

Origine et histoire de la Vie



Université Pour Tous
Cahors-Quercy
30 janvier 2020

Jean-Michel Mazin
La Plage aux Ptérosaures
46150 Crayssac



Qu'est-ce que la Vie?

De nombreuses définitions selon les disciplines

Macromolécules, capture et gestion de l'énergie, métabolisme, protéines, acides nucléiques, membrane lipidique, conservation et transmission de l'information, reproduction, multiplication, évolution, auto-organisation, etc.

Trois mots-clés :

- Métabolisme (capture et gestion de l'énergie)
- Reproduction (mémoire de l'information, multiplication)
- Évolution (disparité et diversité)

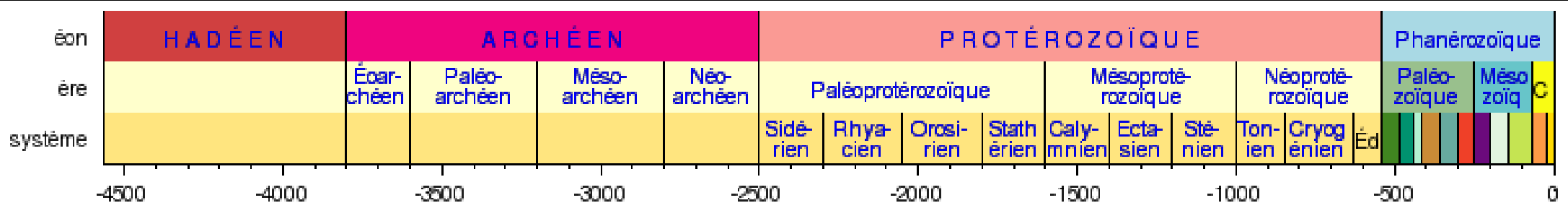
Quand? Comment? Où?

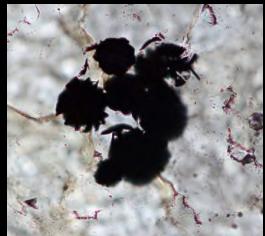
3,8 Ga

Lombry

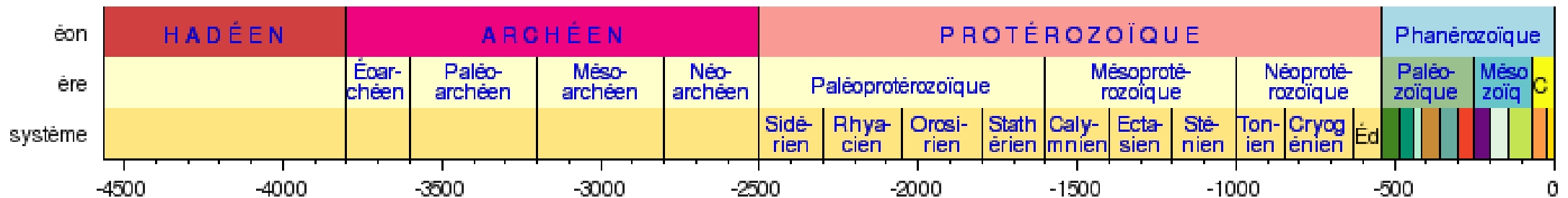
Vie
3,5 à 3,8 Ga

Croûte terrestre,
lune, atmosphère,
océans





Stromatolithes





Benjamin
Gunn

Comment?

La soupe primordiale

La panspermie



La soupe primordiale

Alexander Oparin (1924)
John Haldane (1929)

Stanley Miller (1953)
Harold Urey

Urée

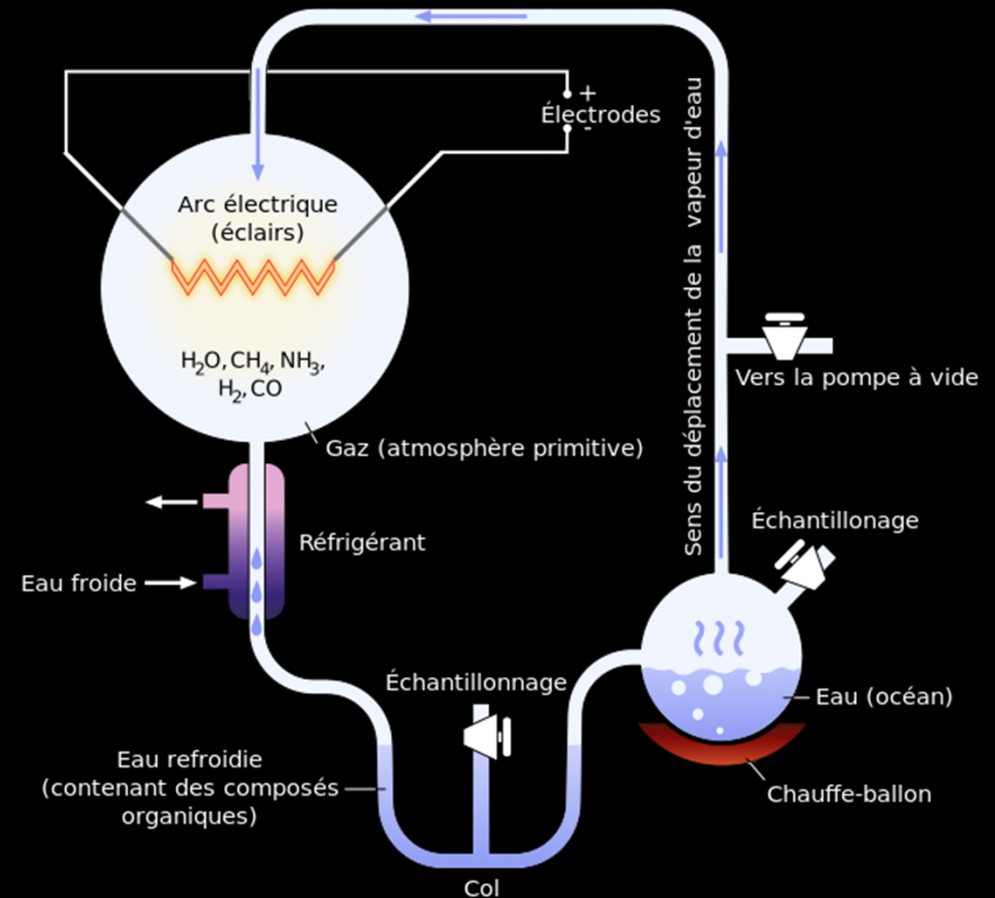
Formaldéhyde

Acide cyanhydrique

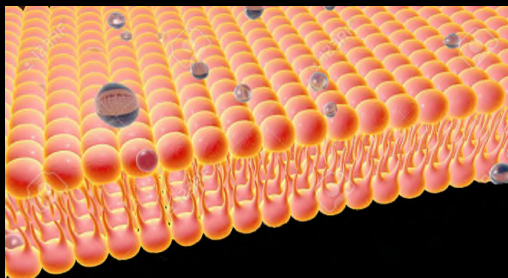
Acides aminés

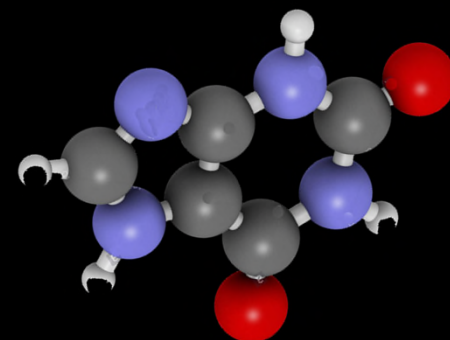
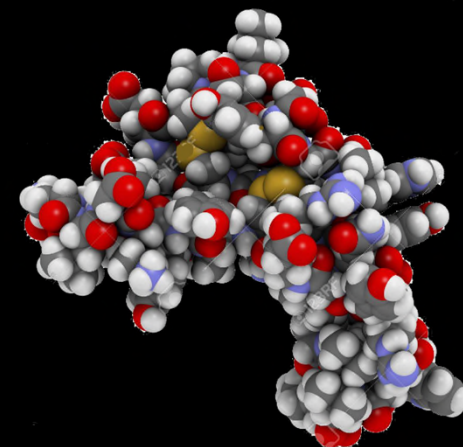
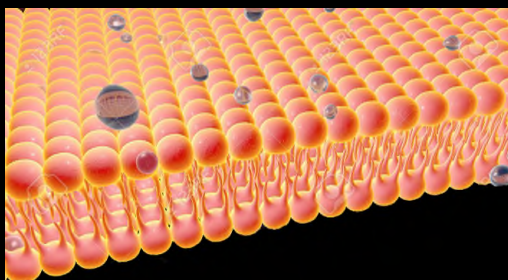
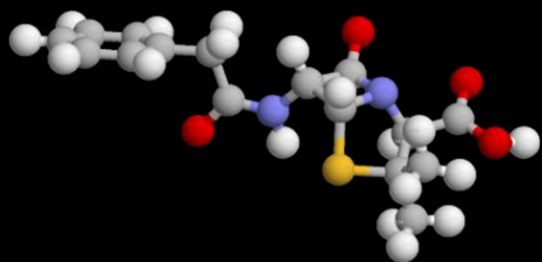
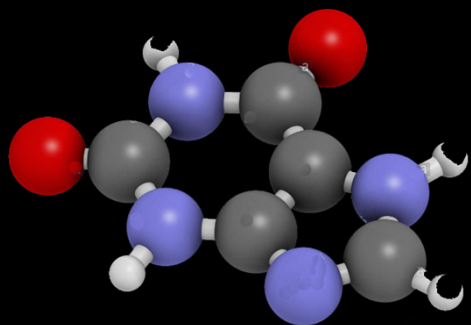
sucres

Lipides



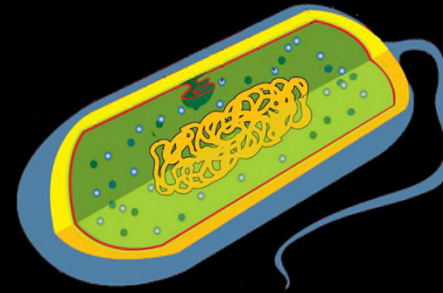
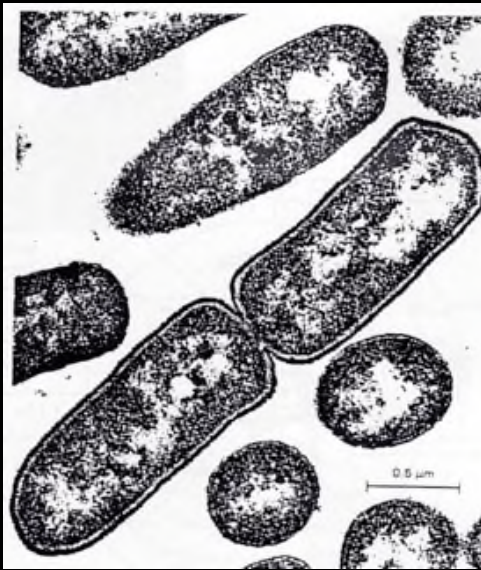
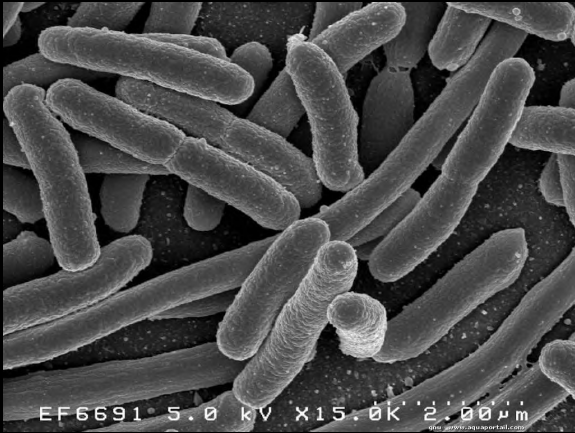
Chimie prébiotique





Êtres unicellulaires procaryotes

Les bactéries



0,2 à 50 µm de long
 10^{12} bactéries pèsent 1 gramme
30g de sol = 2 000 communautés bactériennes

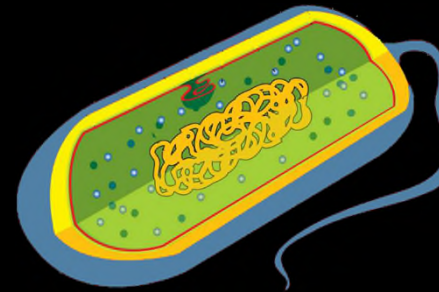


Le domaine des Bactéries

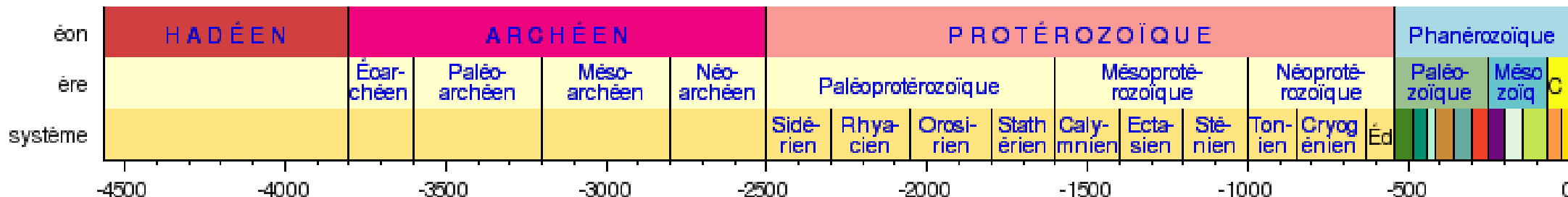
Age de la Terre
4,54 Ga

Vie / Bactéries
3,5 à 3,8 Ga

Croûte terrestre,
lune, atmosphère,
océans



Environ 10 000 espèces identifiées
5 à 10 000 000 (voire plus)



Le domaine des Archées

Procaryotes

Même taille que les bactéries

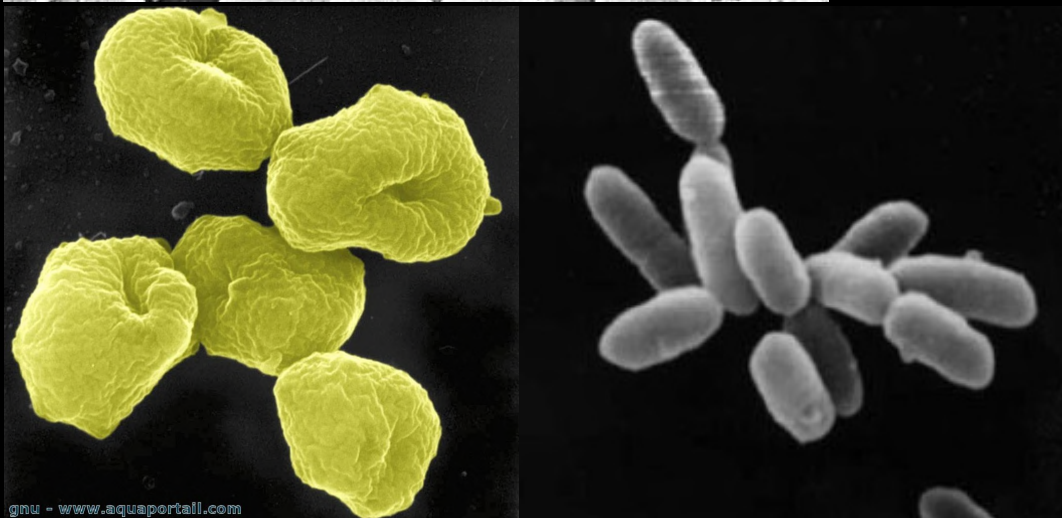
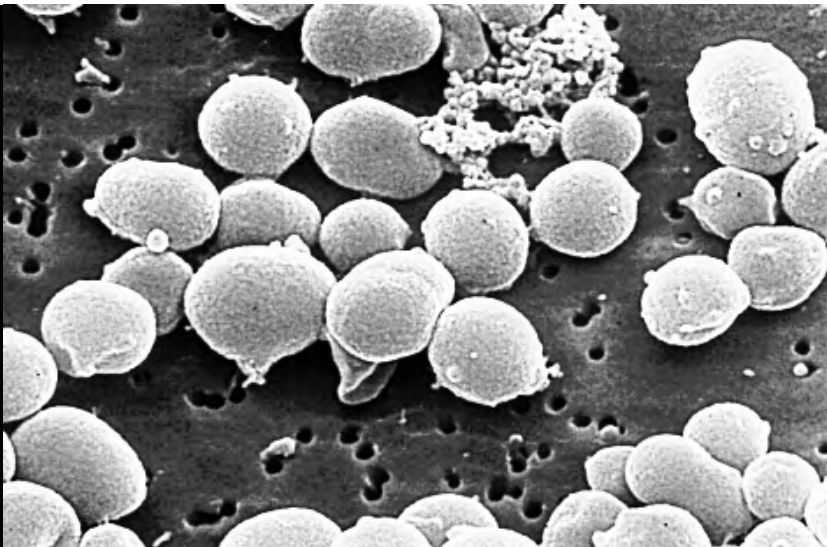
Beaucoup vivent en milieux extrêmes

