

PLAN de la partie 4

3. [Rôle des Cyanobactéries dans la fossilisation des traces de pas](#)
4. [Quelques cartes postales du Veillon à l'Hettangien et ... aujourd'hui !](#)

VII. [Les auteurs des ichnites du Veillon avaient-ils des plumes ?](#)

[Liens Sites Internet](#)

[Bibliographie](#)

[Documents](#)

3. Rôle des Cyanobactéries dans la fossilisation des traces de pas

[Retour au plan](#)

Classiquement, il est admis que les traces ou empreintes en creux, encore appelées « épireliefs concaves », ont été faites sur un sédiment émergé et suffisamment humide pour que la face inférieure de l'autopode ait été copiée plus ou moins fidèlement ([diapo 24](#)).

Mais des études récentes montrent le rôle essentiel joué par les Cyanobactéries entre le moment où l'empreinte a été réalisée et sa conservation finale après diagenèse.

La suite des événements est la suivante :

- un voile de Cyanobactéries se développe à la surface de l'empreinte lorsqu'elle est recouverte par une faible tranche d'eau à la condition cependant que l'énergie du milieu soit suffisamment faible,
- le voile de Cyanobactéries, de consistance mucilagineuse, présente alors une « certaine résistance mécanique » qui lui permet de « décalquer », d'épouser l'empreinte.

Si les eaux associées aux sédiments sont de plus riches en ions carbonates :

- une induration plus ou moins intense du mucilage du voile bactérien peut avoir lieu par précipitation de calcaire (diagenèse précoce). Ce mécanisme est bien connu ; il est à l'origine de la formation des surfaces durcies de type « hard-ground » ou, en domaine boueux, à celle des « sédiments algo-laminés » (= « algal-mats ») qui correspondent à la forme plane peu onduleuse des Stromatolithes.
- l'empreinte est alors véritablement « fixée », comme « vernissée ». Ainsi protégée, elle peut être alors recouverte par d'autres sédiments sans subir de dommages ; elle est fossilisée définitivement.

Remarque : Les « sédiments algo-laminés » sont largement répandus dans les marais salants naturels et artificiels, le schorre et la slikke sous les climats froids et tempérés, méditerranéens et tropicaux, dans les sebkhas et playas, les mangroves, autant d'environnements propices à la conservation d'empreintes puisque situés dans la zone de battement des marées ou soumis à des inondations saisonnières suivies de périodes sèches.

Dans quelques régions, en Ardèche notamment, il arrive que l'on remarque des « épireliefs convexes » parmi des « épireliefs concaves », en creux.

Au Veillon, c'est également le cas [\(diapo 25\)](#).

Comment expliquer que des traces, originellement faites en creux, se présentent ensuite en relief ?

Cette transformation des « épireliefs concaves » en convexes se réalise toujours actuellement.

Elle s'explique facilement par le jeu de la compaction différentielle du sédiment par l'autopode suivie de l'érosion éolienne autour de l'empreinte [\(diapo 26\)](#).

On peut supposer qu'il en était de même à l'Hettangien par application du Principe de l'Actualisme. Bien évidemment, le substrat était le sable !

4. Quelques cartes postales du Veillon à l'Hettangien et ... aujourd'hui !

[Retour au plan](#)

La plaine alluviale du Veillon à l'Hettangien

Dessin de G. Coppier



La végétation adaptée à un climat relativement sec est peu développée dans la zone estuarienne mais plutôt cantonnée en bordure.

Au centre, deux Théropodes Cératosauriens grands et lourds (*Dilophosaurus* ?) qui ont laissé *Eubrontes* sp.

Des troupes d'autres Cératosauriens Cœlurosauriens plus petits et plus agiles (*Coelophysid* ?) et qui ont laissé *Grallator* sp parcourent le rivage.

Les herbivores sont peu nombreux : deux Ornithopodes à ichnite *Talmontopus* sp (?) et un *Prosauropode*.

Au premier plan (au centre, en bas), un Cœlurosaurien de très petite taille à ichnite *Grallator olonensis* et à droite, un Crocodilien Protosuchien qui a laissé *Batrachopus* sp.

Aujourd'hui









VII. Les auteurs des ichnites du Veillon avaient-ils des plumes ?

[Retour au plan](#)

Dans la systématique phylogénétique, les Oiseaux (Aves) sont inclus, avec *Archeoptéryx*, dans le groupe des Avialae (ou Avialiens).

Ce sont des Dinosauriens Saurischiens Théropodes Cœlurosauriens Maniraptorien Paraves Avialiens.

