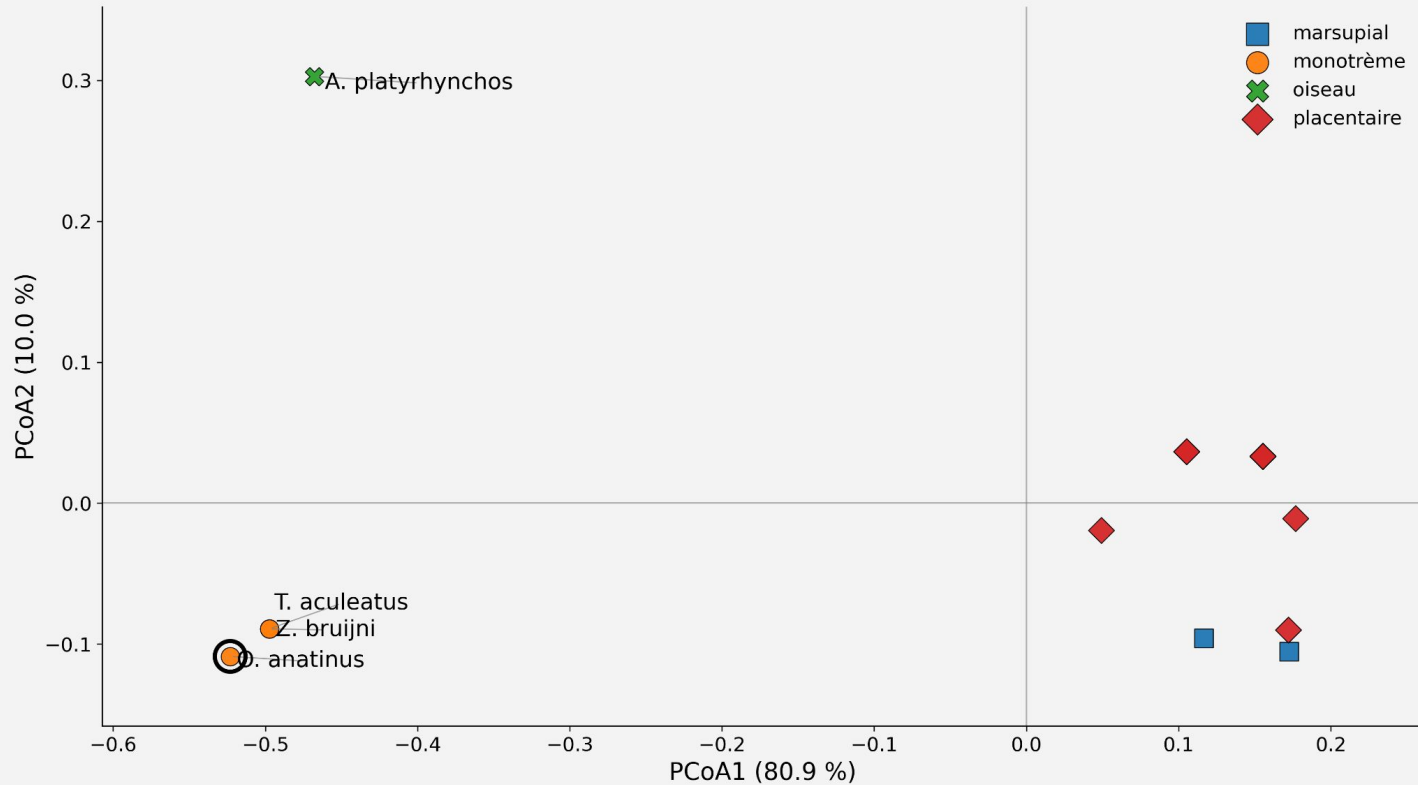
Résultats

Que raconte une maman dinosaure à son bébé dinosaure ?
Une préhistoire.