Traces chimiques de la membrane 1,6 Ga

Méthane biologique dès 2,7 Ga

1200 espèces nommées

Probablement plus d'un million

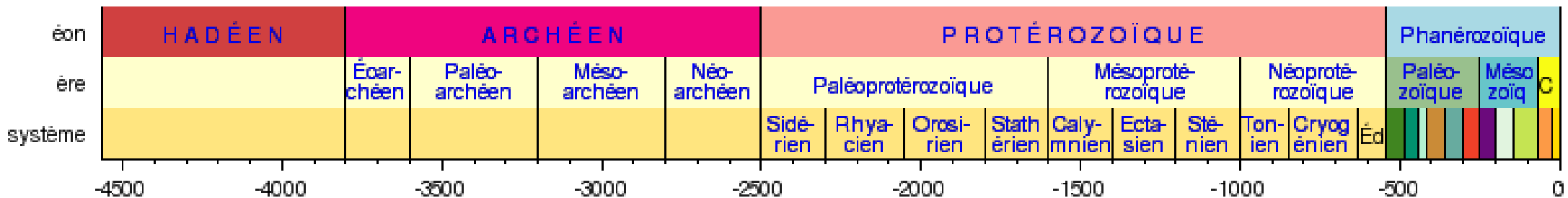


Age de la Terre
4,54 Ga

Vie / Bactéries
3,5 à 3,8 Ga

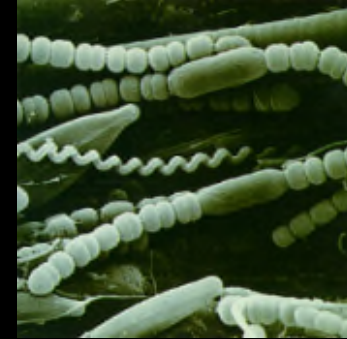
Archées
2,7 Ga

Croûte terrestre,
lune, atmosphère,
océans





Photosynthèse
2,4 Ga
Grande Oxydation



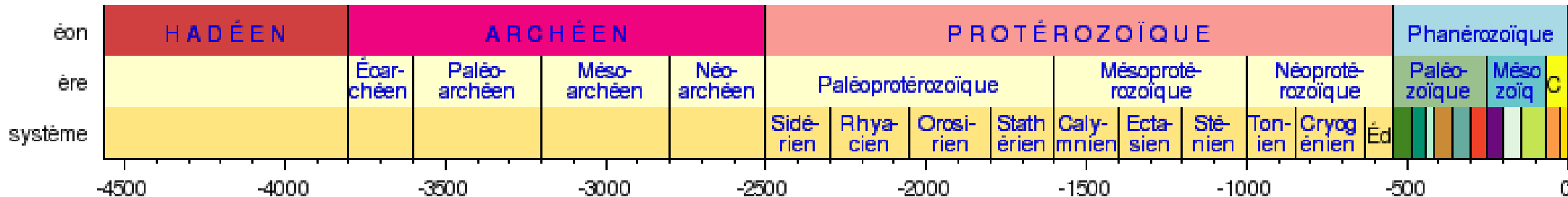
Cyanobactéries

Age de la Terre
4,54 Ga

Vie / Bactéries
3,5 à 3,8 Ga

Archées
2,7 Ga

Croûte terrestre,
lune, atmosphère,
océans



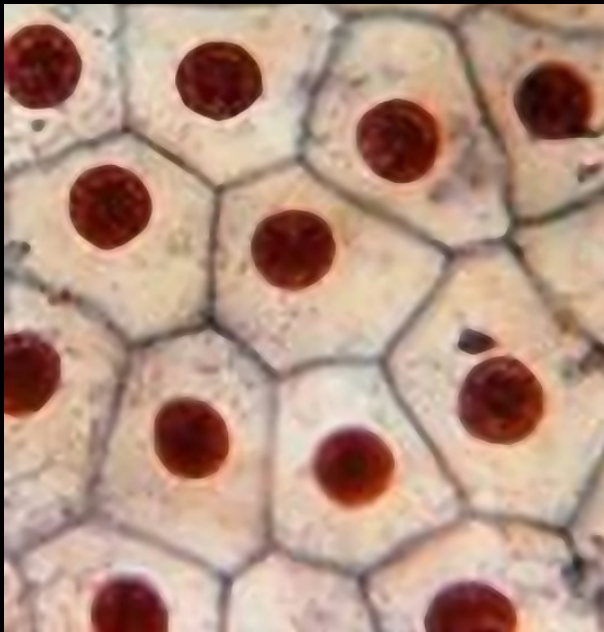
Le domaine des Eucaryotes

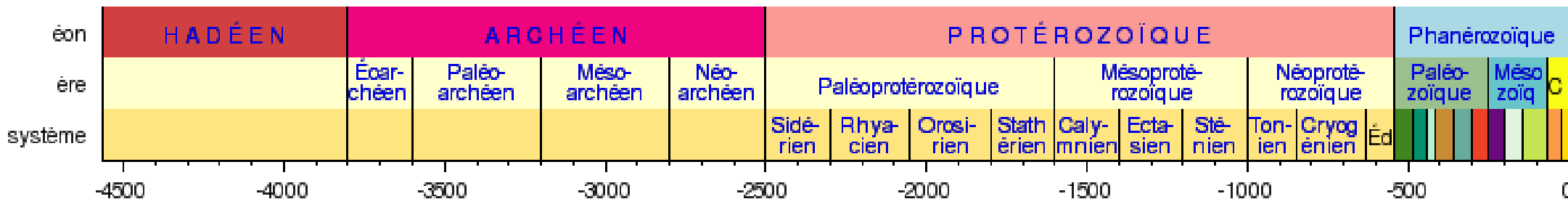
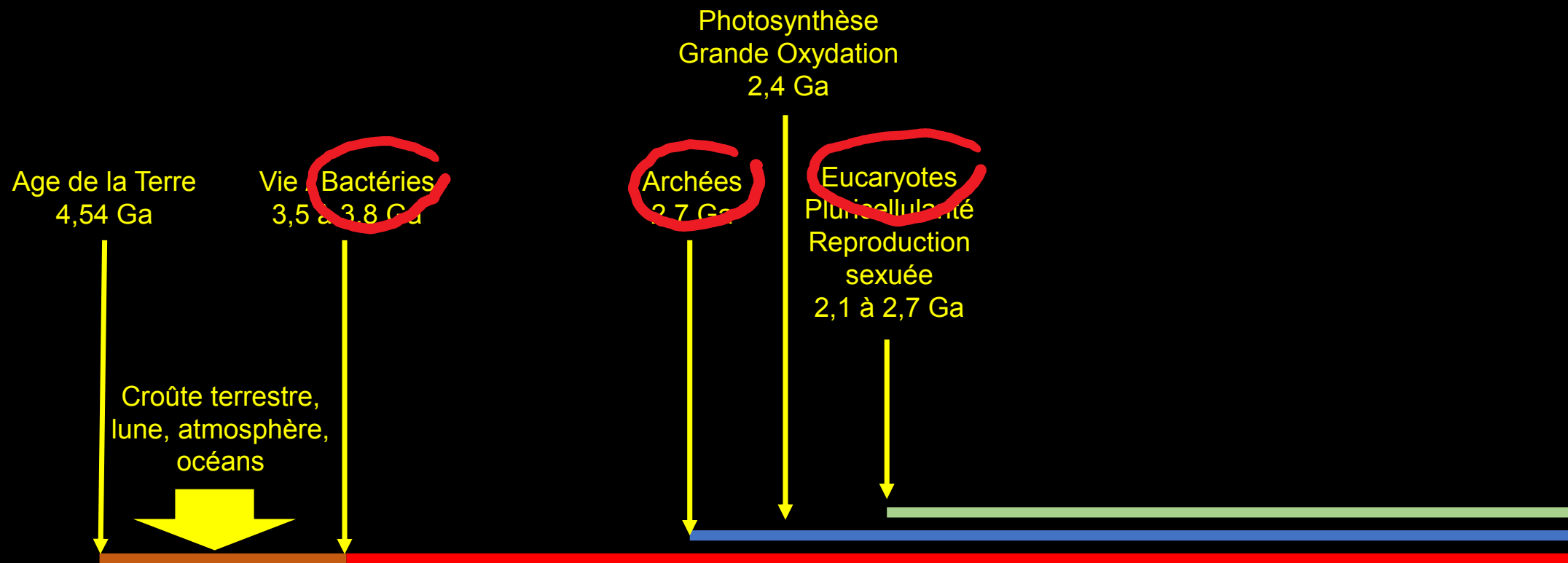


Noyau

Cellules 10 à 100 fois plus grandes que les bactéries
Noyaux et organites

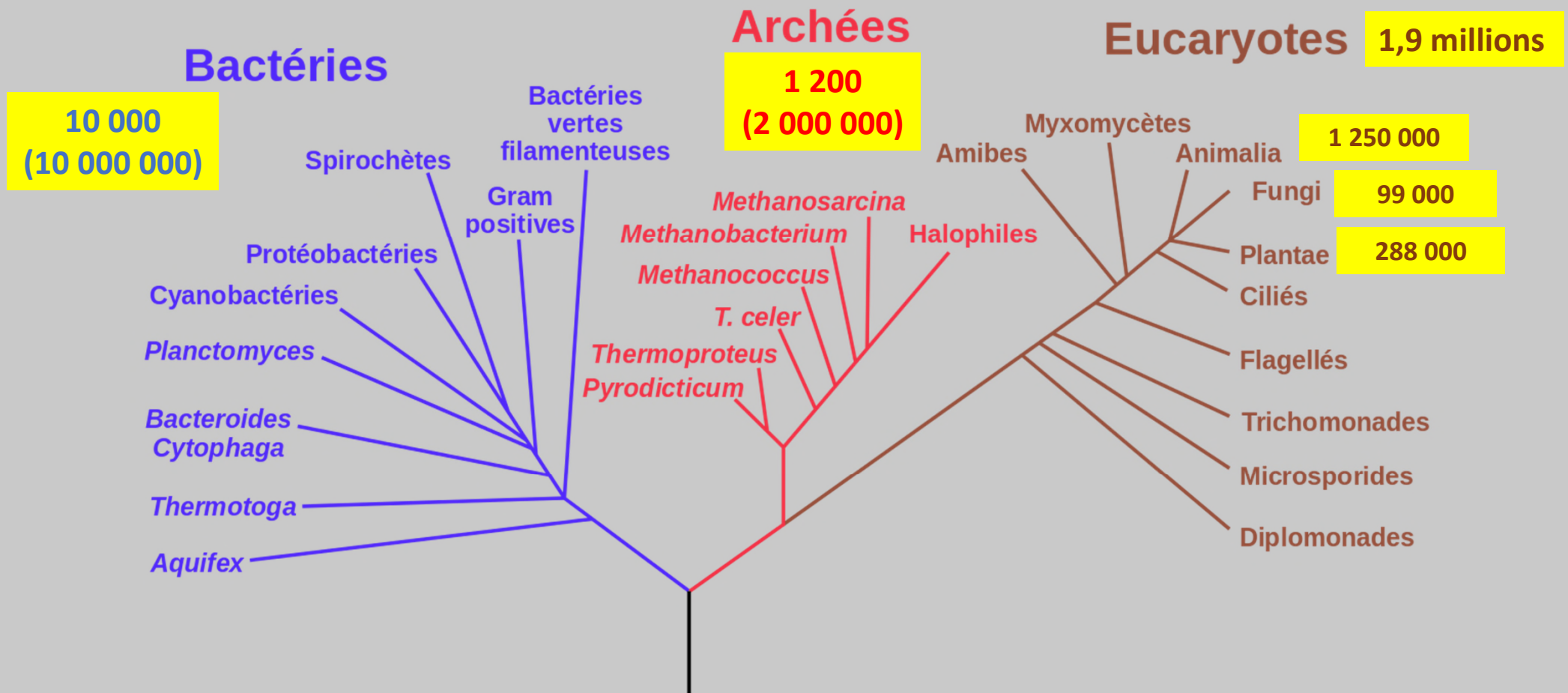
Accèdent à la pluricellularité
Organismes complexes avec organes
Reproduction sexuée

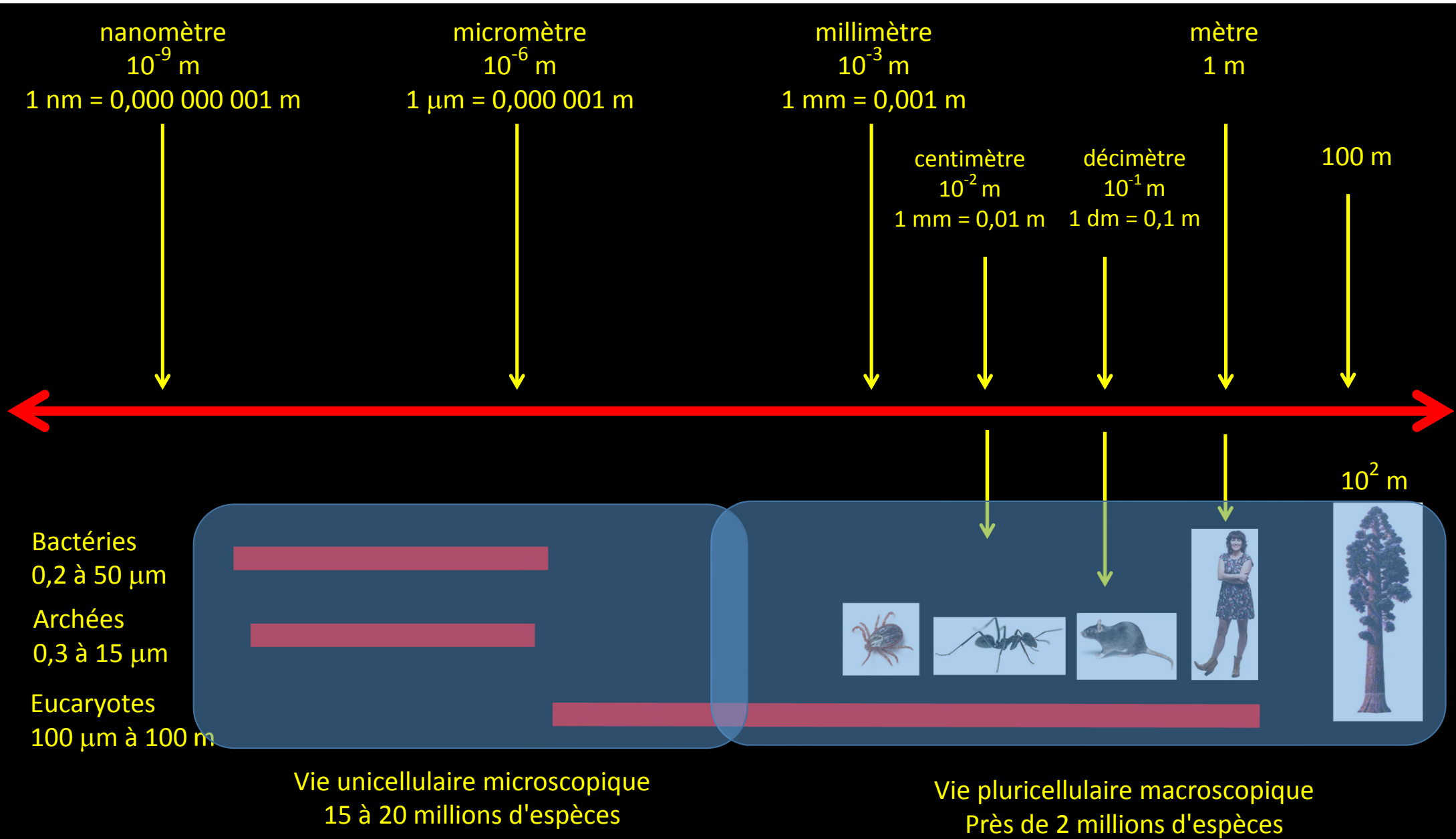




Arbre phylogénétique simplifié du vivant

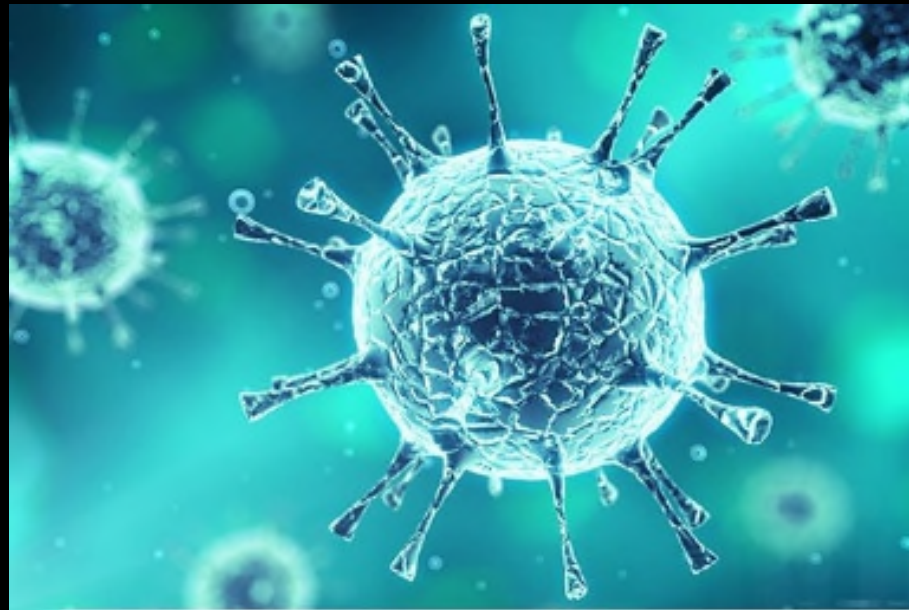
Près de 2 millions d'espèces vivantes nommées. Peut-être plus de 50 millions.

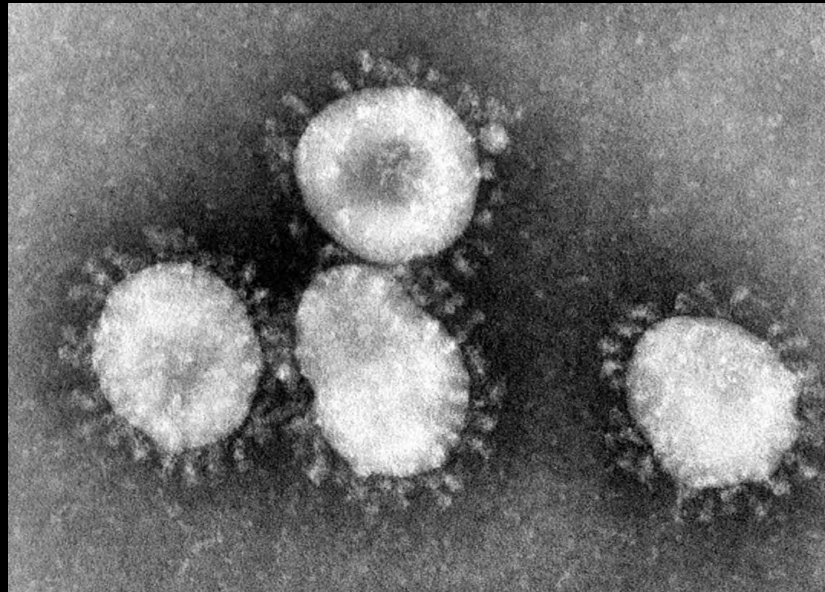




Première parenthèse

Et les virus?