La systématique phylogénétique exprime donc que les Oiseaux sont membres des Dinosaures.

Ils en représentent aujourd'hui un rameau survivant et on peut affirmer que les Dinosaures ont partiellement survécu à la crise Crétacé-Tertiaire à travers eux.

Tous les Dinosaures ne sont pas morts après la crise K-T. En revanche, beaucoup de groupes contenus au sein des Dinosaures se sont éteints à cette occasion.

Quel est l'innovation évolutive, l'apomorphie caractéristique du clade des Avialiens ?

Tous les représentants de ce clade ont acquis la capacité à utiliser leurs ailes pour voler. Ils possèdent tous sur leurs ailes des plumes modernes asymétriques.

Ces plumes ont été très bien conservées chez l'*Archeopteryx* ([diapo 20](#)) du calcaire de Solnhofen (Bavière) ou chez divers fossiles tels *Anchiornis*, *Aurornis* ou *Eosinopteryx* de la Formation de Tiaojishan de la province du Liaoning, en Chine, près de la frontière avec la Corée du Nord. Tous ces fossiles ont été datés du Jurassique supérieur, d'environ 160 Ma.

Mais il y a peu, on a également découvert des plumes chez des Dinosaures Saurischiens Théropodes ([diapo 21](#)) non-avaliens et même des structures filamenteuses semblables à des plumes sur des Dinosaures Ornithischiens ([diapo 22](#)), pourtant très éloignés des Oiseaux.

Rappel : Les Oiseaux sont des Saurischiens et non des Ornithischiens.

Toutes ces observations, si bien sûr elles sont confirmées, donnent à penser que l'ancêtre même de tous les Dinosaures portait déjà des plumes !

De plus, le « duvet » des Ptérosaures ([diapo 23](#)) suggère des protoplumes. En conséquence, cette apomorphie a pu apparaître chez un ancêtre commun à tous les Dinosaures et Ptérosaures, par conséquent chez un Ornithodire. Et les Ornithodiriens sont apparus au Trias.

Il n'est donc pas exclu que les Saurischiens Théropodes du Veillon, auteurs des ichnites *Grallator* et *Eubrontes*, c'est-à-dire *Cœlophysis*, *Liliensternus* et *Dilophosaurus* aient possédé des plumes sur une partie de leur corps.

Pourtant, ils ne volaient pas ! Leur squelette ne le permettait pas. Ils ne possédaient pas de bréchet et ils étaient bien trop lourds !

Quel pouvait être alors le rôle de ces plumes ?

Antérieures au développement du vol, elle ont pu les aider à maintenir leur température corporelle ce qui pourrait être l'indice qu'ils avaient le sang chaud.

Il est également possible que les plumes soient apparues en liaison avec des fonctions de camouflage ou de parades sexuelles.

D'un point de vue évolutif, l'utilisation des plumes pour le vol chez les Oiseaux modernes semble donc bien être une **exaptation, c'est-à-dire la réutilisation d'une évolution première pour un usage second.**

Pour en savoir plus sur les plumes !

Liens sur l'origine phylogénétique des plumes

1. <http://planet-terre.ens-lyon.fr/article/plumes-dinosaures-oiseaux.xml>
2. http://ssaft.com/Blog/dotclear/index.php?post/2009/05/19/Les-dinosaures-agrave;-plumes:-ce-qu-en-disent-les-moleacute;cules&post_id=223&vote=no&mode=url
3. <http://www.cafe-sciences.org/billets/tag/plumes/>

Lien sur la structure de la plume

1. <http://ssaft.com/Blog/dotclear/index.php?post/2009/05/11/Les-dinosaures-agrave%3B-plumes-%3A-Le-modegrave%3Ble>



Hendrik Vreken

Photos de la collection G. Bessonnat : Jean Chauvet

Liens Sites Internet

1. <http://www.snv.jussieu.fr/vie/dossiers/evolution/classification/index.htm>
2. <http://palaeo.gly.bris.ac.uk/Palaeofiles/Fossilgroups/Dinosauria/index.html>
3. <http://www.geol.umd.edu/~tholtz/G104/104Syl.html>
4. <http://www.dinosaure.wikibis.com/dinosaure.php>
5. <http://paleodico.wifeo.com/qu-est-ce-qu-un-dinosaure-.php>
6. <http://www.s-g-n.eg2.fr/Page%20Dinosaures%20de%20France%20Eric%20Buffetaut.html#>
7. <http://palaeos.com/vertebrates/sauropodomorpha/titanosauridae.html#Titanosaurus>
8. <http://web.archive.org/web/20091027064247/http://www.geocities.com/stegob/eubrantesconnecticut.html>
9. <http://www.stratigraphy.org/ICSchart/ChronostratChart2015-01.jpg>
10. <http://cpgeosystems.com/europaleogeography.html>

