

Objectif : Construire un arbre de parentés (phylogénétique) des 9 espèces d'ursidés incluant une espèce disparue de la faune du Pléistocène : l'ours des cavernes (*Ursus spelaeus*) afin d'étudier les liens de parentés les reliant.

L'étude de l'ADN ancien ou paléogénétique permet de comprendre l'évolution de l'ours des cavernes.

**On utilisera les mêmes méthodes et les mêmes logiciels que dans l'activité :
Phylogénie des ursidés**

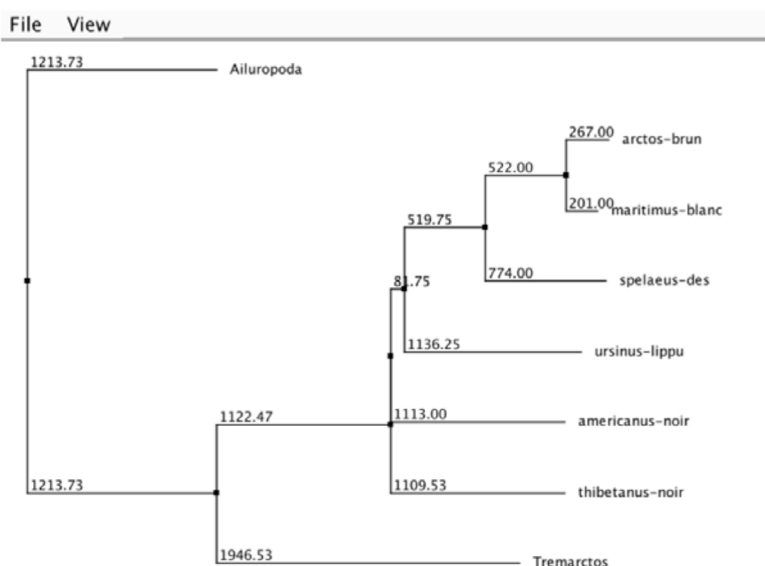
1 Récupération des séquences des gènes dans GenBank <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/genbank/>

Gène mitochondrial : Cox1 (cyclo-oxydase) pour les 8 espèces.

2 Création des fichiers de séquences des gènes pour ANAGENE et PHYLOGENE (cox1_ana.adn et cox1_phylo.adn)

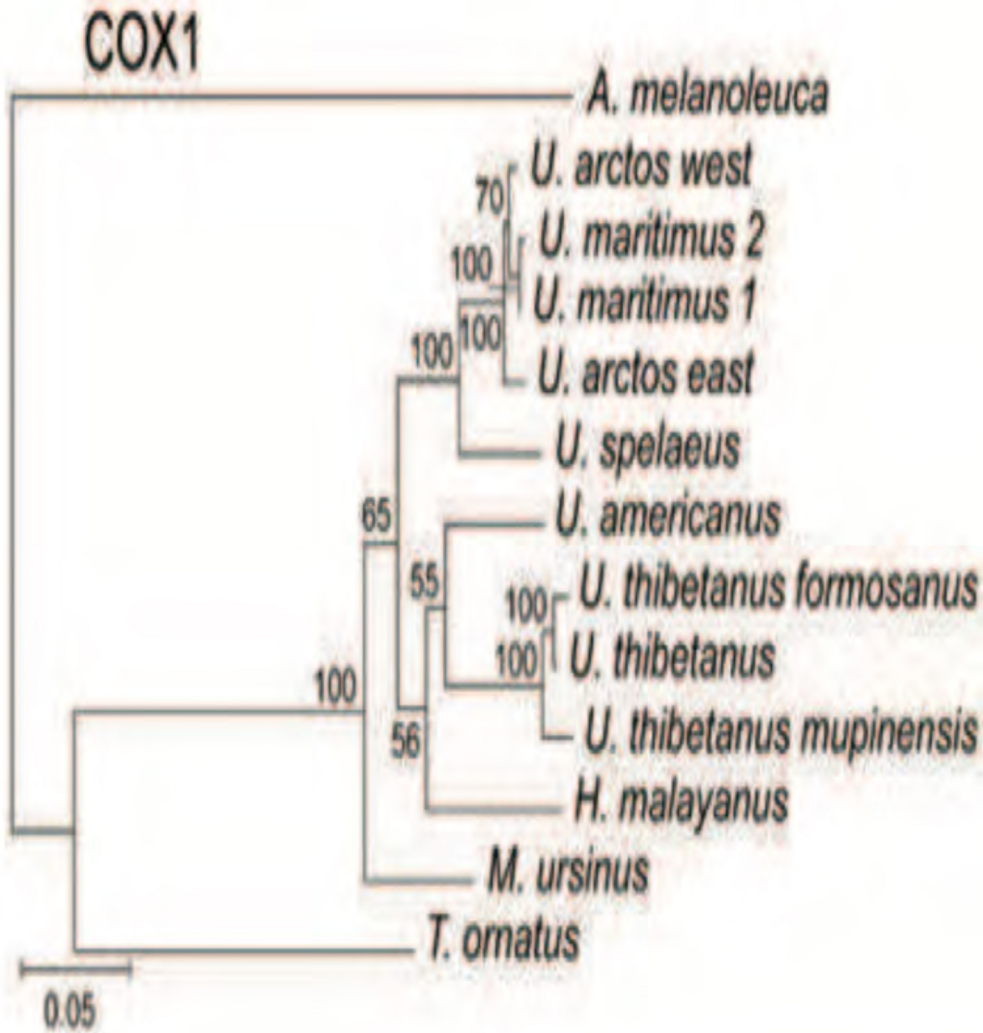
3 Construction d'une matrice des distances