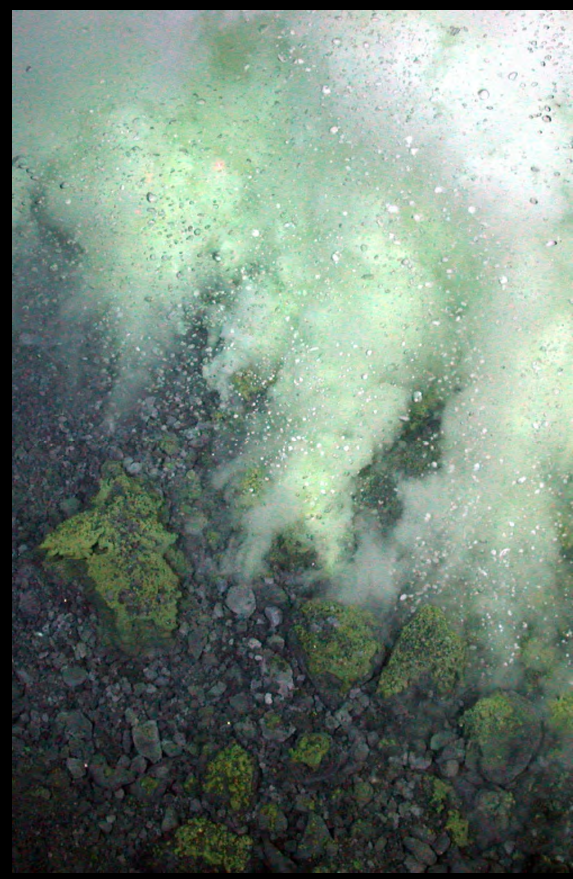


Virus : Molécule d'acide nucléique protégée par une capside protéique. Aucune activité métabolique. 10 à 400 nm.

Viroïdes : molécule d'ARN libre, sans capside ni enveloppe, découverts au début des années 1970

Deuxième parenthèse

Résistance



5 000 fois la dose
de radiation létale
pour l'homme

Températures

Vit encore à -45°C

UV

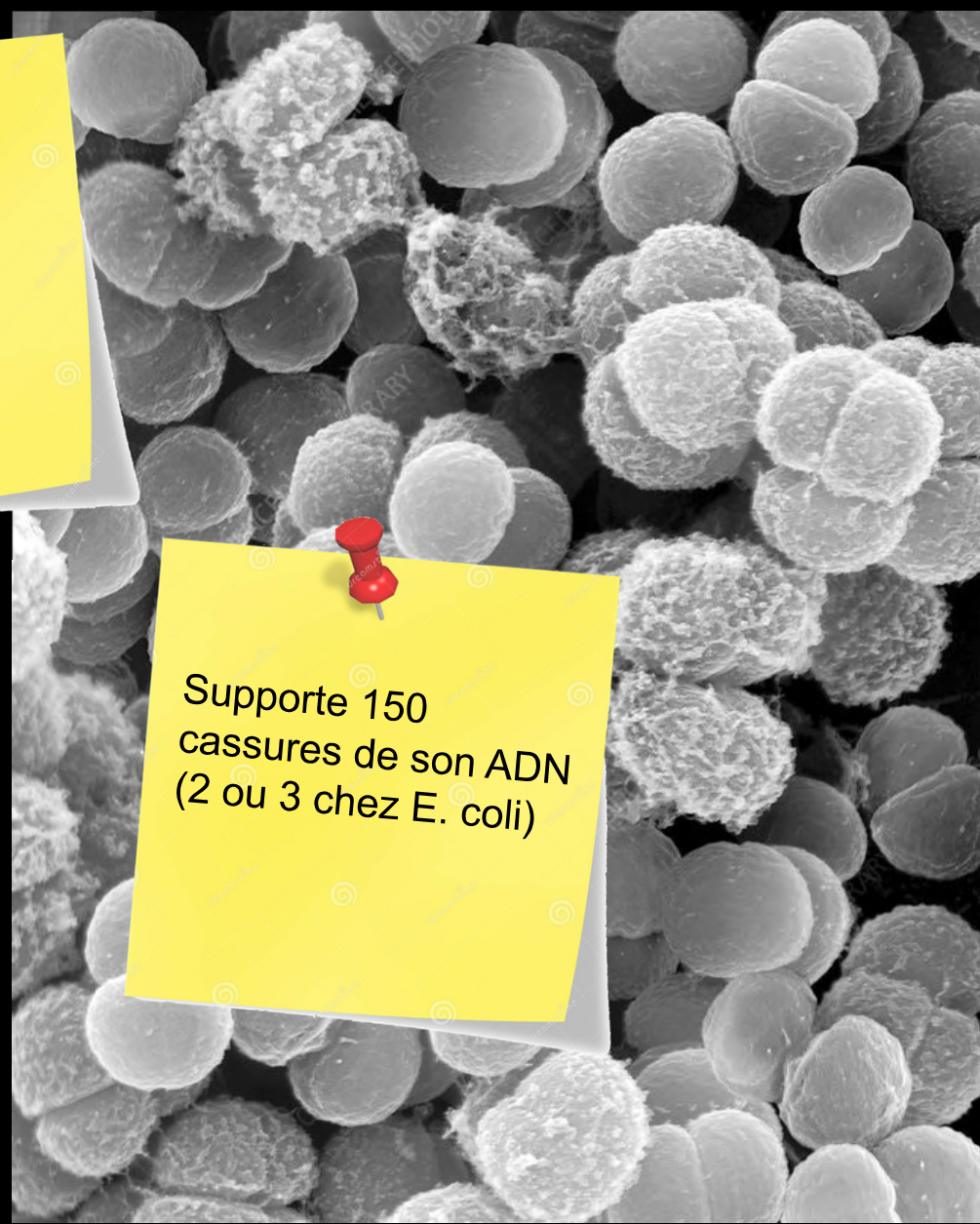
10 000 fois la dose
létale pour les
Eucaryotes

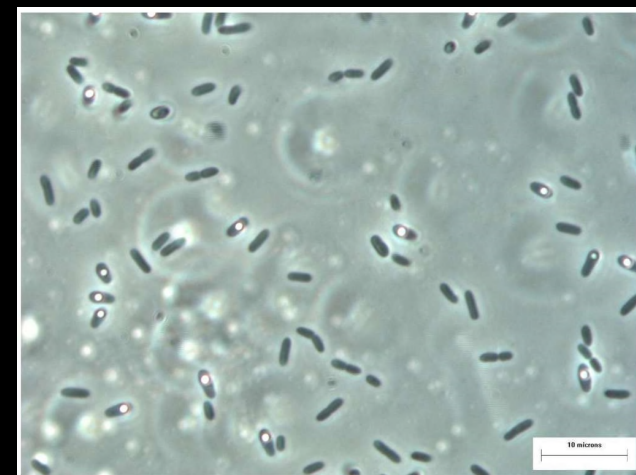
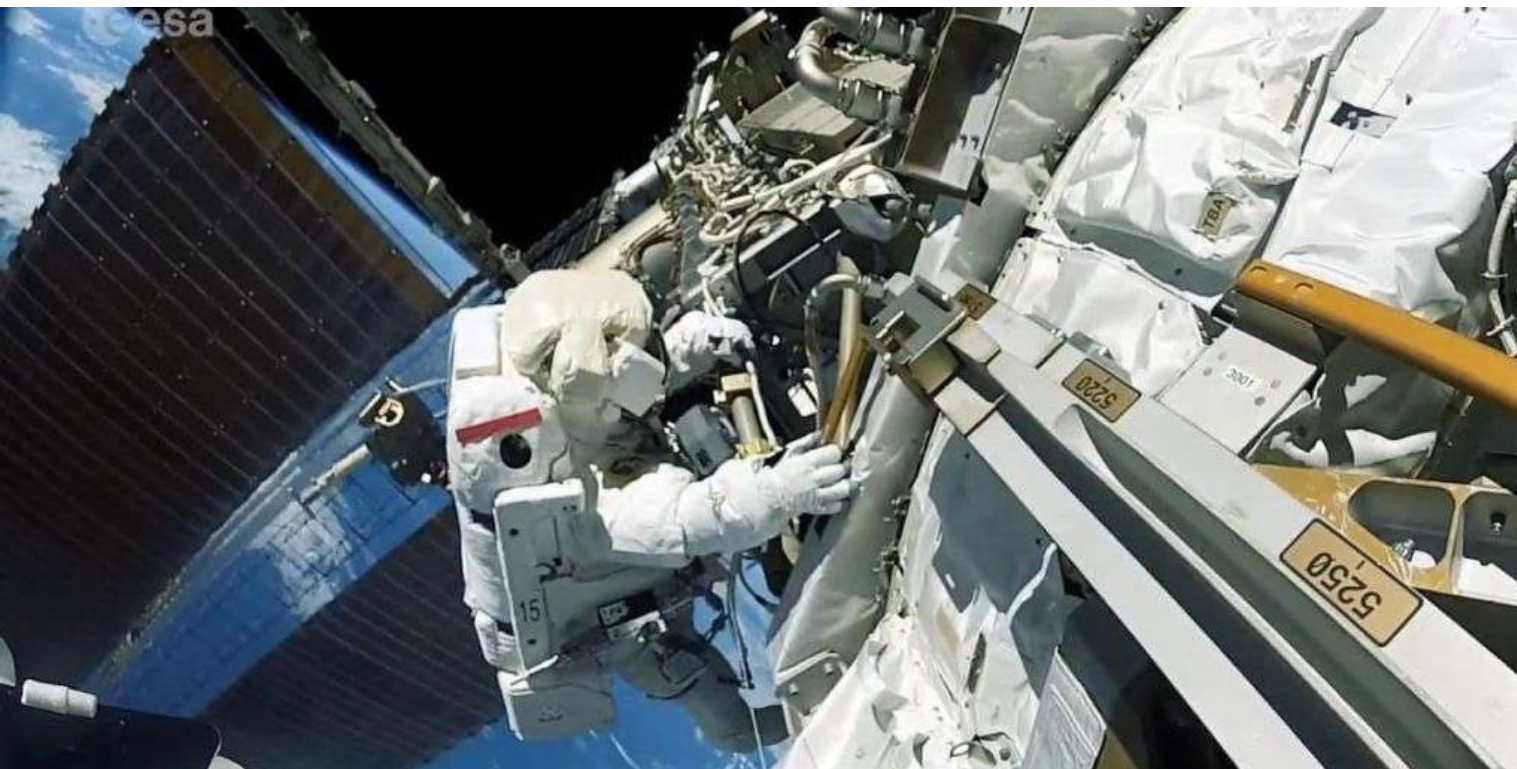
Déshydratation
Acides
Hautes pressions
Forte salinité

Supporte 150
cassures de son ADN
(2 ou 3 chez *E. coli*)

Polyextrêmophiles

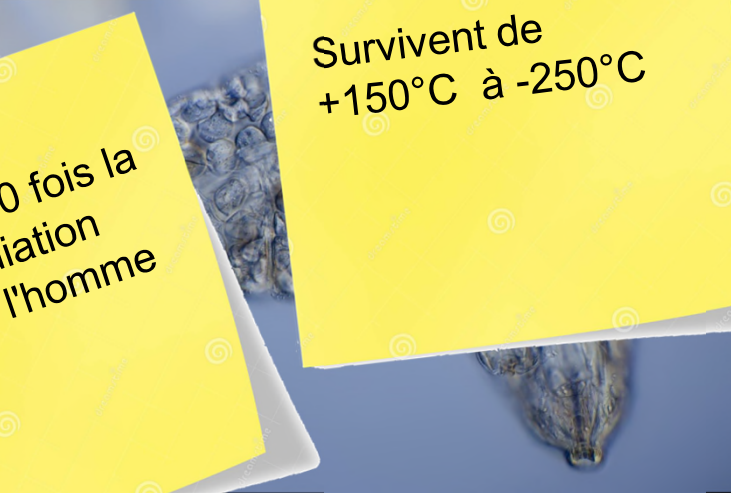
Deinococcus radiodurans





Tardigrades

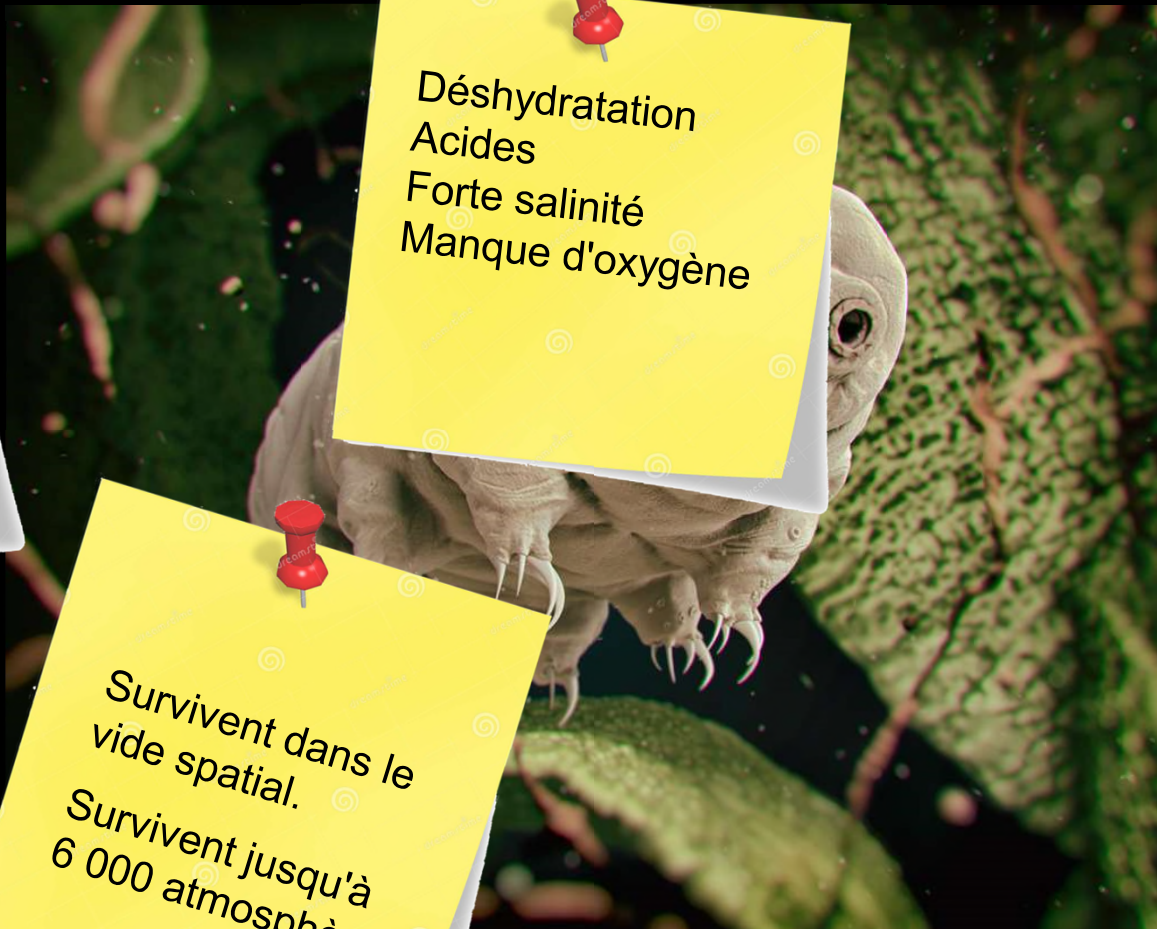
"oursons d'eau"



Plus de 1 100 fois la
dose de radiation
létale pour l'homme

Survivent de
 $+150^{\circ}\text{C}$ à -250°C

De 0,1 à 1,5 mm
8 pattes griffues
1 300 espèces partout



Déshydratation
Acides
Forte salinité
Manque d'oxygène

Survivent dans le
vide spatial.
Survivent jusqu'à
6 000 atmosphères.

Polyextrêmophiles

Troisième parenthèse

Et si la vie venait d'ailleurs?
Et si la vie n'était pas que terrestre, mais commune dans l'univers?

Panspermie



Astéroïdes, comètes, météorites

Matériel extra-terrestre : 20 000 t/an



Murchison 1969

14 000 composés moléculaires,

70 acides aminés dont certains
présents dans les protéines terrestres
: glycine, alanine, acide glutamique,
valine, leucine, proline ...

Des purines et pyrimidines,

- Au moins 100 milliards d'étoiles dans notre galaxie
- Au moins 100 milliards de galaxies
- Il y a au moins 10^{23} planètes dans l'univers connu

Probabilité Plausibilité

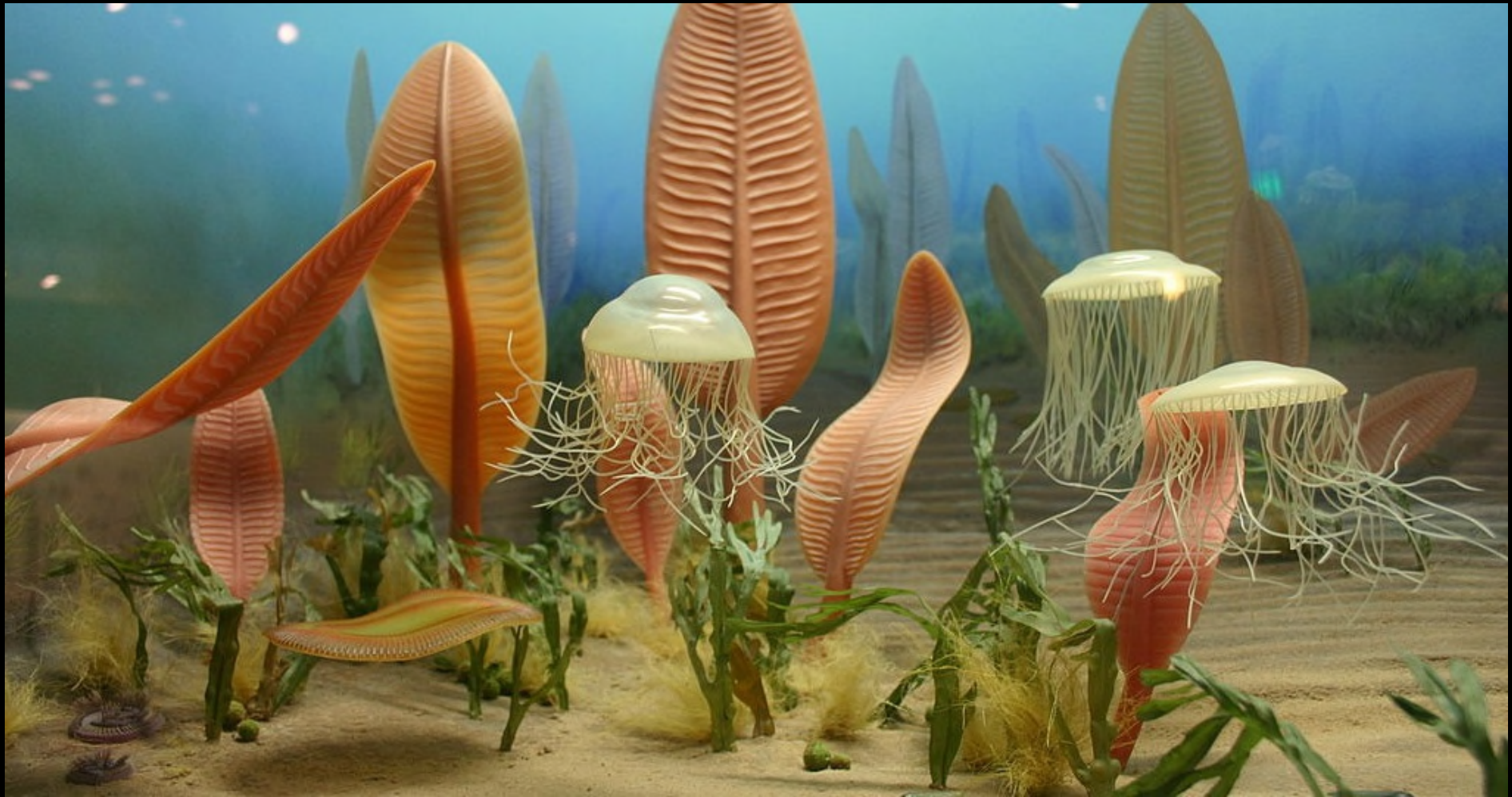
*Penser qu'il existe une vie
extraterrestre est déjà
quelque chose de rationnel*