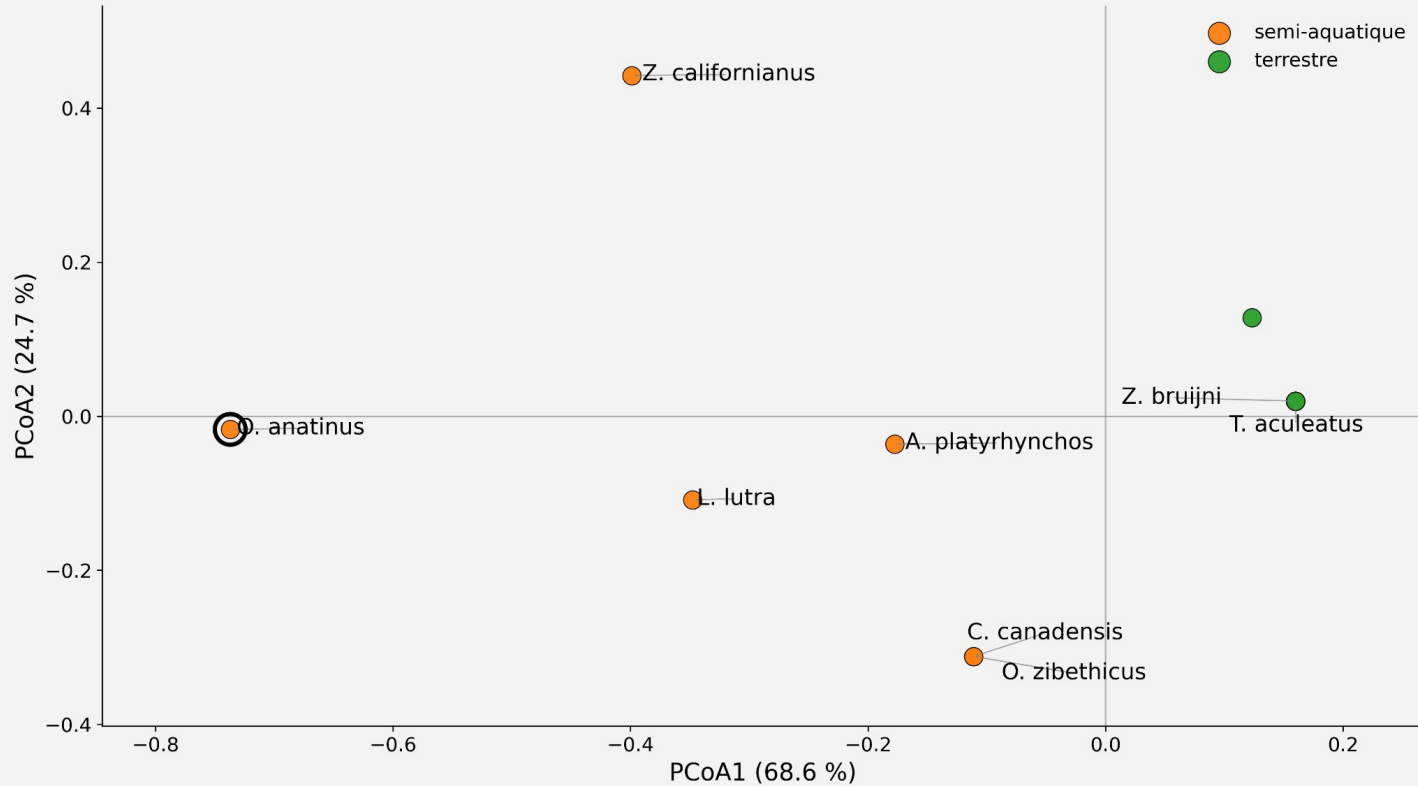
Arbre phylogénétique de référence



Caractères mammaliens généraux



Caractères semi-aquatiques



Reconstruction ancestrale sans taxon fossile



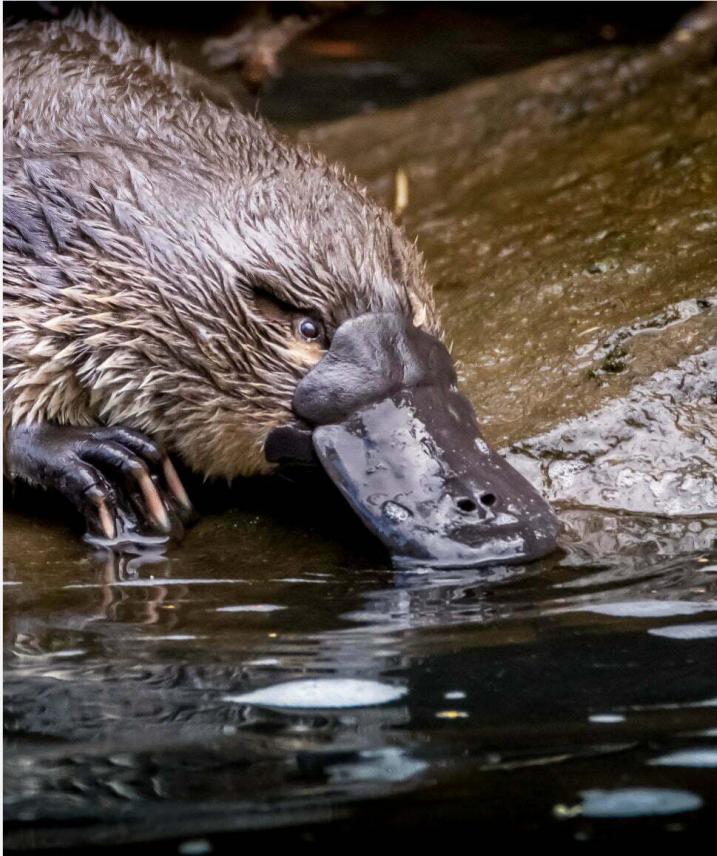
- **Méthode utilisée :** reconstruction ancestrale discrète du mode de vie sur arbre phylogénétique
- **Résultat principal :** nœud monotrème : semi-aquatique/aquatique = 0,500 ; terrestre = 0,500
- **Interprétation :** taxons actuels seuls ne permettent pas de trancher