4 Construction d'un arbre des parentés (phylogénétique)



ANNEXE : Arbres obtenus par Céline BON (Thèse de doctorat)

<https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-00711689/document>



Ailuropoda Melanoleuca : extra-groupe

Logiciel PhyML : méthode du maximum de vraisemblance (ML)

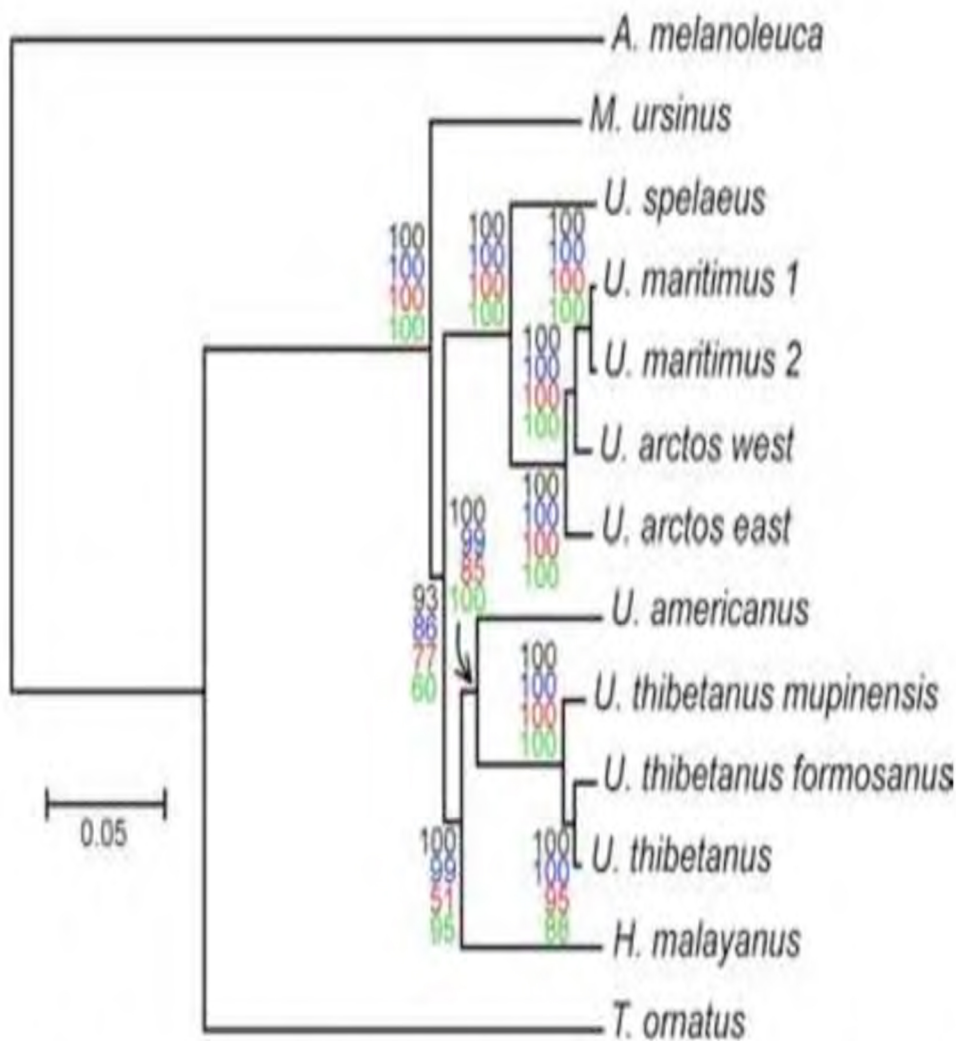


Fig. 4. Molecular phylogeny inferred from complete mitochondrial genome sequences. Tree construction was performed by MrBayes analysis, using the giant panda (*Ailuropoda melanoleuca*) as an outgroup. The posterior probability value ($\times 100$) of each node is indicated in black, and the scale for genetic distance is shown at the bottom of the figure. The same tree topology was obtained using three other methods, and bootstrap values are indicated with colored characters for PhyML (blue), maximum parsimony (red), and neighbor joining (green) analysis. The *Ursus spealeus* and *Ursus arctos* western lineage (west) sequences are from this study. GenBank accession numbers (from top to bottom) for the other sequences are as follows: EF196663, EF196662, AJ428577, AF303111, AF303110, AF303109, DQ402478, EF076773, EF196661, EF196664, and EF196665.

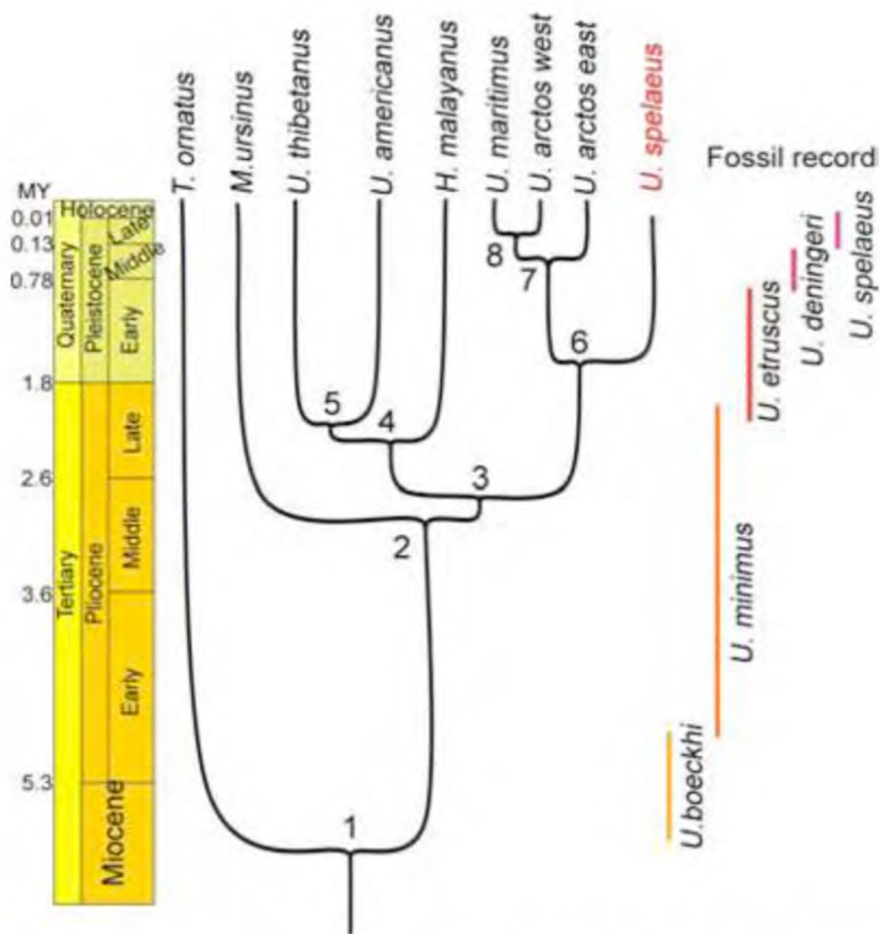


Fig. 5. Phylogeny and divergence times determined using the mitochondrial genome sequence of the cave bear and of eight extant bears. Divergence times were calculated using BEAST software with the splits between the giant panda and *Ursidae* and between *Ursinae* and *Tremarctinae* set to 12 and 6 million years (MY), respectively. Age for each node and 95% credibility intervals are as follows: 1, 6.3 MY (5.4–7.2); 2, 3.0 MY (2.2–3.8); 3, 2.8 MY (2.1–3.5); 4, 2.4 MY (1.7–3); 5, 2.1 MY (1.4–2.7); 6, 1.6 MY (1–2.1); 7, 0.6 MY (0.3–0.8); and 8, 0.4 MY (0.2–0.5).