Stephen Hawking

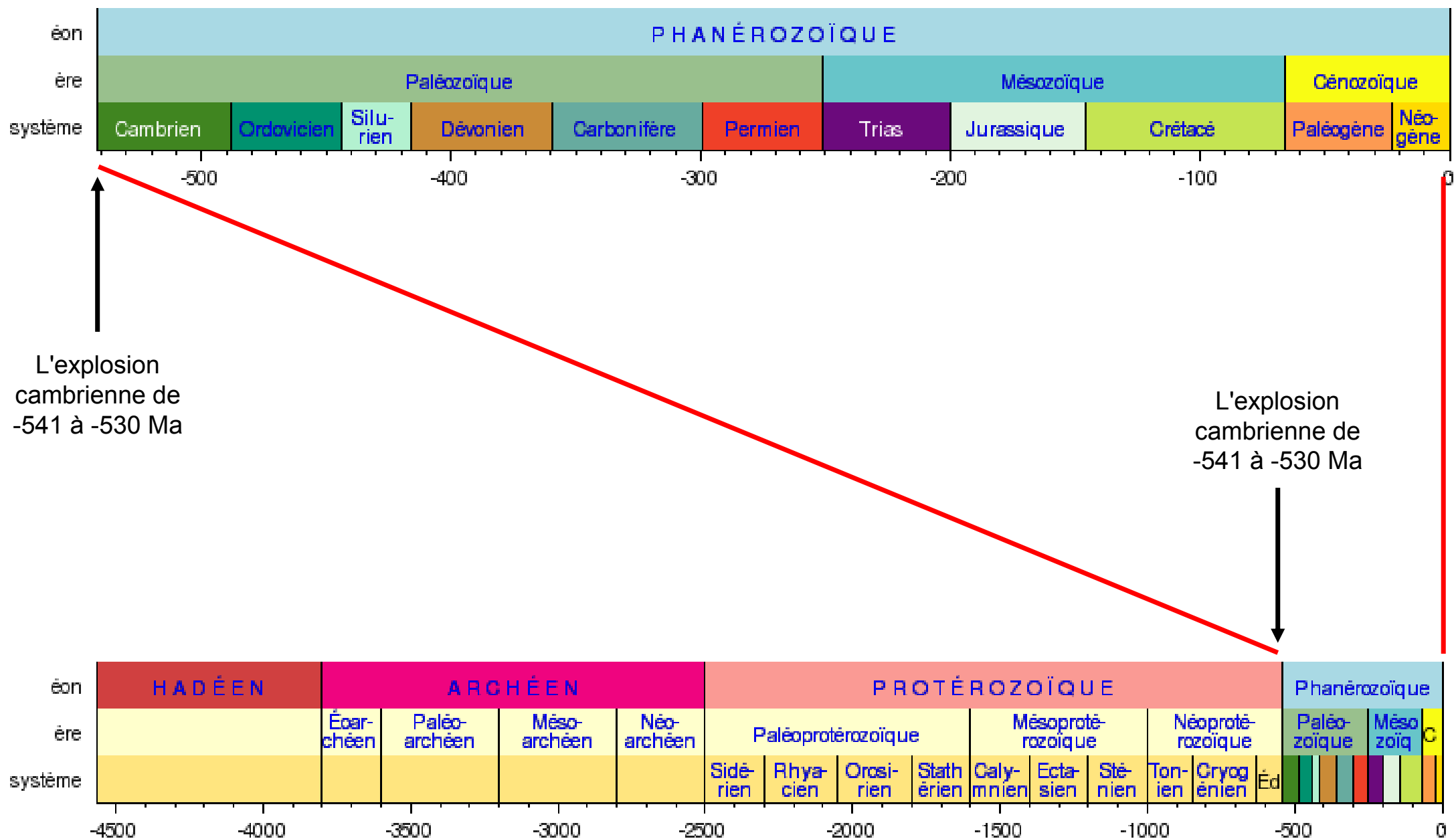
Mars, Titan, Europe,
Ganymède, Callisto,
Encelade

Communautés édiacariennes (de -585 à -542 Ma)



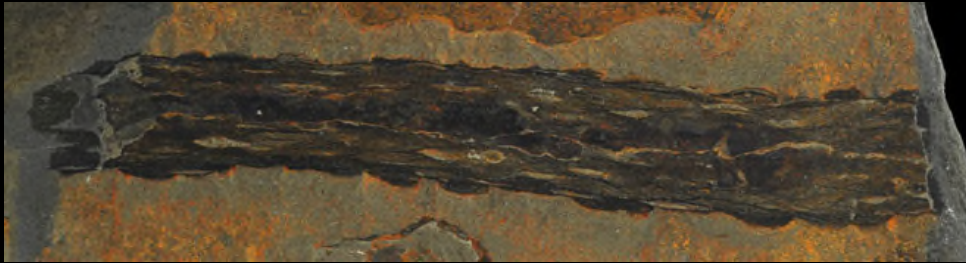


Animaux? Végétaux? Autre chose?



L'explosion cambrienne

-541 à -530 Ma



L'explosion cambrienne

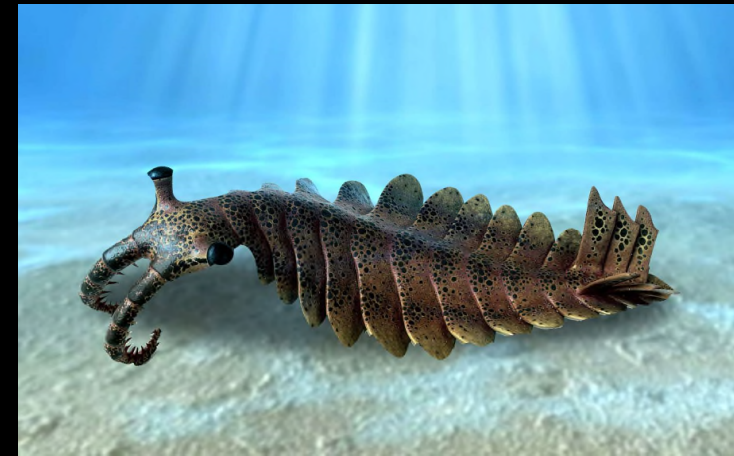
-541 à -530 Ma



Hallucigenia

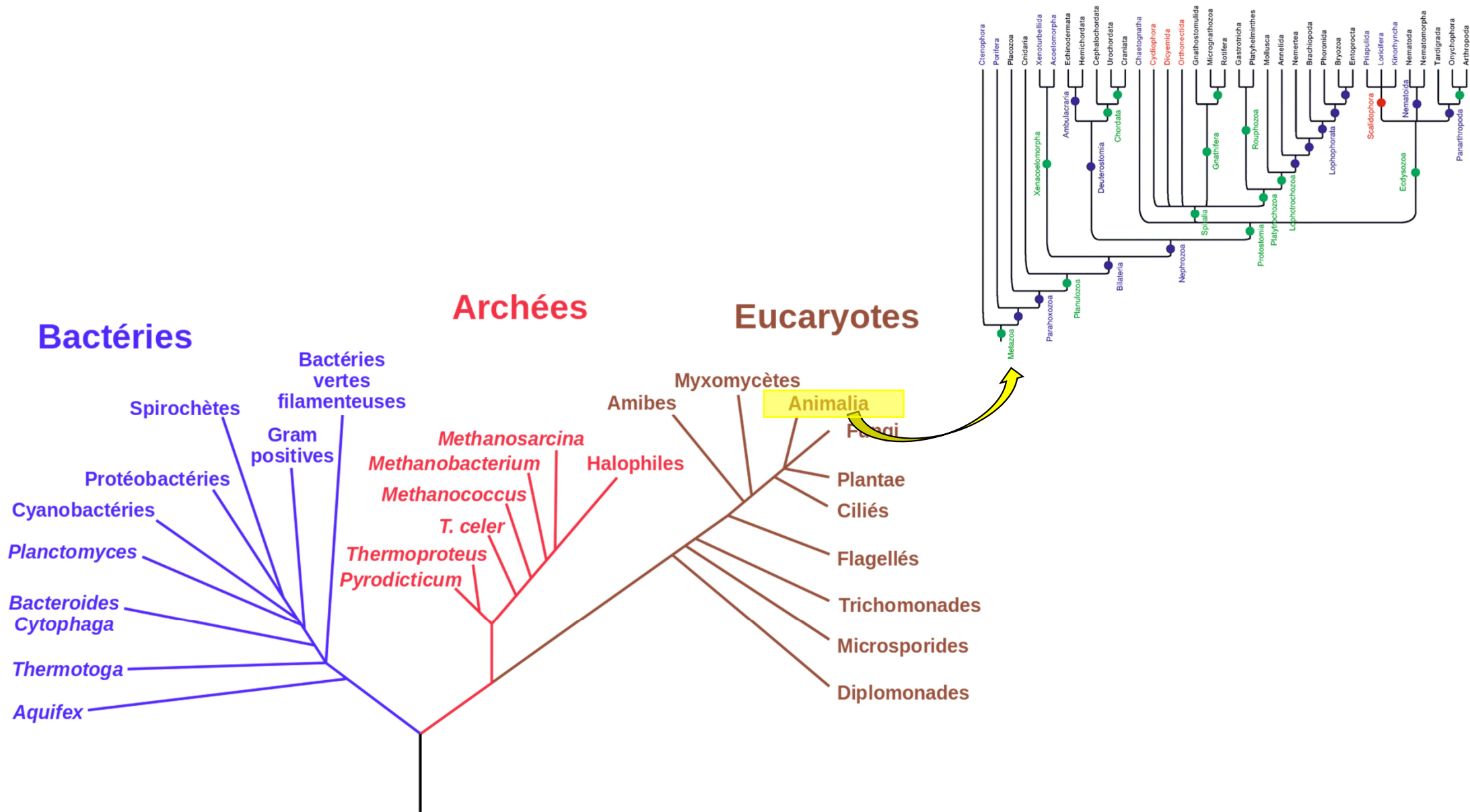


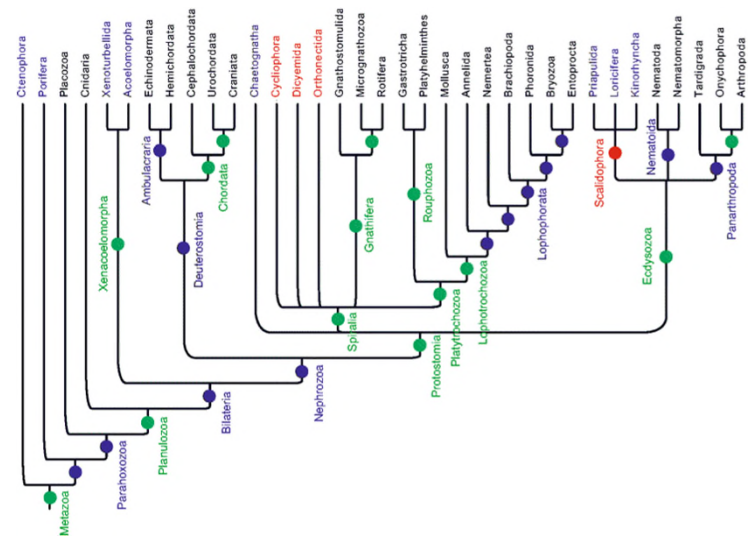
Opabinia

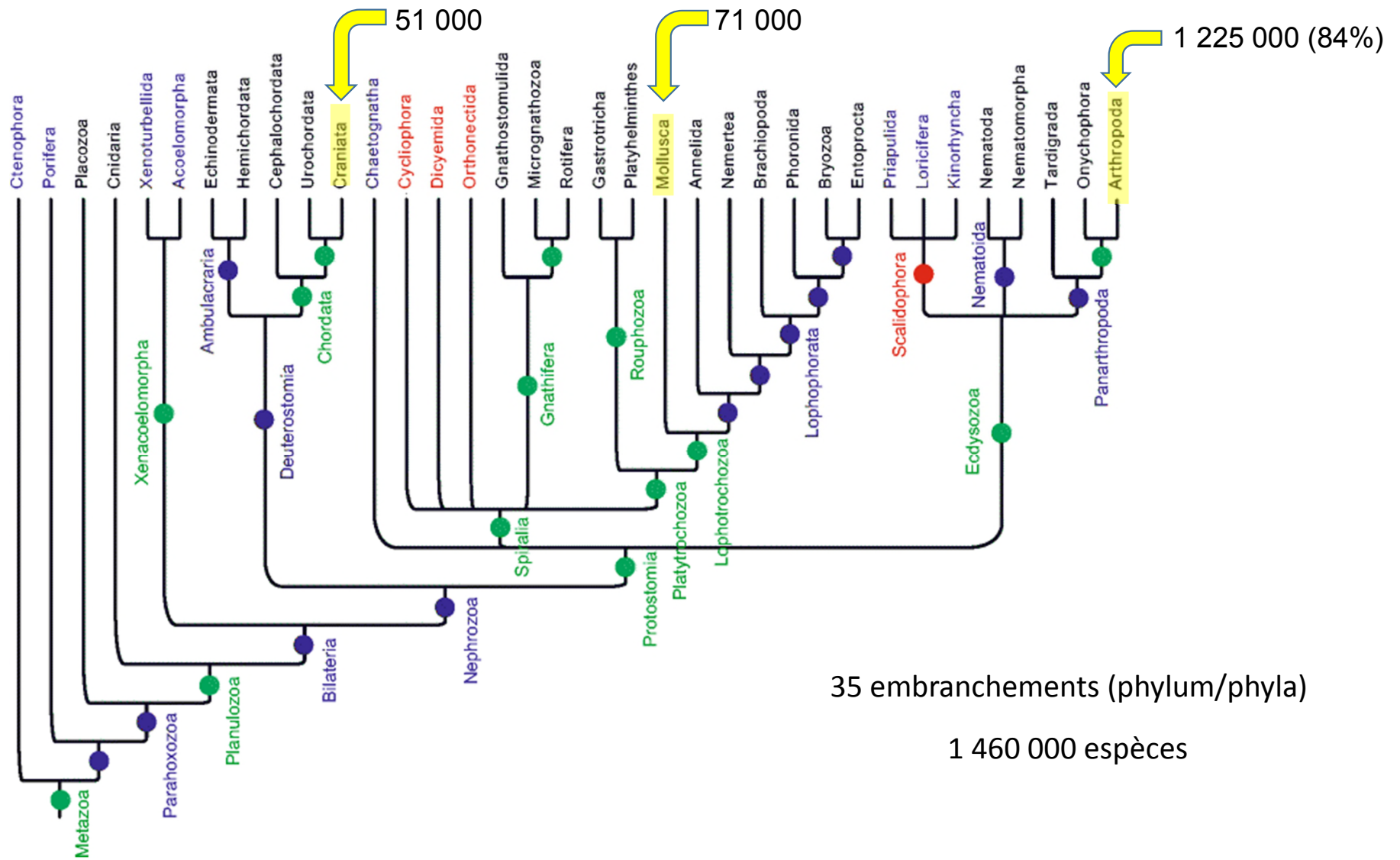


Anomalocaris









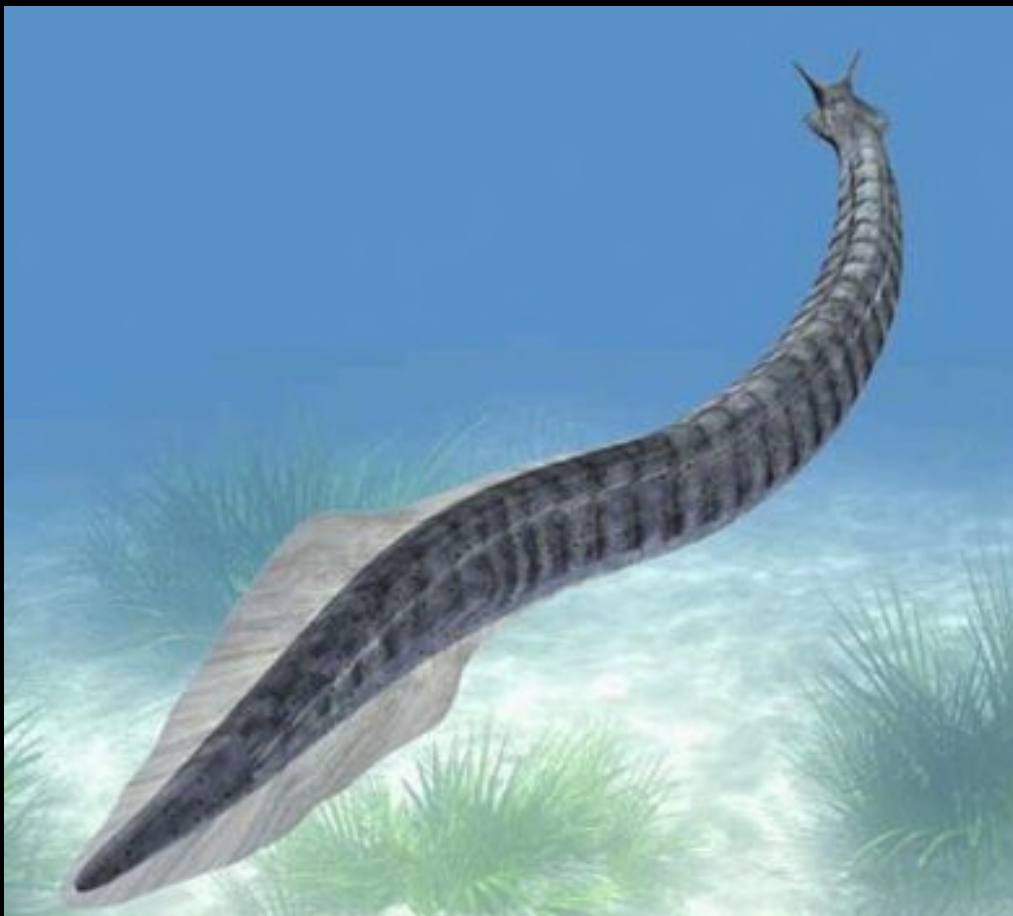


Pikaia (Cambrien, - 510 Ma)