Reconstruction ancestrale avec *Obdurodon dicksoni*



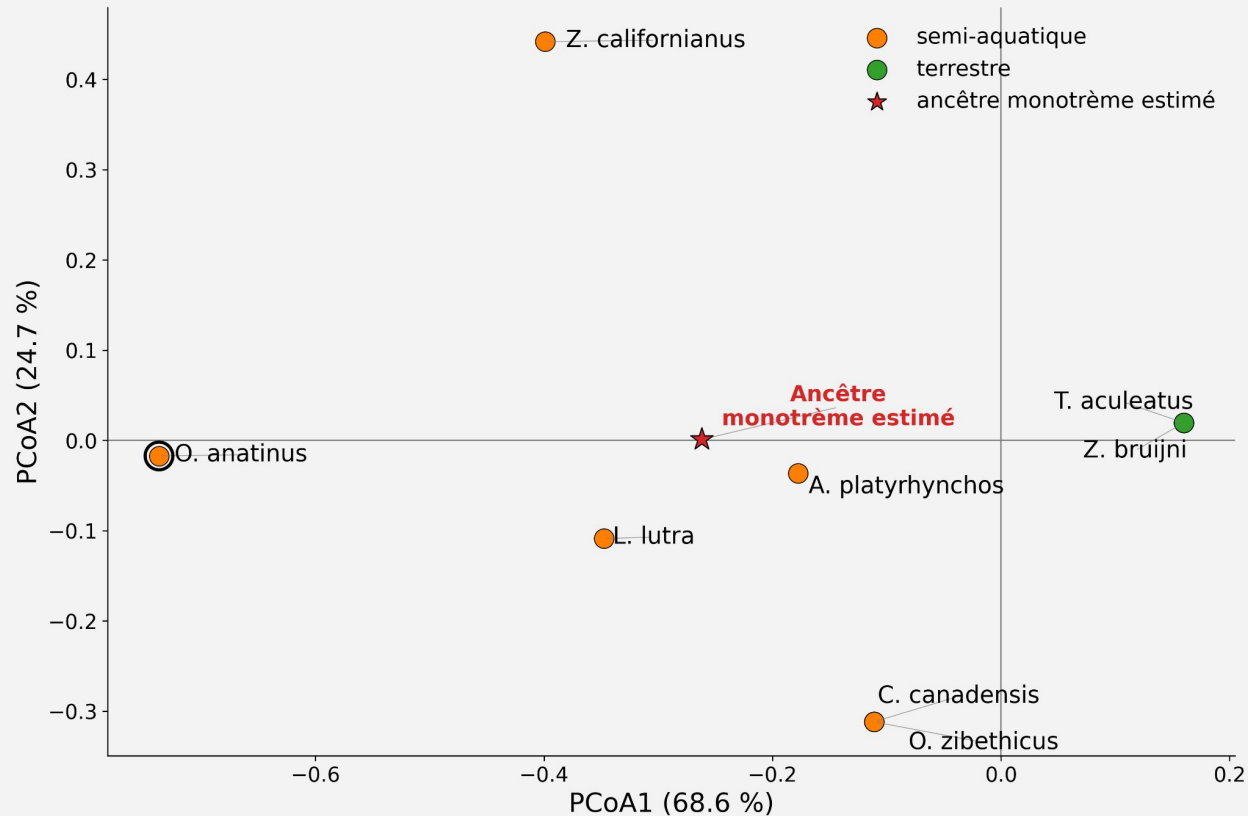
- **Méthode utilisée :** reconstruction ancestrale discrète du mode de vie sur arbre phylogénétique
- **Résultat principal :** nœud monotrème : semi-aquatique/aquatique = 0,605 ; terrestre = 0,395
- **Interprétation :** l'ajout d'*O. dicksoni* déplace modérément l'estimation du nœud monotrème vers l'état semi-aquatique