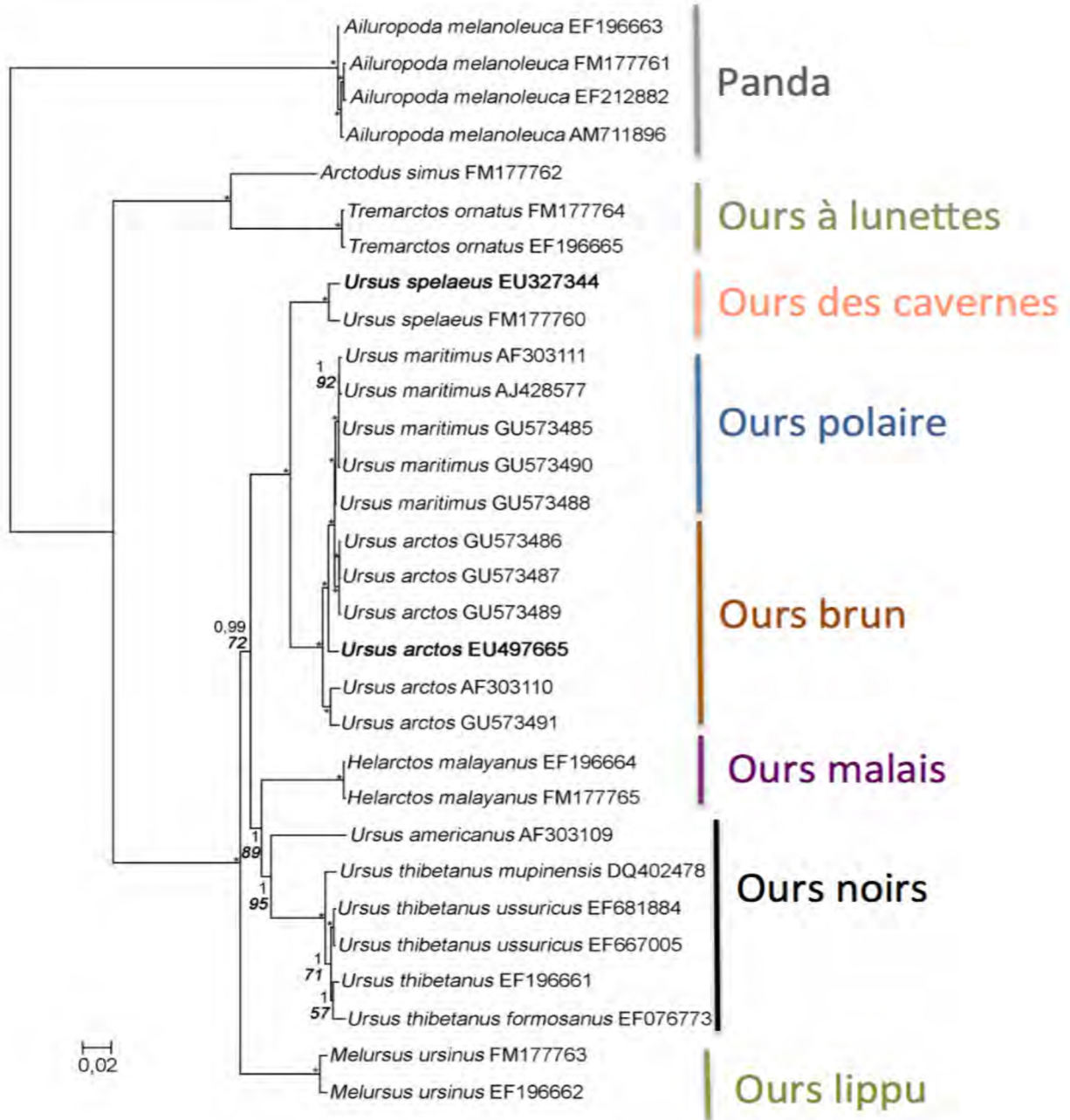
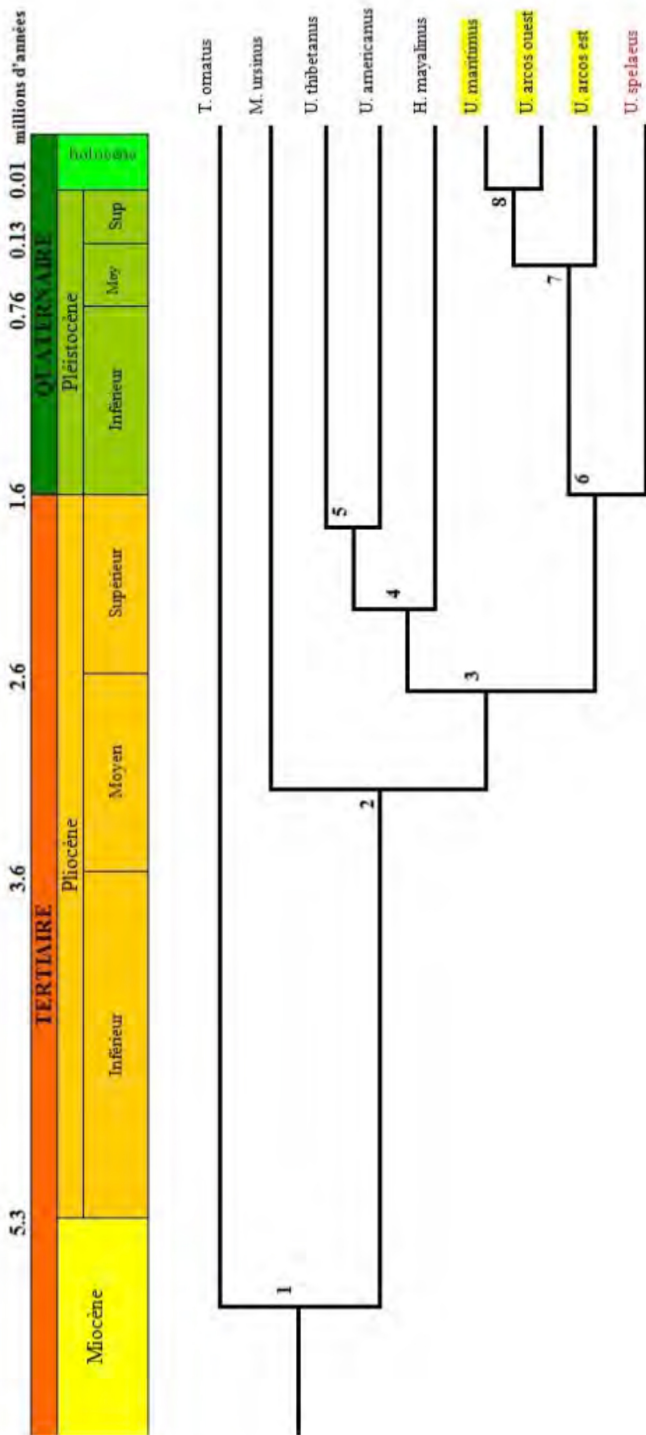