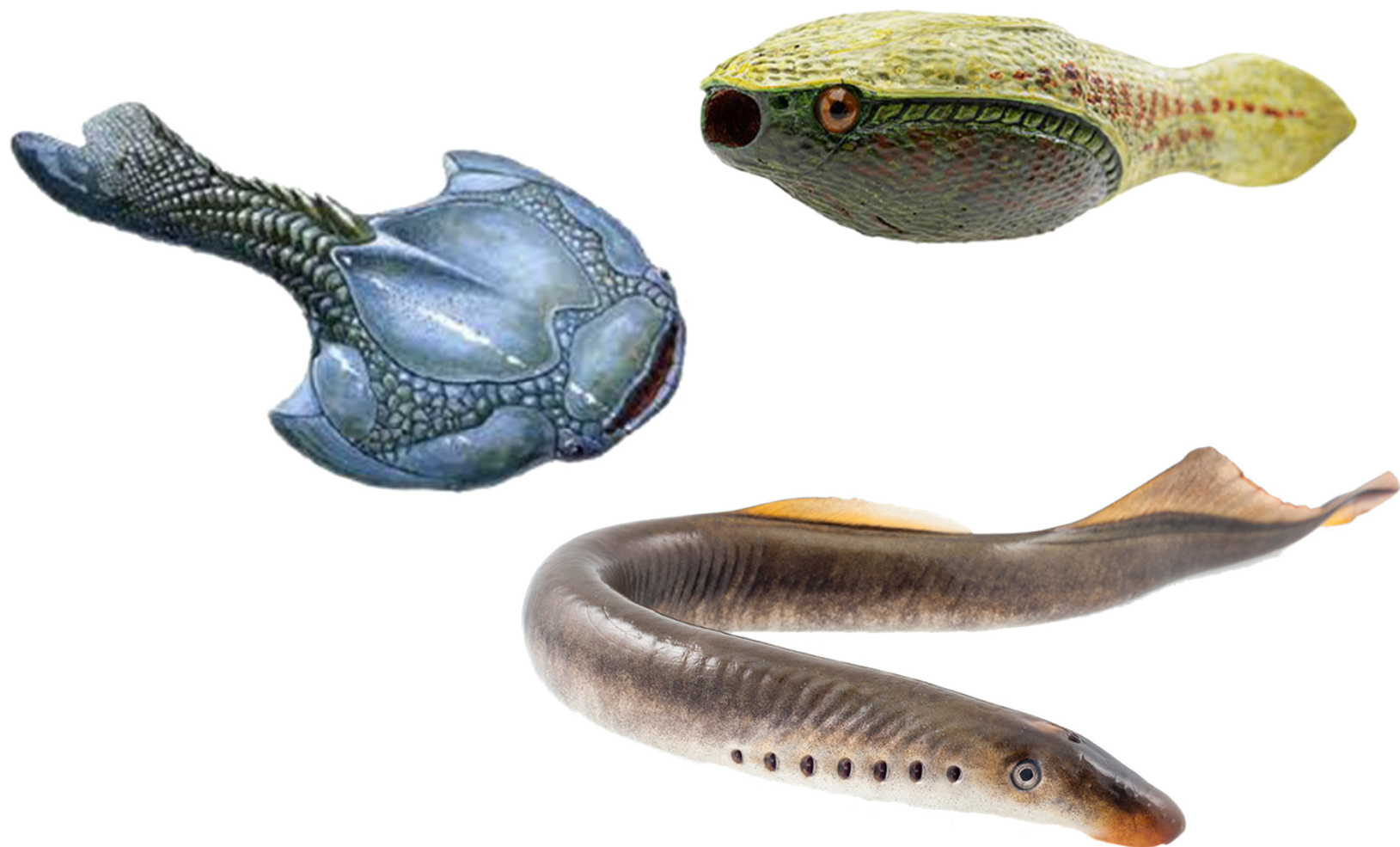
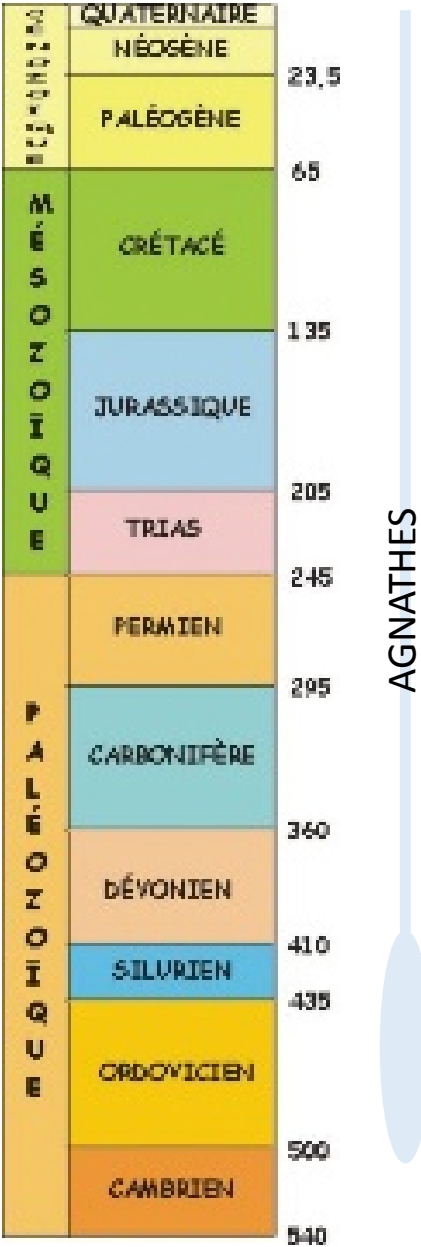


Pikaia (Cambrien, - 510 Ma)

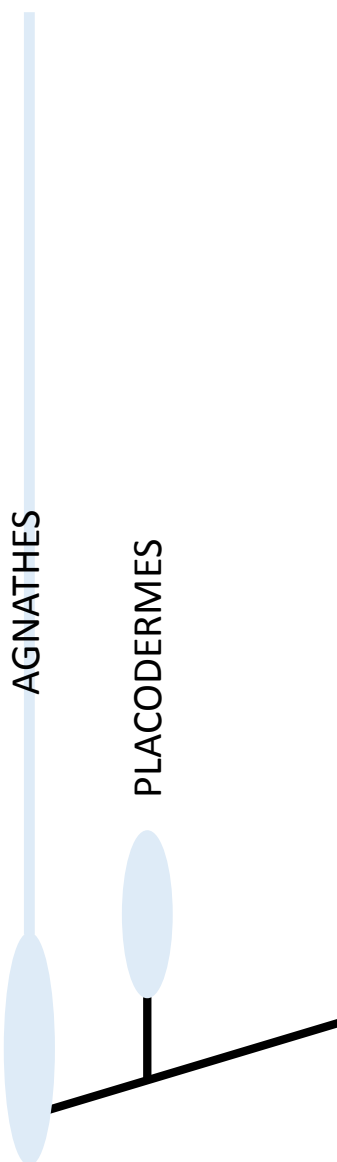
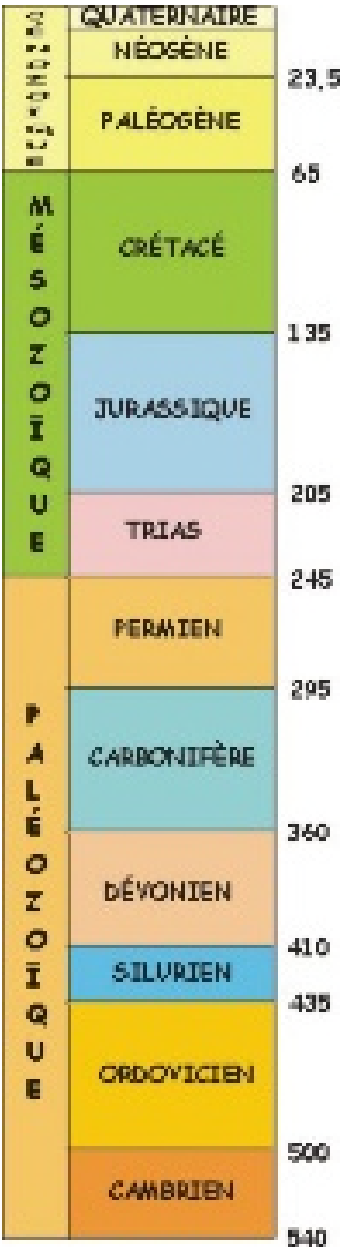
"Notre" lointain ancêtre



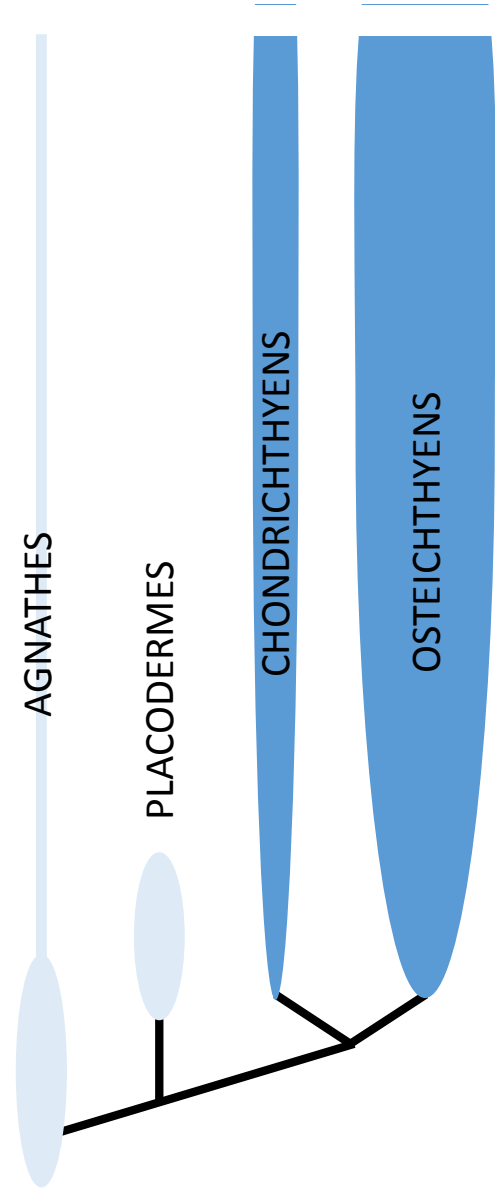
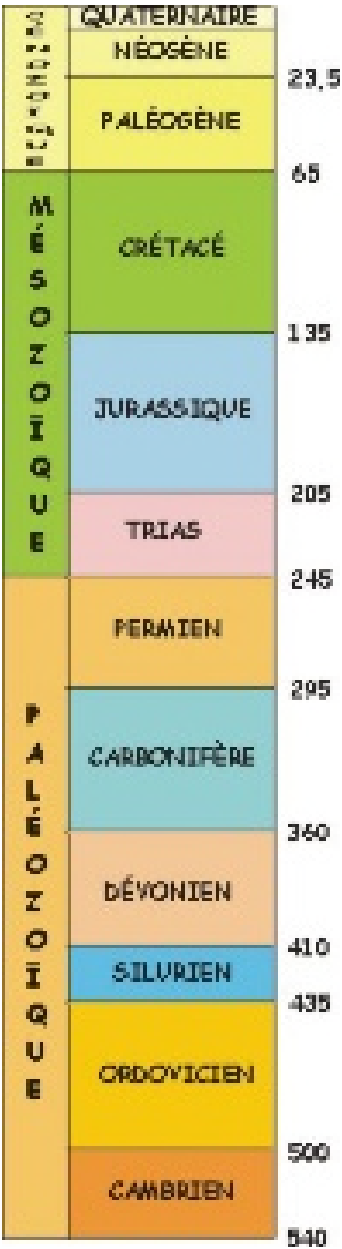
Amphioxus (Actuel)



AGNATHES : premiers vertébrés sans mâchoires ni nageoires



PLACODERMES : mâchoires et nageoires, mais pas de dents
 AGNATHES : premiers vertébrés sans mâchoires ni nageoires



- OSTÉICHTHYENS : poissons osseux (arêtes)
- CHONDRICHTHYENS : poissons cartilagineux (requins, raies)
- PLACODERMES : mâchoires et nageoires, mais pas de dents
- AGNATHES : premiers vertébrés sans mâchoires ni nageoires



Sarcoptérygiens

Sortie des eaux

-410 à -360 Ma

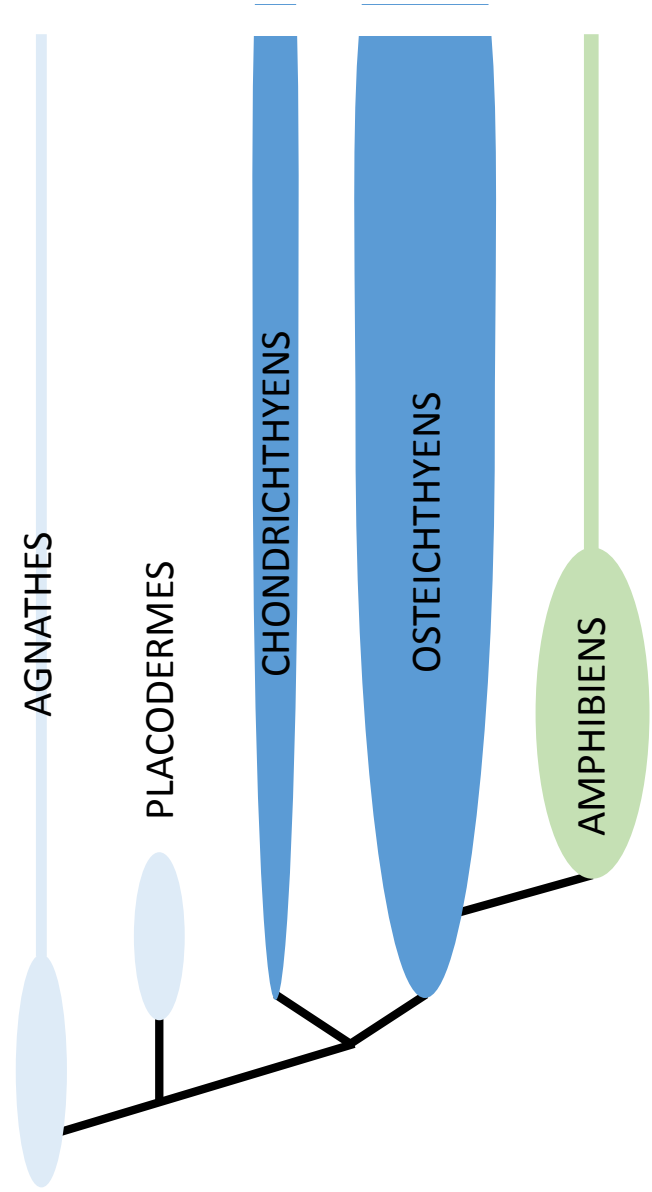
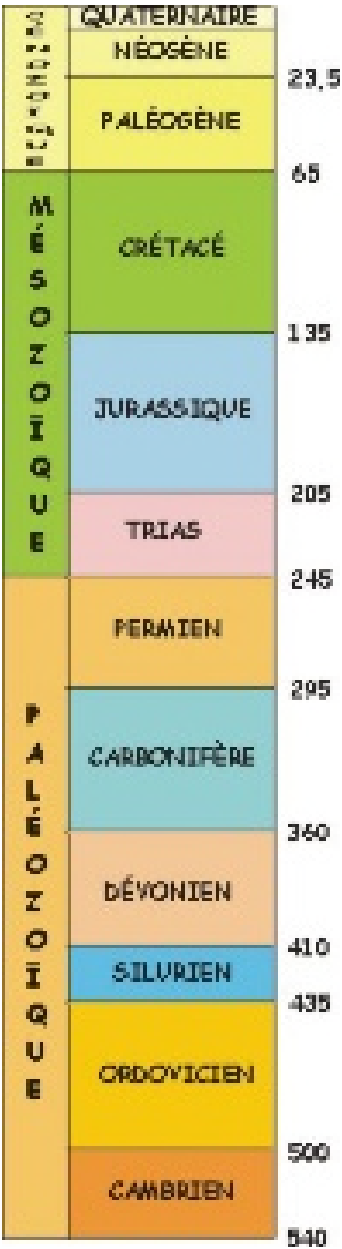