Deux excellents livres

- « Fossiles de la Préhistoire charentaise » de D. Néraudeau - R. Vullo et Mazan - Editions Le Croît vif – 2013
- « Dinosaures et autres reptiles du Languedoc » de J-C. Bousquet et M. Vianey-Liaud - Les Presses du Languedoc - 2001

[Retour au plan](#)

Bibliographie

1. « L'origine dinosaurienne des Oiseaux » par R. ALLAIN
2. « Les traces de pas d'Amphibiens, de Dinosaures et autres reptiles du Mésozoïque français : inventaire et interprétations » par G. GAND, G. DEMATHIEU et C. MONTENAT
3. « Les traces de pas de Dinosaures et autres archosaures du Lias inférieur des Grands Causses, Sud de la France » par G. DEMATHIEU, G. GAND, J. SCIAU et P. FREYTET
4. « Tetrapode postural shift estimated from Permian and Triassic trackways » par T. KUBO et M.J. BENTON - *Palaeontology*, Vol. 52, Part 5, 2009, pp. 1029-1037
5. « L'ichnofaune reptilienne hettangienne du Veillon (Vendée, France) » par C. MONTENAT et G. BESSONNAT - *Les Naturalistes vendéens*, N° 3, 2003, pp. 41-45
6. « Les sites à traces de pas de vertébrés du Trias à l'Hettangien - Contenu et interprétation » par G. DEMATHIEU et G. GAND - *Les Naturalistes vendéens*, N° 3, 2003, pp. 47-53
7. « Signification des aires à empreintes de pas de vertébrés des Grands Causses (Biologie et Physiologie) » par G. DEMATHIEU et G. GAND - *Les Naturalistes vendéens*, N° 3, 2003, pp. 55-58
8. « Comparaison des ichnopopulations des Grands Causses (Sud de la France) et du Veillon (Vendée) par G. DEMATHIEU - *Les Naturalistes vendéens*, N° 3, 2003, pp. 59-60
9. « Les plantes fossiles du gisement hettangien de Talmont-Saint-Hilaire (Vendée, France) par F. THEVENARD, S. DESCHAMPS, G. GUIGNARD et B. GOMEZ - *Les Naturalistes vendéens*, N° 3, 2003, pp. 69-87
10. « Les Reptiles et Synapsides fossiles de Bourgogne » par G. GAND, R. BOURILLOT, B. BRIGAUD, J-S. STEYER et J-B. PEYROUSE - *Rev. sci. Bourgogne-Nature - Hors-série 12-2012*, pp. 33-97
11. « La palichnofaune de Vertébrés tétrapodes du Permien supérieur du Bassin de Lodève (Languedoc – France) par G. GAND, J. GARRIC, G. DEMATHIEU et P. ELLENBERGER - *Palaeovertebrata*, Montpellier, 29 (1): 1~82, 27 fig., 16 tabl., 8 pl. (2000)
12. « Deux nouveaux sites à traces de pas dinosauroïdes dans la Formation Dolomitique de l'Hettangien de Lozère, Languedoc-Roussillon, France » par J-D. MOREAU, V. TRINCAL, G. GAND, D. NÉRAUDEAU, G. BESSIÈRE, B. BOUREL
13. « Dinosaures de France » par R. Allain et X. PEREDA SUBERBIOLA – *C.R. Palevol* 2 (2003) - pp. 27-44

[Retour au plan](#)

Documents

[Retour au plan](#)

Archeopteryx



Cliquer sur la photo ci-contre



Archeopteryx signifie « Aile antique ».) est un genre de disparu.

Ce Dinosaur à plumes ou Dinosaur-Oiseau, d'une longueur inférieure à 60 cm, a vécu en Bavière à la fin du Jurassique, il y a 156 à 150 Ma, dans un environnement alors insulaire.

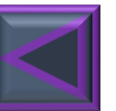
Les découvertes des différents spécimens d'*Archéoptéryx* ont largement contribué à la construction de la théorie la plus courante de l'histoire évolutive des Oiseaux, à savoir que les Oiseaux descendent des Dinosaures Théropodes.