Reconstruction ancestrale avec *Obdurodon dicksoni*

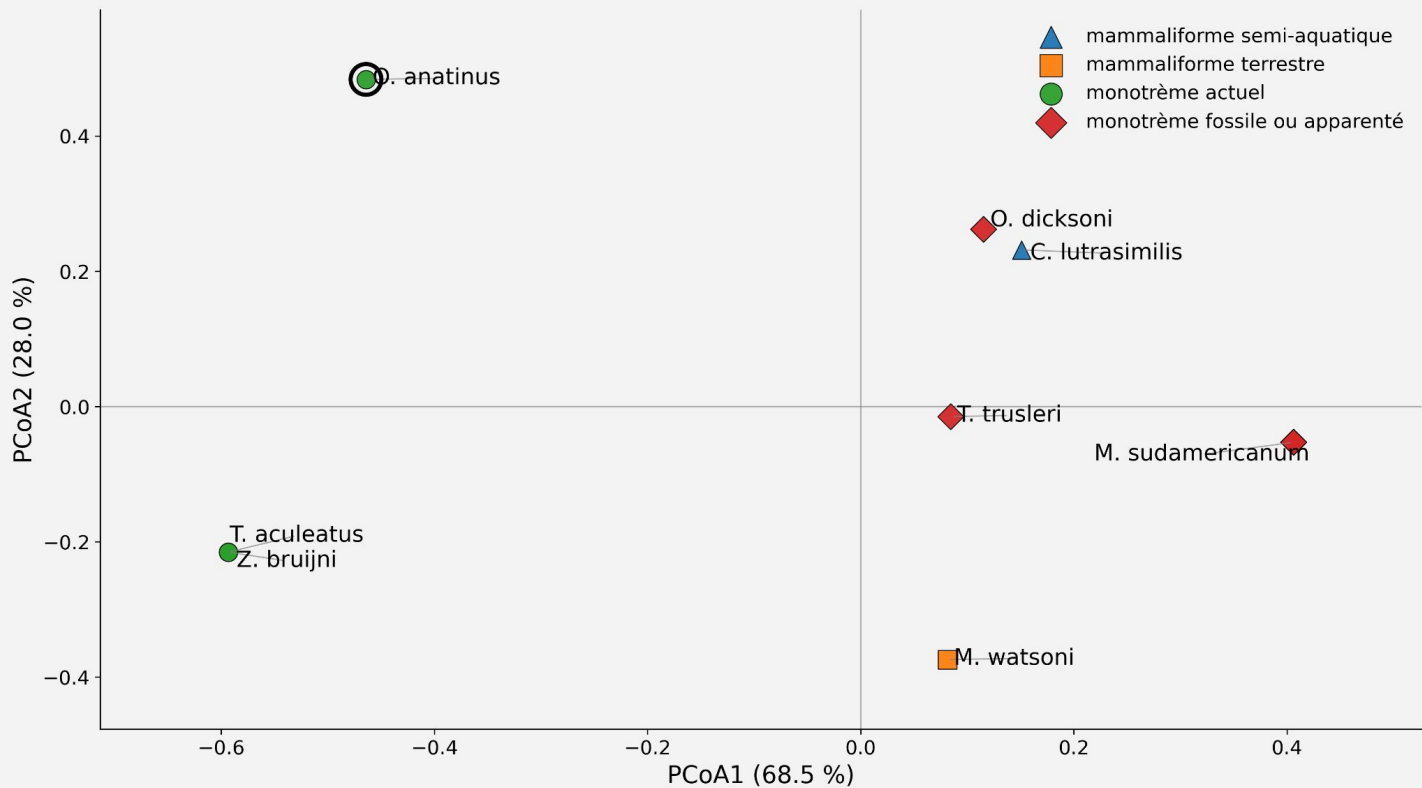


- **Méthode utilisée :** reconstruction ancestrale discrète du mode de vie sur arbre phylogénétique
- **Résultat principal :** nœud *Or. anatinus* + *Ob. dicksoni* :
semi-aquatique/aquatique = 0,925 ;
terrestre = 0,075
- **Interprétation :** nœud Ornithorhynchidae fortement reconstruit comme semi-aquatique

Position morpho-fonctionnelle du nœud monotrème



PCoA fossile exploratoire



Tests complémentaires



- **Signal phylogénétique :**
 - caractères mammaliens :
 $\lambda \approx 1$; $p = 1 \times 10^{-5}$
 - caractères semi-aquatiques :
 $\lambda \approx 0$; $p = 1$
- **PERMANOVA sur distances de Gower :**
terrestre vs semi-aquatique :
 $R^2 = 0,068$; $p = 0,394$
- **Interprétation :** signal semi-aquatique non expliqué par la phylogénie, mais non réductible à une séparation binaire simple

04

Conclusion

Pourquoi n'y a-t-il plus de mammoths sur terre ?
Parce qu'il n'y a plus de pappouths.

Résultats généraux



*Un double signal chez O.
anatinus*

O. anatinus
phylogénétiquement
monotrème mais
morpho-fonctionnellement
semi-aquatique



*Reconstruction sans fossile
non concluante*

Données actuelles seules
insuffisantes pour
conclure à une
conservation de niche
semi-aquatique ou à une
acquisition secondaire



*Obdurodon renforce le
signal Ornithorhynchidae*

Signal semi-aquatique
semble ancien dans la
lignée des
Ornithorhynchidae

Limites et perspectives



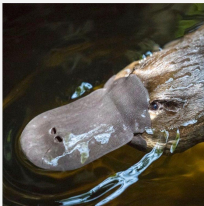
Échantillonnage

Nombre réduit de taxons
chez les monotrèmes



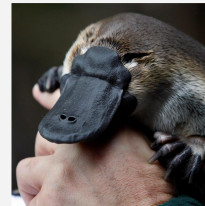
Caractères

Absence de donnée \neq
absence du trait



Phylogénie

Obdurodon greffé
manuellement



Perspective

Caractères semi-aquatiques
analysés individuellement
avec un échantillonnage
fossile plus complet