-460 Ma



-360 Ma



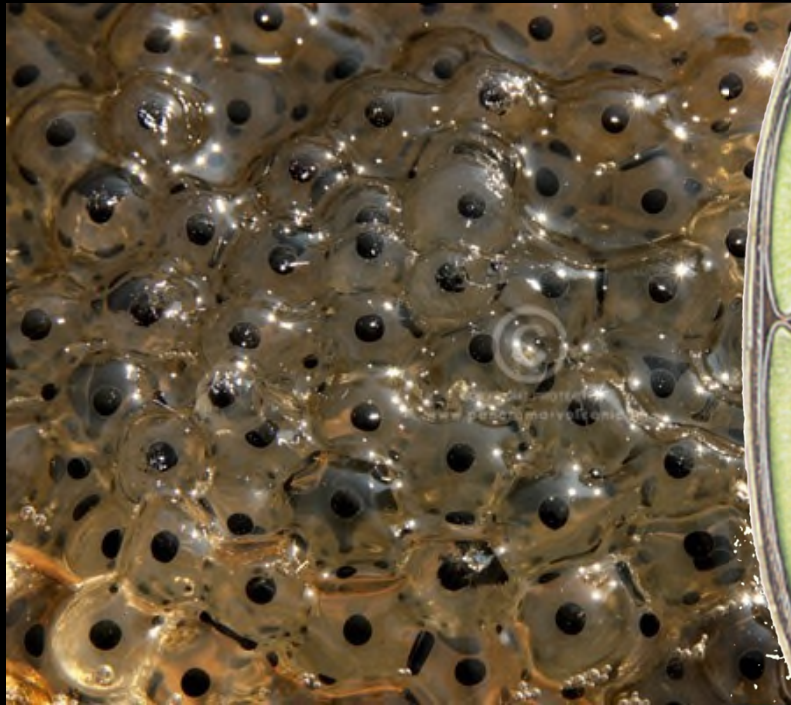


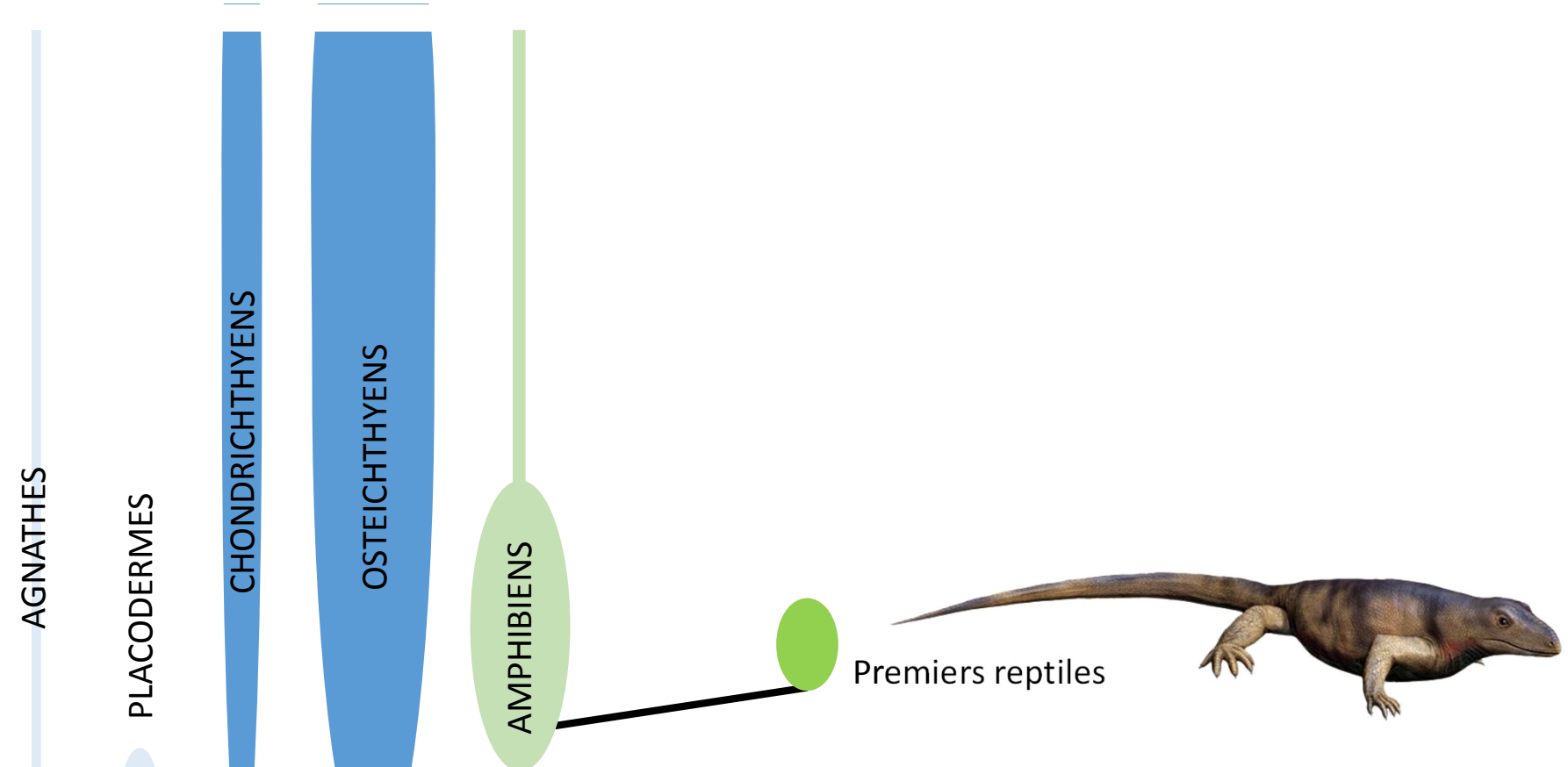
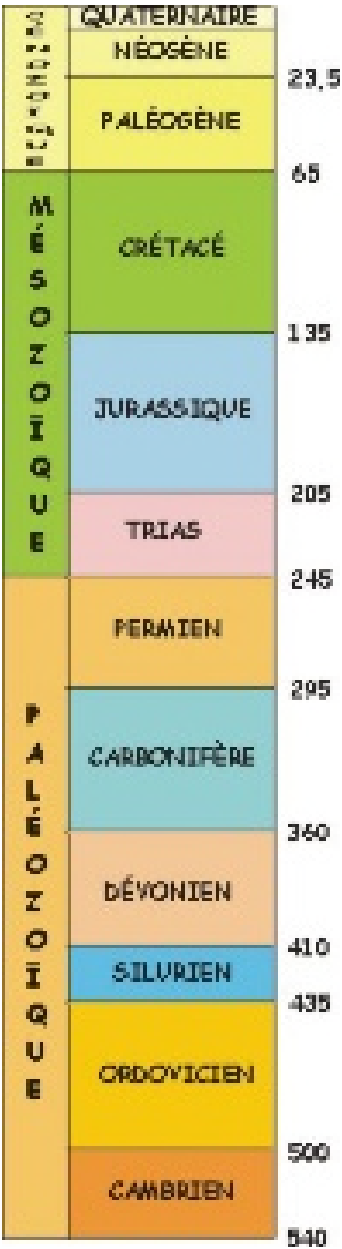
- AMPHIBIENS : grenouilles, salamandres et leurs ancêtres
- OSTÉICHTHYENS : poissons osseux (arêtes)
- CHONDRICHTHYENS : poissons cartilagineux (requins, raies)
- PLACODERMES : mâchoires et nageoires, mais pas de dents
- AGNATHES : premiers vertébrés sans mâchoires ni nageoires

Amphibiens



L'oeuf amniotique

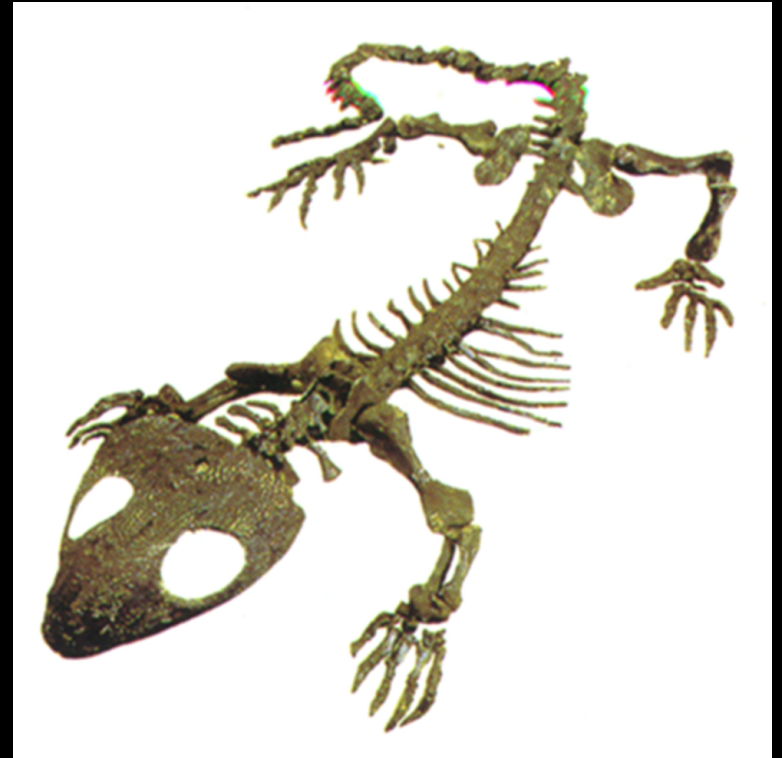


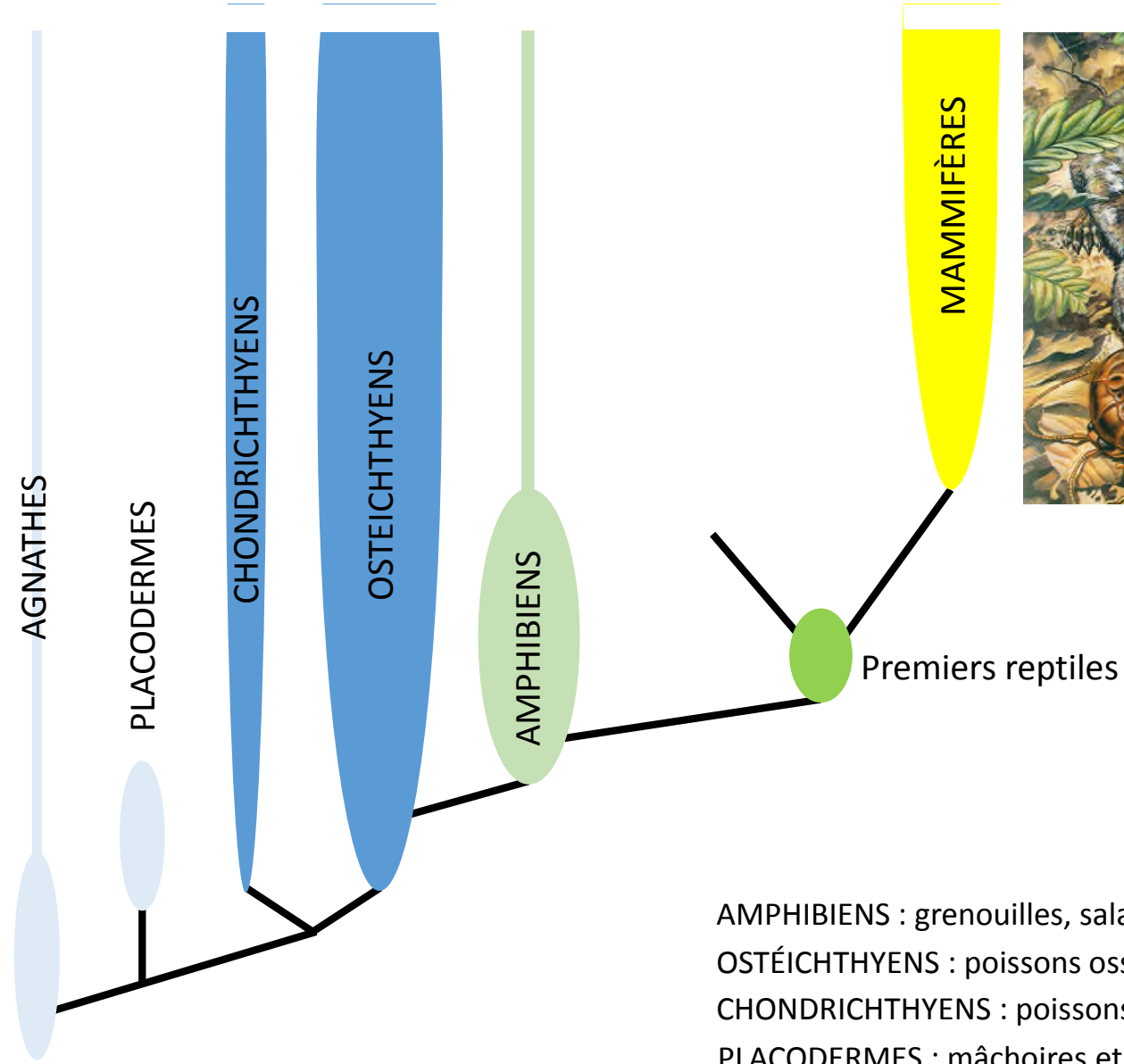
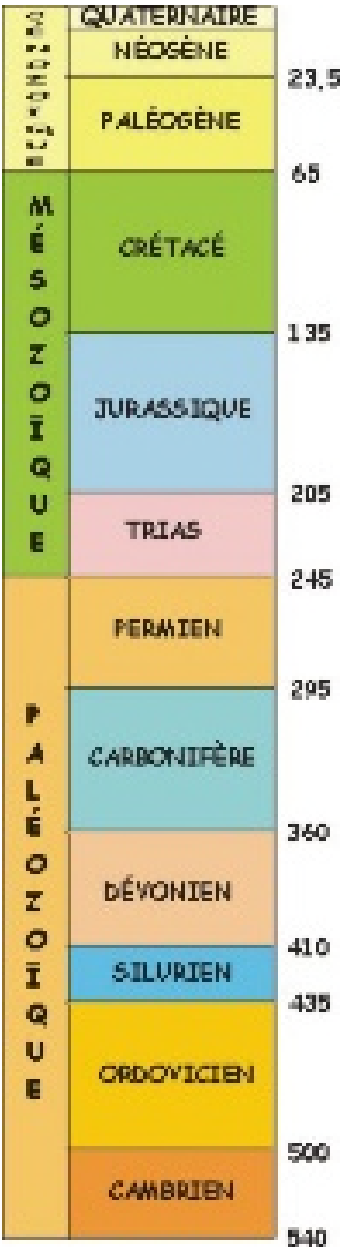


- AMPHIBIENS : grenouilles, salamandres et leurs ancêtres
- OSTÉICHTHYENS : poissons osseux (arêtes)
- CHONDRICHTHYENS : poissons cartilagineux (requins, raies)
- PLACODERMES : mâchoires et nageoires, mais pas de dents
- AGNATHES : premiers vertébrés sans mâchoires ni nageoires

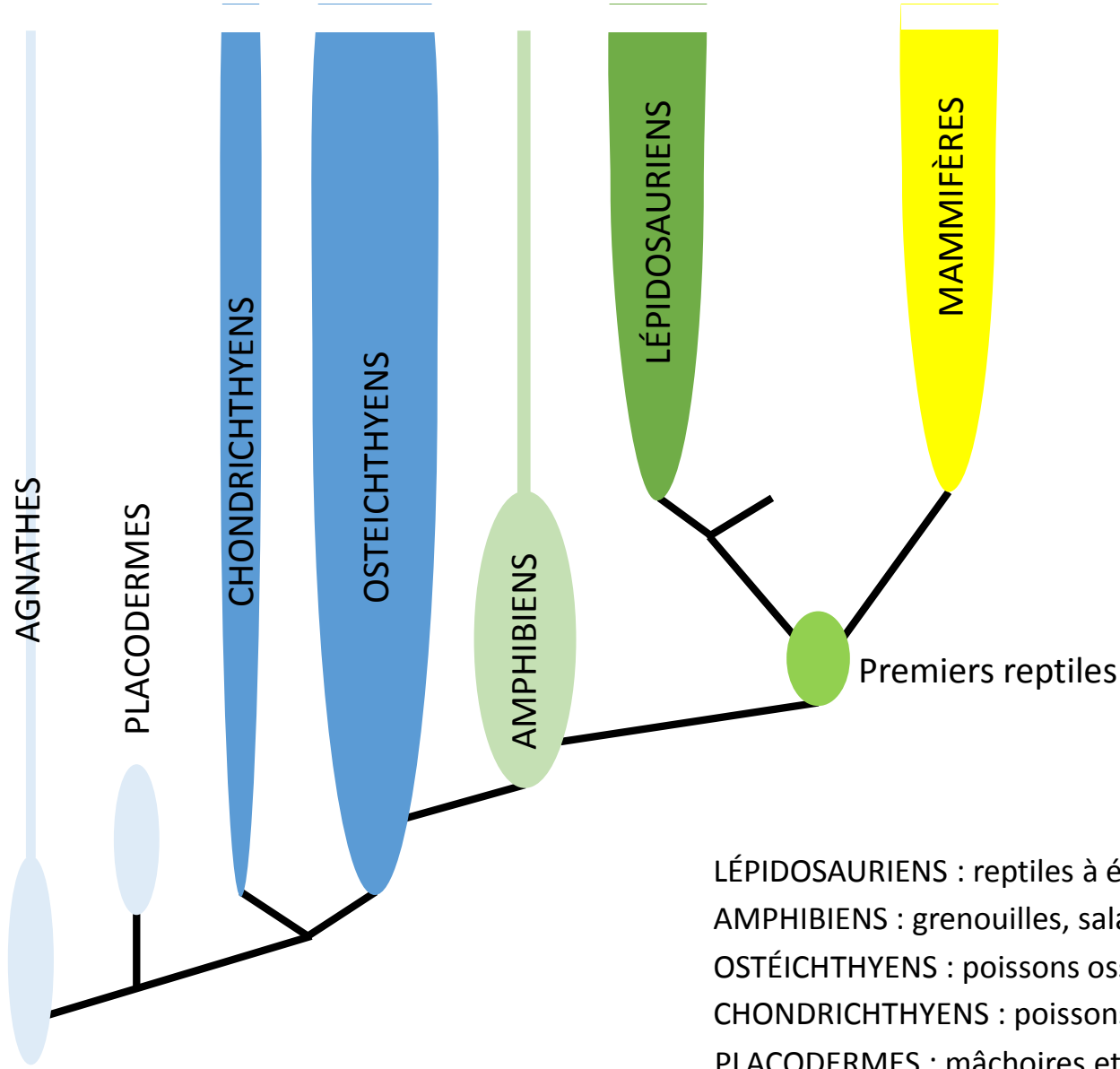
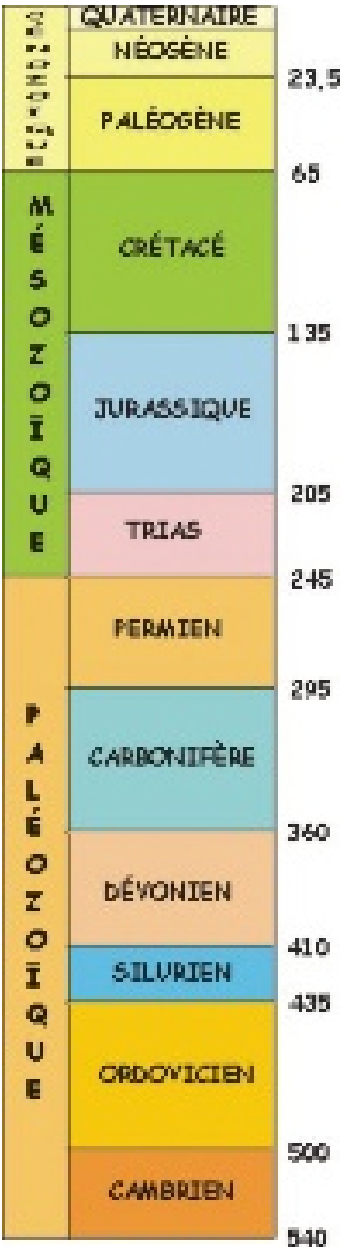


Reptiles





- AMPHIBIENS : grenouilles, salamandres et leurs ancêtres
- OSTÉICHTHYENS : poissons osseux (arêtes)
- CHONDRICHTHYENS : poissons cartilagineux (requins, raies)
- PLACODERMES : mâchoires et nageoires, mais pas de dents
- AGNATHES : premiers vertébrés sans mâchoires ni nageoires



LÉPIDOSAURIENS : reptiles à écailles (serpents, lézards...)