Figure 26 : Arbre phylogénétique utilisant les génomes mitochondriaux complets d'Ursidés actuels et éteints, enraciné avec les séquences de génomes mitochondriaux de panda. Les valeurs de probabilité a posteriori et de bootstrap maximales sont indiquées par une astérisque. Les caractères en gras indiquent les séquences publiées dans Bon et collaborateurs. (Bon *et al.*, 2008)



Phylogénie des genres Ursus et Tremarctus.

L'arbre phylogénétique ci-dessus a été réalisé à partir d'études récentes sur des restes d'ours des cavernes. La phylogénie et les âges de divergence ont été déterminés à partir de séquences d'ADN issues du génome mitochondrial de l'ours des cavernes (*Ursus spelaeus*) et 7 espèces actuelles d'ours. Les ours bruns de l'ouest et de l'est de l'Amérique du Nord ont été distingués. Cependant, ils appartiennent à la même espèce. Schéma modifié à partir de l'article "complet mitochondrial genome of the pleistocene jawbone unveils the origins of the polar bear", PNAS, mars 2010. Cet arbre indique que la divergence entre l'ours brun et l'ours polaire est très récente à l'échelle des temps géologiques (pleistocène moyen) et que la divergence entre l'ours polaire et l'ours brun d'Amérique de l'Ouest est encore plus récente (0.01 millions d'années, au début de l'holocène). Ainsi, l'ours polaire étant une espèce très jeune d'un point de vue évolutif, elle n'a sans doute pas eu le temps de présenter des différences génétiques majeures avec le grizzly, ce qui pourrait expliquer la formation d'hybrides fertiles entre l'ours brun et l'ours polaire.