Bibliographie

Archer, M., Flannery, T. F., Ritchie, A., & Molnar, R. E. (1985). First Mesozoic mammal from Australia—An early Cretaceous monotreme. *Nature*, 318(6044), 363–366. <https://doi.org/10.1038/318363a0>

Flannery, T. F., Rich, T. H., Vickers-Rich, P., Ziegler, T., Veatch, E. G., & Helgen, K. M. (2022). A review of monotreme (Monotremata) evolution. *Alcheringa: An Australasian Journal of Palaeontology*, 46(1), 3–20. <https://doi.org/10.1080/03115518.2022.2025900>

Ji, Q., Luo, Z.-X., Yuan, C.-X., & Tabrum, A. R. (2006). A swimming mammaliaform from the Middle Jurassic and ecomorphological diversification of early mammals. *Science*, 311(5764), 1123–1127. <https://doi.org/10.1126/science.1123026>

Musser, A. M., & Archer, M. (1998). New information about the skull and dentary of the Miocene platypus *Obdurodon dicksoni*, and a discussion of ornithorhynchid relationships. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series B: Biological Sciences*, 353(1372), 1063–1079. <https://doi.org/10.1098/rstb.1998.0266>

Pascual, R., Archer, M., Ortiz Jaureguizar, E., Prado, J. L., Godthelp, H., & Hand, S. J. (1992). First discovery of monotremes in South America. *Nature*, 356(6371), 704–706. <https://doi.org/10.1038/356704a0>

Pian, R., Archer, M., Hand, S. J., Beck, R. M. D., & Cody, A. (2016). The upper dentition and relationships of the enigmatic Australian Cretaceous mammal *Kollikodon ritchiei*. *Memoirs of Museum Victoria*, 74, 97–105. <https://doi.org/10.24199/j.mmv.2016.74.10>

Bibliographie

Proske, U., & Gregory, J. E. (2003). Electrolocation in the platypus—Some speculations. *Comparative Biochemistry and Physiology Part A: Molecular & Integrative Physiology*, 136(4), 821–825. [https://doi.org/10.1016/S1095-6433\(03\)00160-0](https://doi.org/10.1016/S1095-6433(03)00160-0)

Rich, T. H., Vickers-Rich, P., Trusler, P., Flannery, T. F., Cifelli, R., Constantine, A., Kool, L., & van Klaveren, N. (2001). Monotreme nature of the Australian early Cretaceous mammal *Teinolophos*. *Acta Palaeontologica Polonica*, 46(1), 113–118.

Warren, W. C., Hillier, L. W., Marshall Graves, J. A., Birney, E., Ponting, C. P., Grützner, F., Belov, K., Miller, W., Clarke, L., Chinwalla, A. T., Yang, S.-P., Heger, A., Locke, D. P., Miethke, P., Waters, P. D., Veyrunes, F., Fulton, L., Fulton, B., Graves, T., ... Wilson, R. K. (2008). Genome analysis of the platypus reveals unique signatures of evolution. *Nature*, 453(7192), 175–183. <https://doi.org/10.1038/nature06936>

Zhou, Y., Shearwin-Whyatt, L., Li, J., Song, Z., Hayakawa, T., Stevens, D., Fenelon, J. C., Peel, E., Cheng, Y., Pajpach, F., Bradley, N., Suzuki, H., Nand, A., Grützner, F., & et al. (2021). Platypus and echidna genomes reveal mammalian biology and evolution. *Nature*, 592(7856), 756–762. <https://doi.org/10.1038/s41586-020-03039-0>



Merci < 3