AMPHIBIENS : grenouilles, salamandres et leurs ancêtres

OSTÉICHTHYENS : poissons osseux (arêtes)

CHONDRICHTHYENS : poissons cartilagineux (requins, raies)

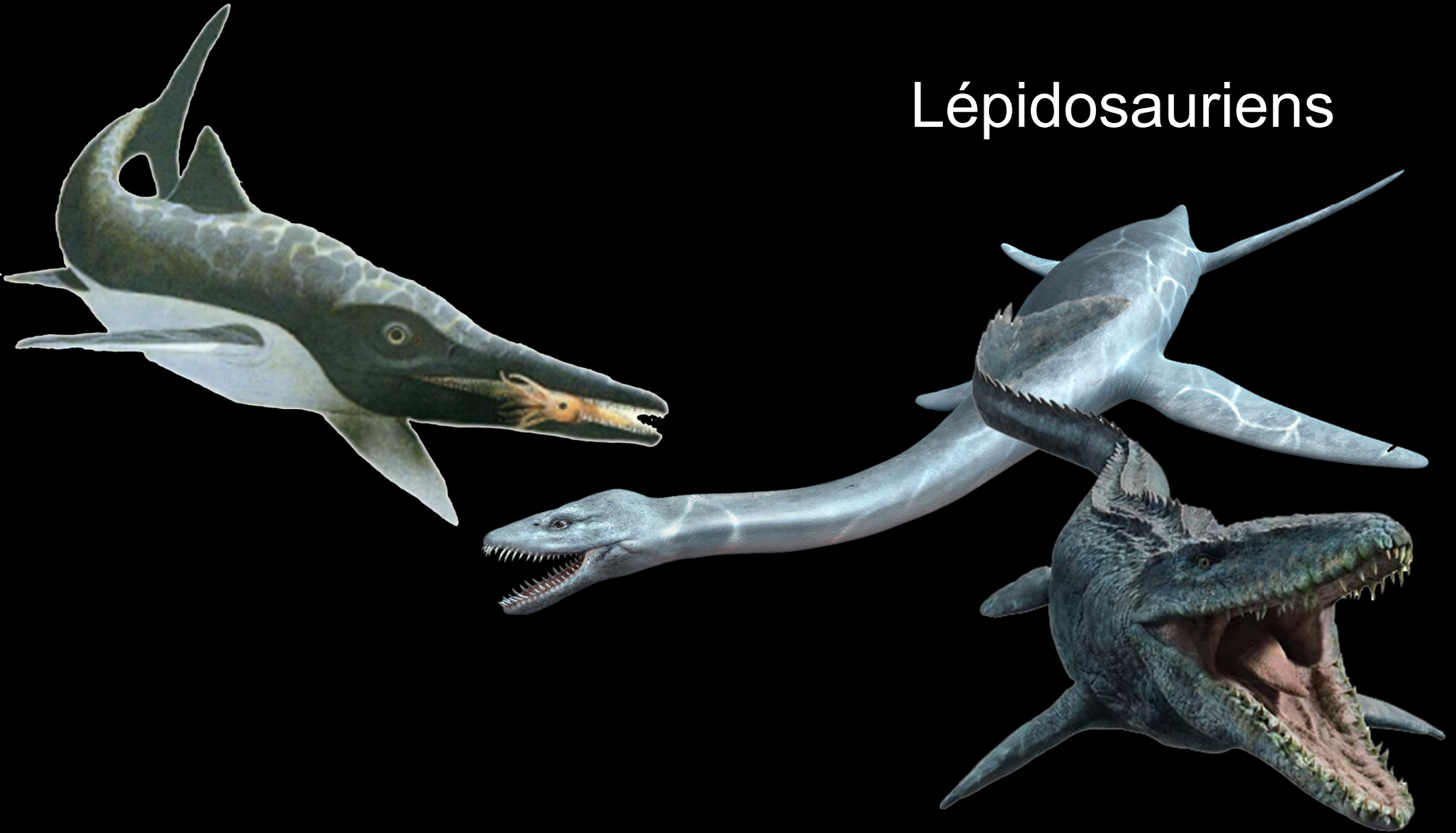
PLACODERMES : mâchoires et nageoires, mais pas de dents

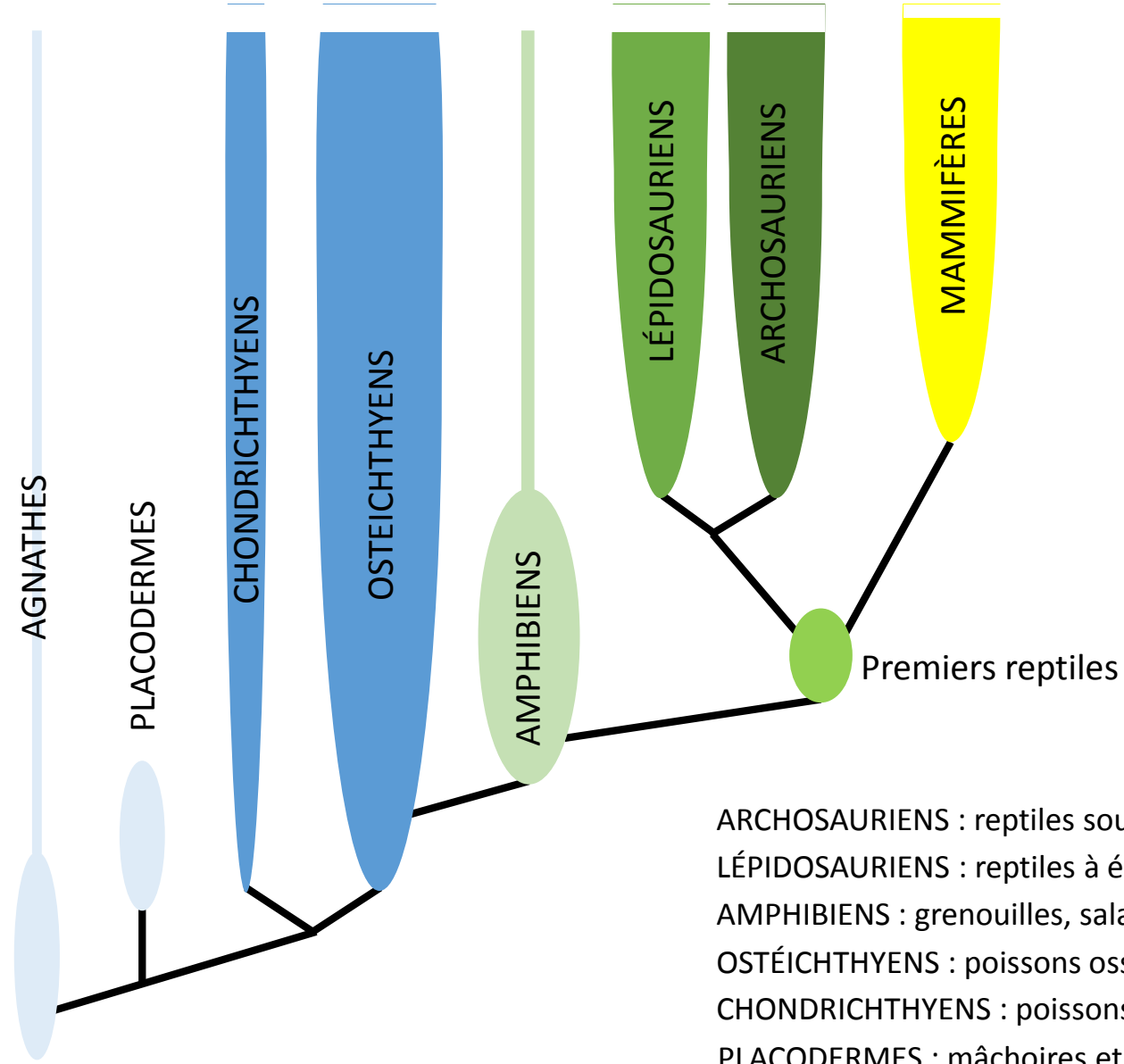
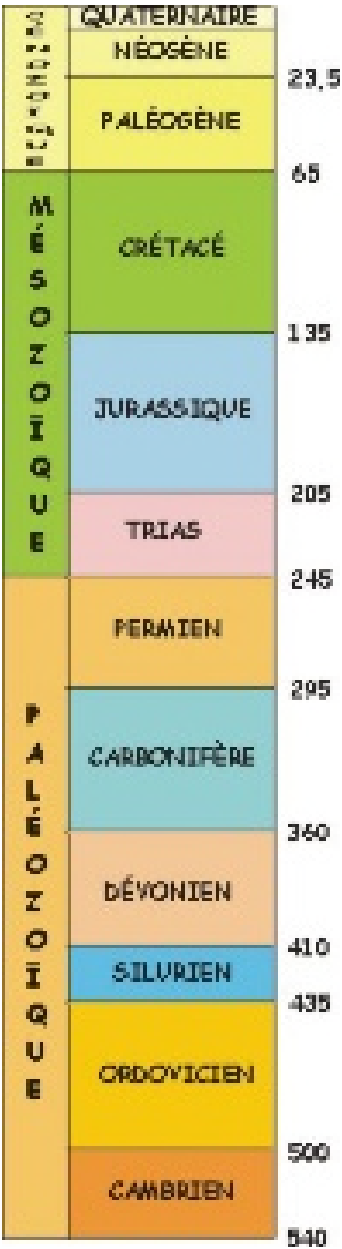
AGNATHES : premiers vertébrés sans mâchoires ni nageoires

Lépidosauriens



Lépidosauriens

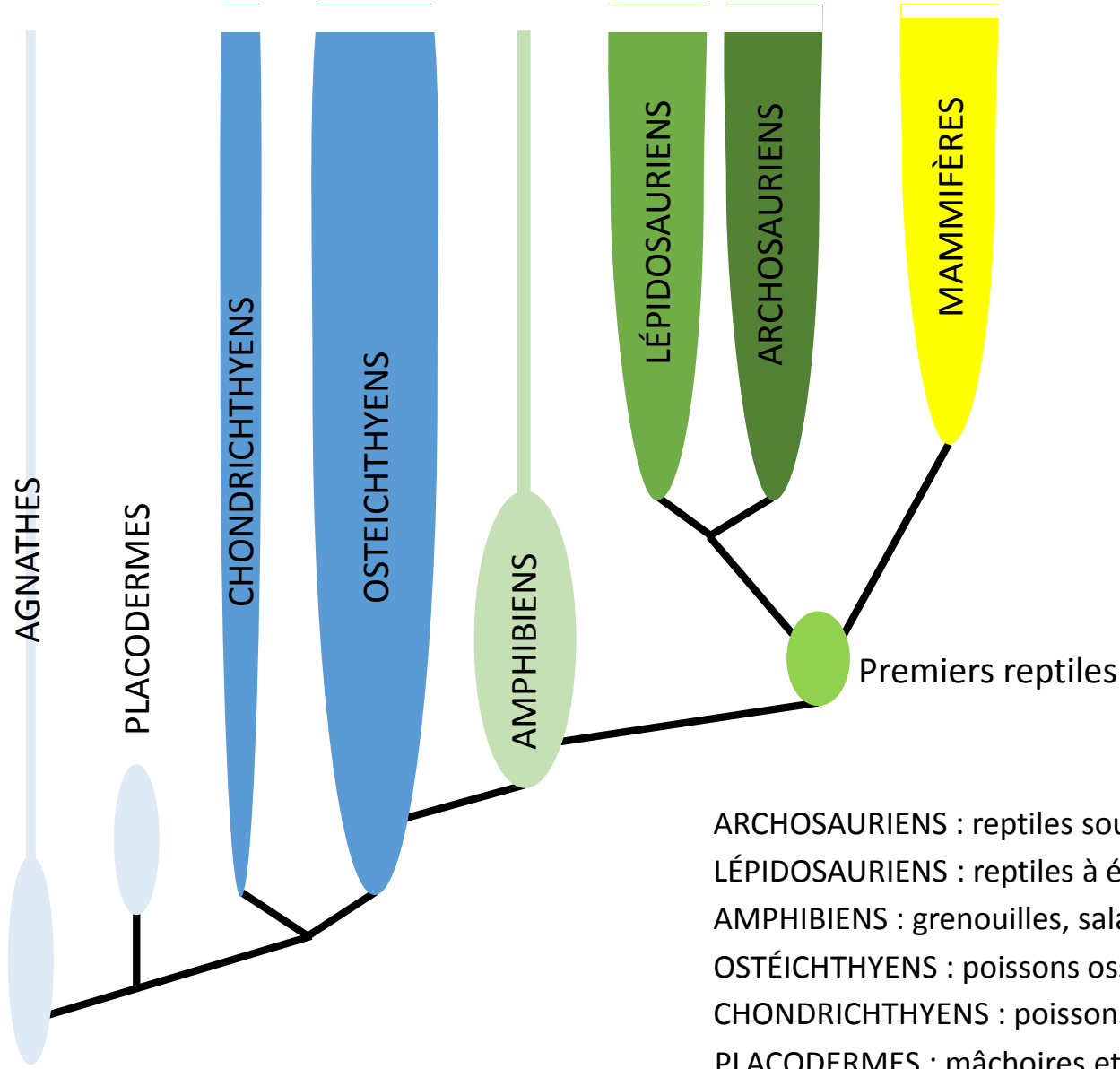
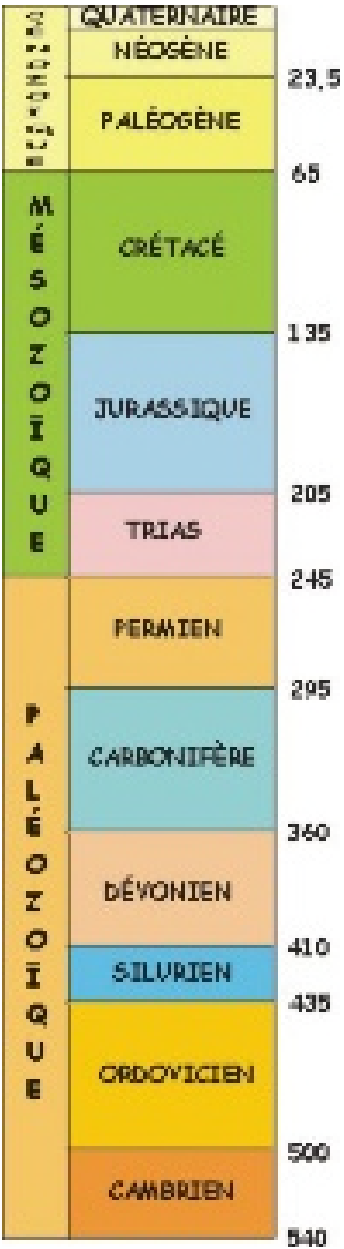




- ARCHOSAURIENS : reptiles souverains (crocos, dinosaures, oiseaux)
- LÉPIDOSAURIENS : reptiles à écailles (serpents, lézards...)
- AMPHIBIENS : grenouilles, salamandres et leurs ancêtres
- OSTÉICHTHYENS : poissons osseux (arêtes)
- CHONDRICHTHYENS : poissons cartilagineux (requins, raies)
- PLACODERMES : mâchoires et nageoires, mais pas de dents
- AGNATHES : premiers vertébrés sans mâchoires ni nageoires

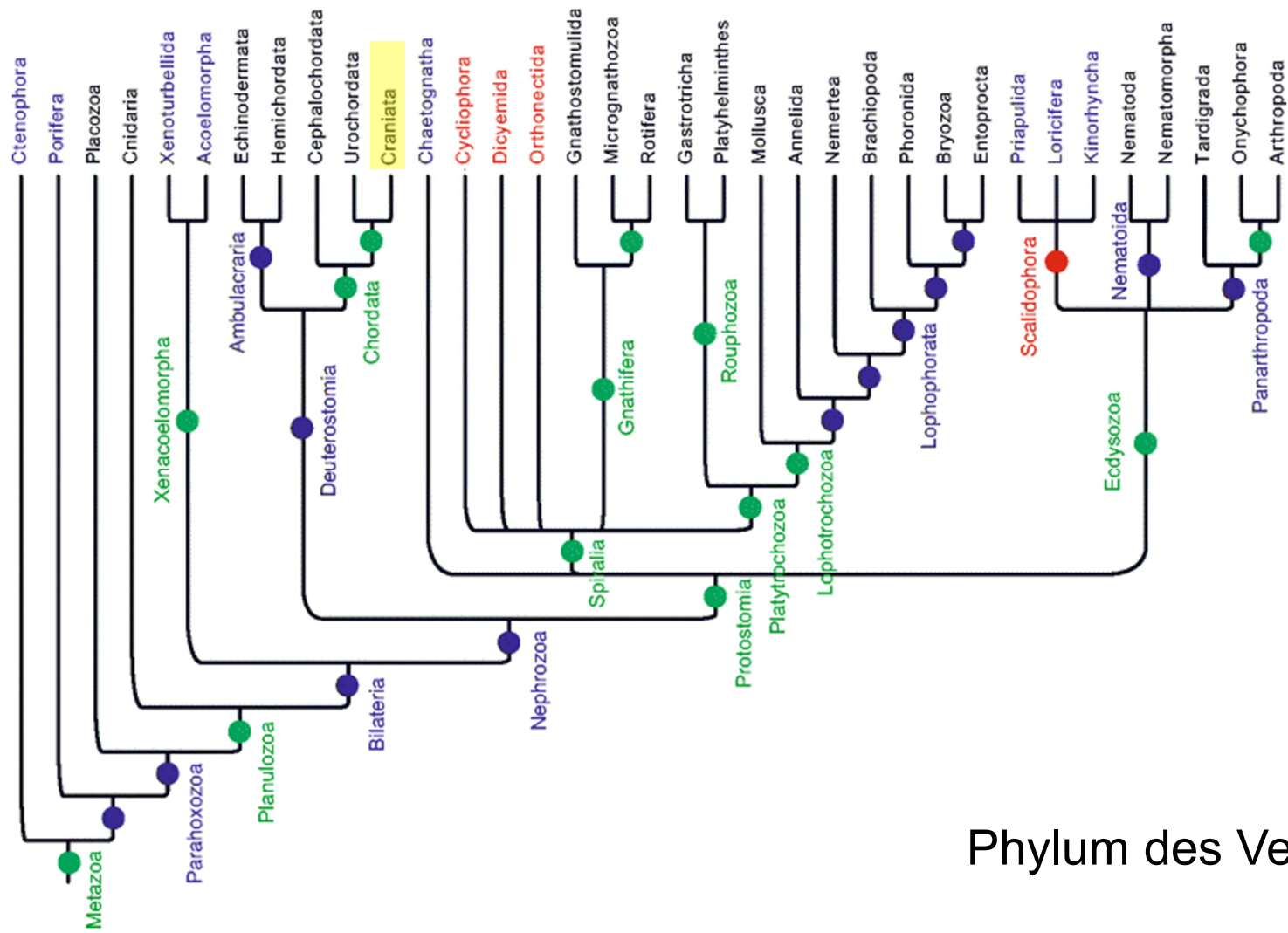
Archosauriens



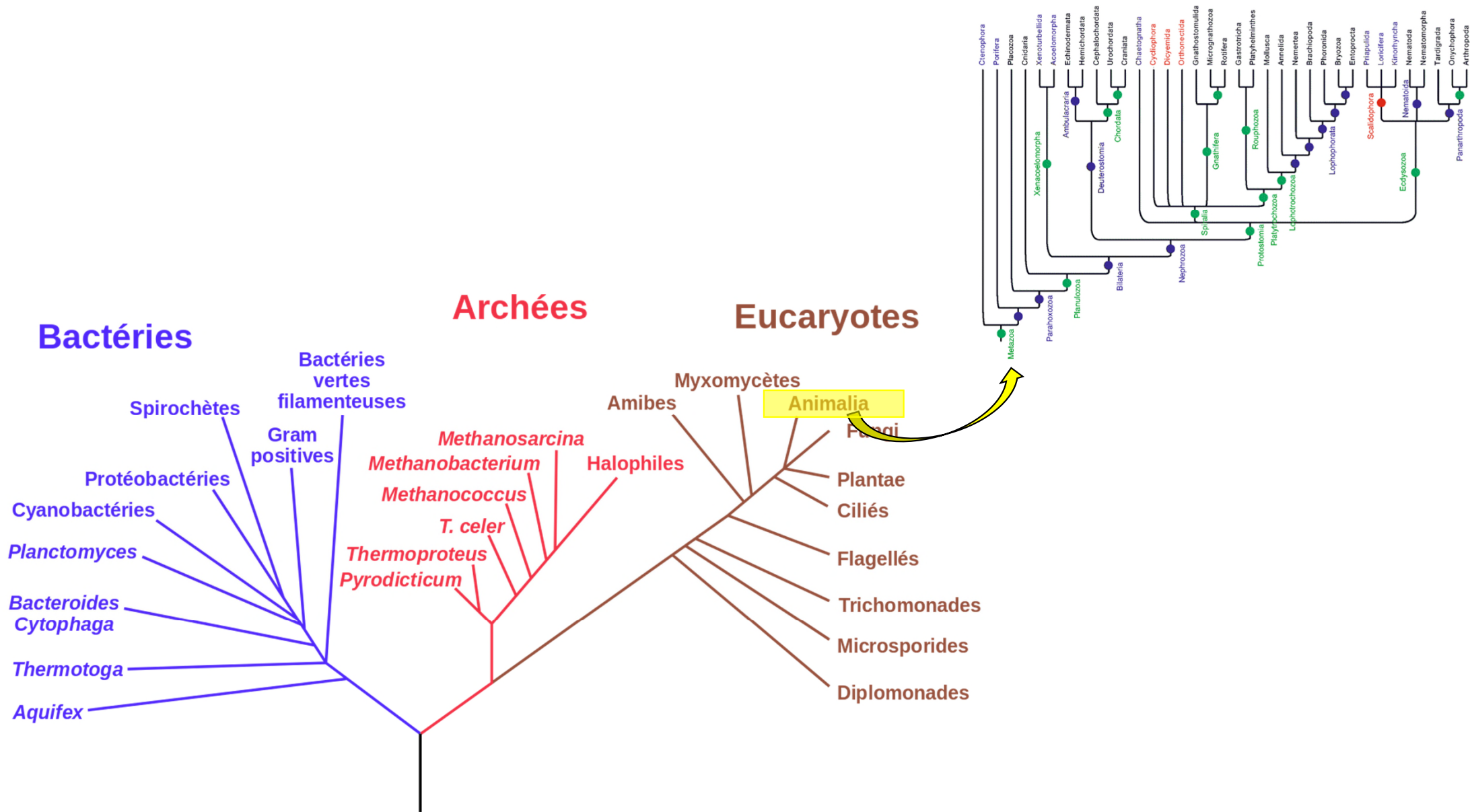


- ARCHOSAURIENS : reptiles souverains (crocos, dinosaures, oiseaux)
- LÉPIDOSAURIENS : reptiles à écailles (serpents, lézards...)
- AMPHIBIENS : grenouilles, salamandres et leurs ancêtres
- OSTÉICHTHYENS : poissons osseux (arêtes)
- CHONDRICHTHYENS : poissons cartilagineux (requins, raies)
- PLACODERMES : mâchoires et nageoires, mais pas de dents
- AGNATHES : premiers vertébrés sans mâchoires ni nageoires

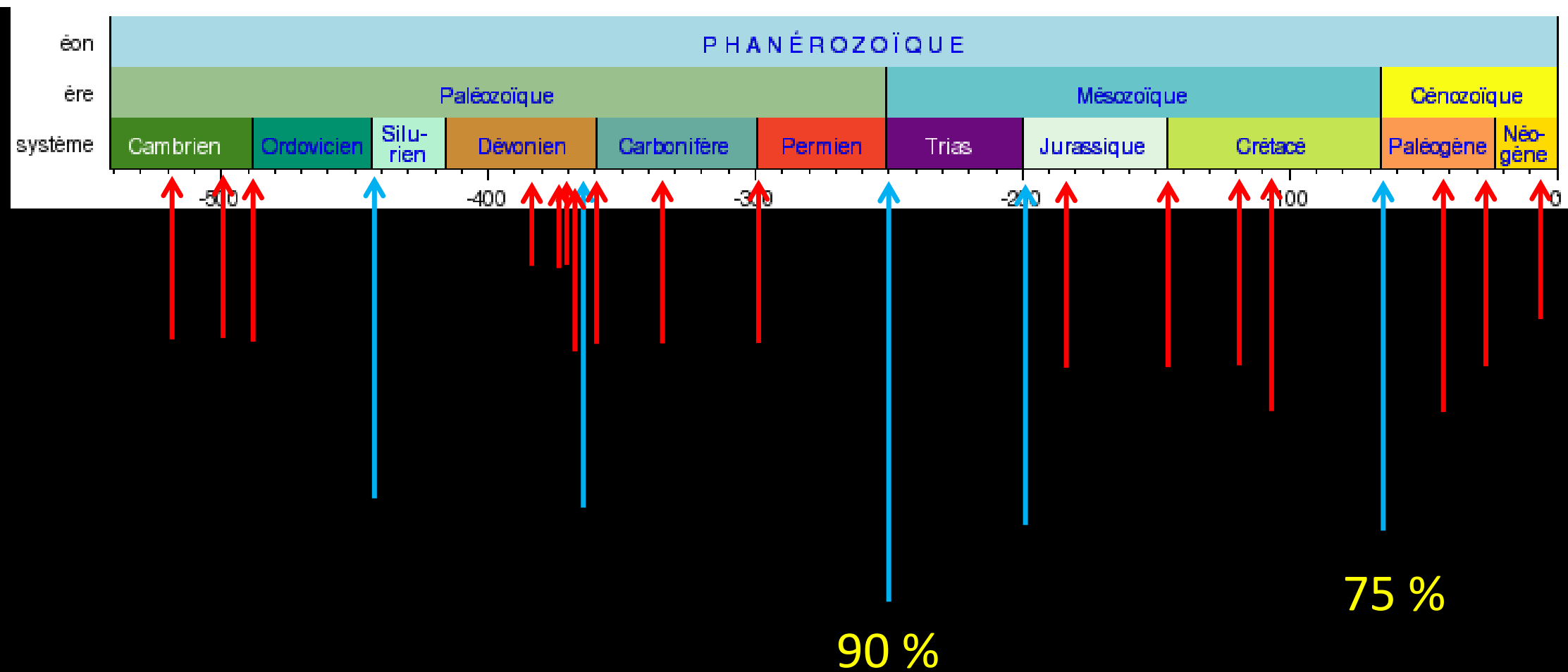
Encore quelques parenthèses



Phylum des Vertébrés



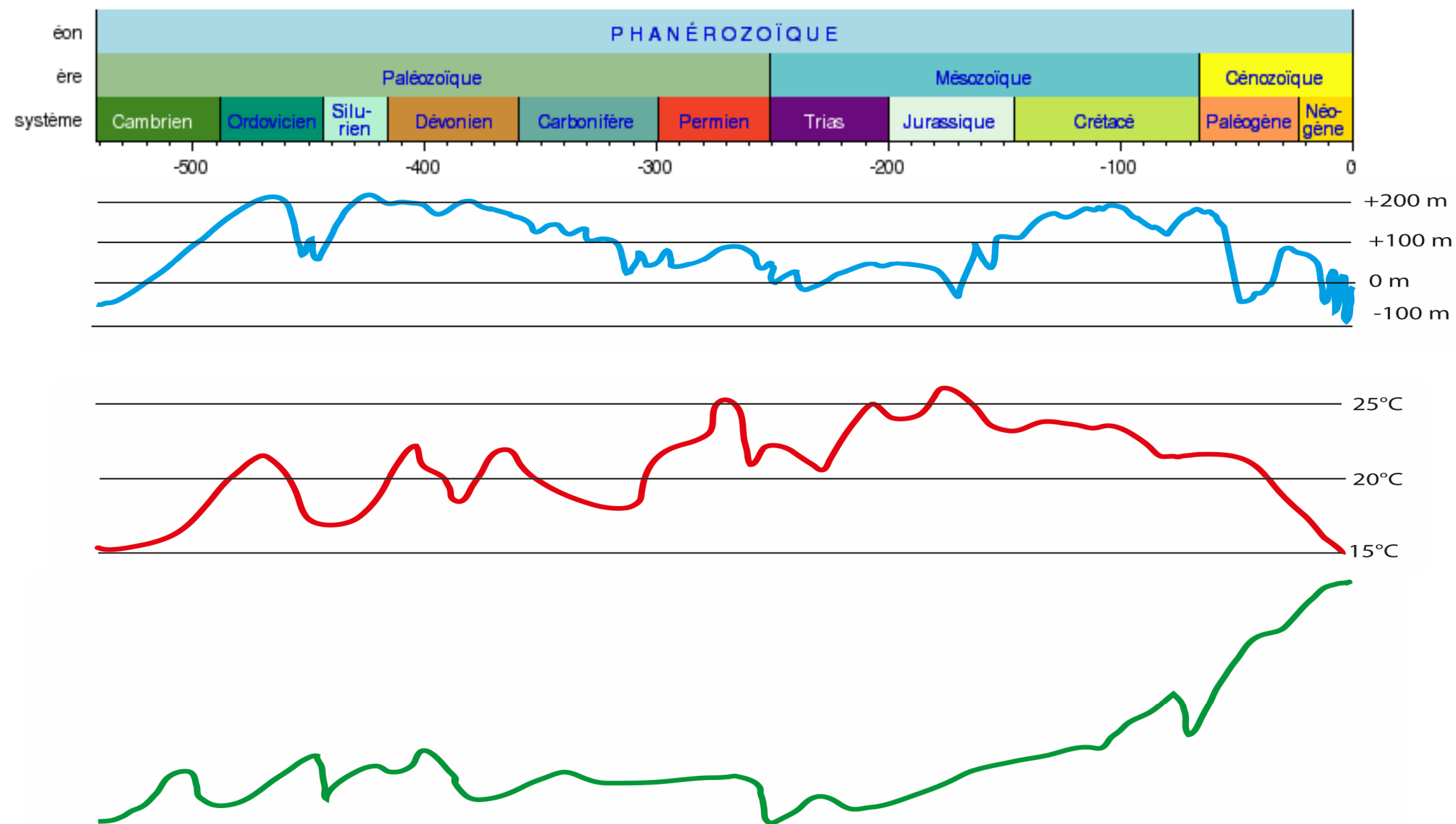
Très grande biodiversité principalement basée sur les unicellulaires microscopiques.



Crises

Très grande biodiversité principalement basée sur les unicellulaires microscopiques.

Très grande résistance de la Vie.



Dérive des continents



Actuel

Très grande biodiversité principalement basée sur les unicellulaires microscopiques.

Très grande résistance de la Vie.

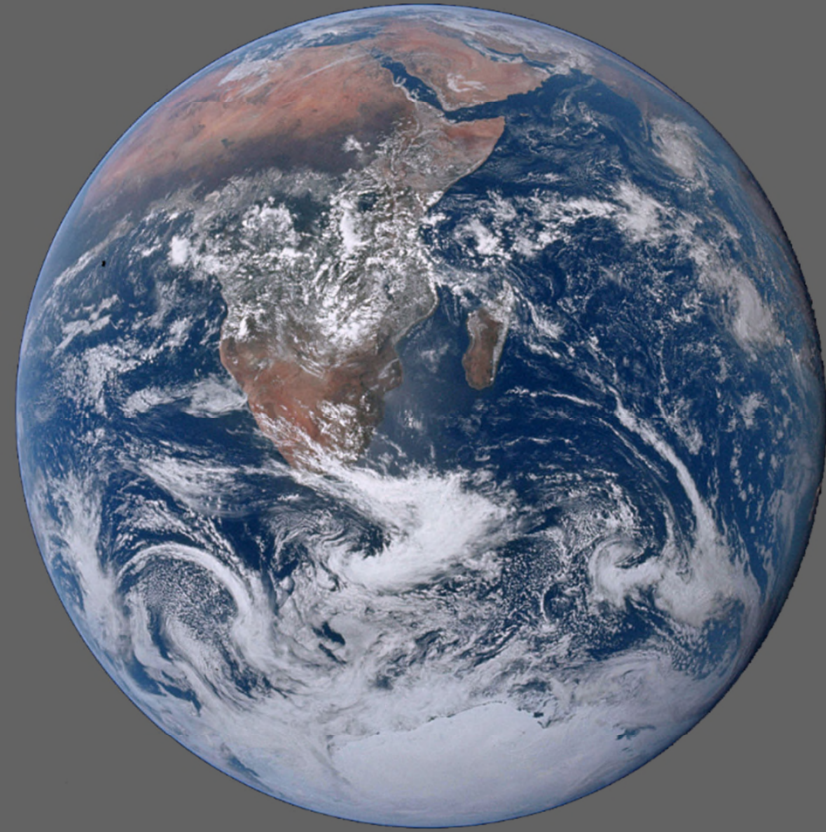
La Vie s'adapte constamment aux conditions changeantes.

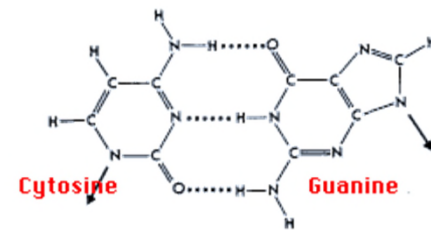
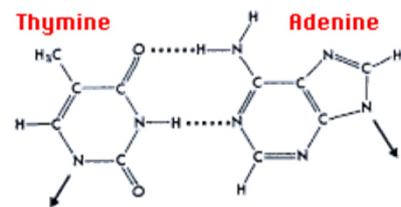
Très grande biodiversité principalement basée sur les unicellulaires microscopiques.

Très grande résistance de la Vie.

La Vie s'adapte constamment aux conditions changeantes.

CHON





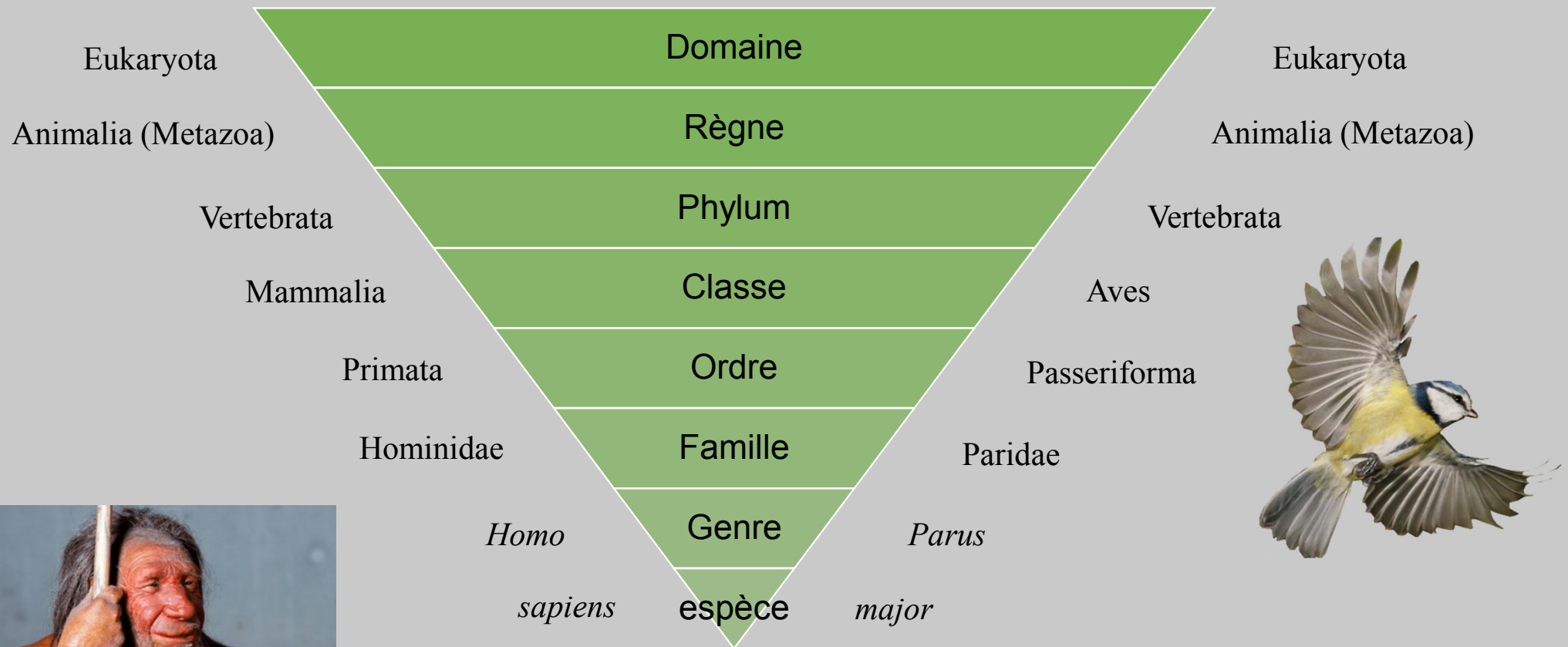


Tableau périodique des éléments

[illegible]

LUCA

Last Universal Common Ancestor