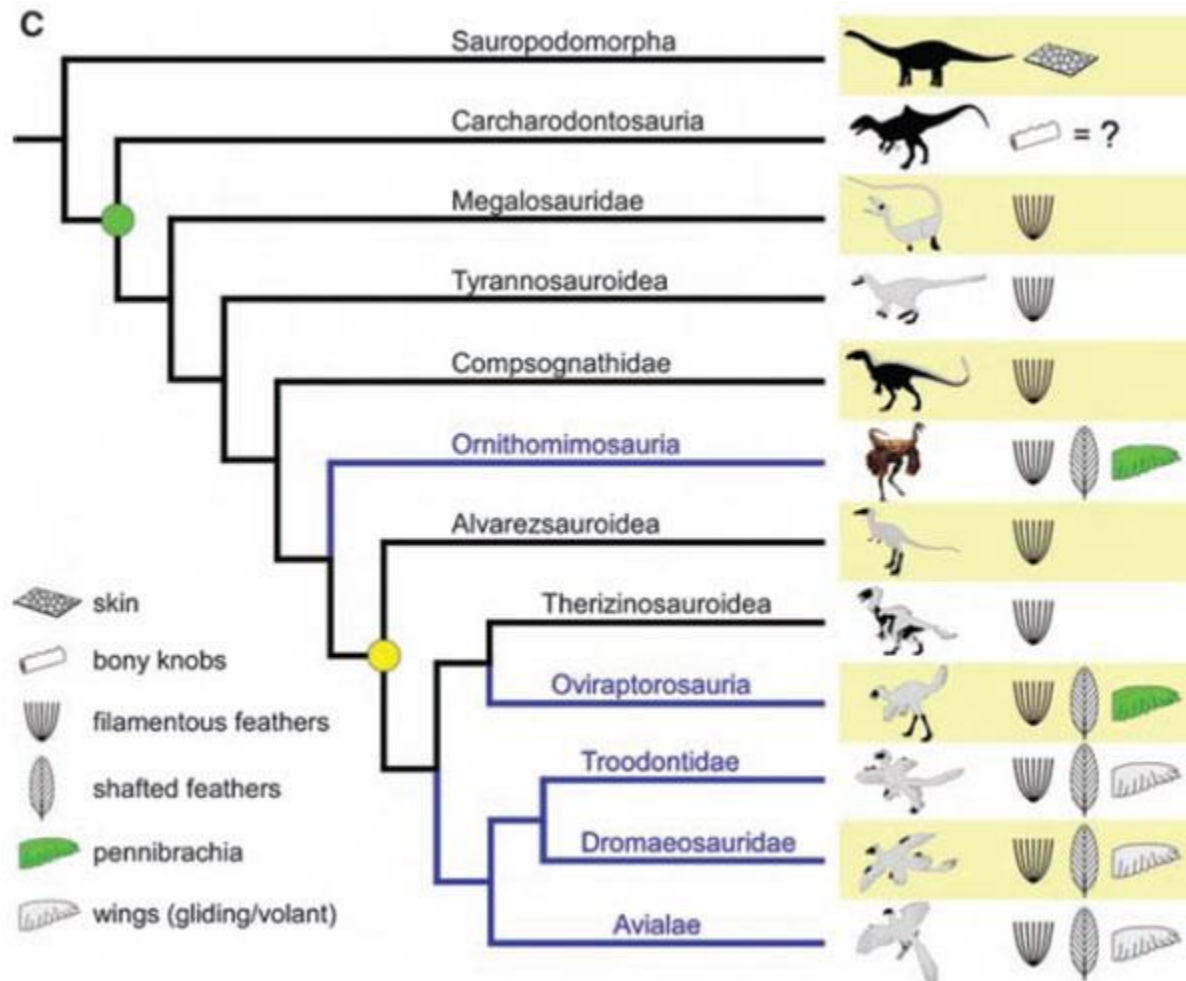
Hormis les proportions des ailes très similaires à celles des Oiseaux modernes, les squelettes d'*Archéoptéryx* ressemblent en effet de façon étonnante à ceux de petits Dinosaures bipèdes comme le Coelurosaurien *Compsognathus*, et la plupart des paléontologues pensent ainsi qu'ils dériveraient de ce type de Dinosaur Théropode, tout comme les Dromaeosauridés, les célèbres Dinosaures à griffes. La ressemblance de leurs squelettes est telle que le « premier » spécimen d'*Archeopteryx* découvert en Allemagne fut confondu avec celui de *Compsognathus* jusqu'à ce que l'on remarque ultérieurement l'empreinte des plumes.

Archeoptéryx possède à la fois des caractéristiques de Dinosaure archaïques et d'Oiseaux actuels.

De la taille d'un pigeon

A vécu au Jurassique supérieur en Europe et au Crétacé inférieur en Chine



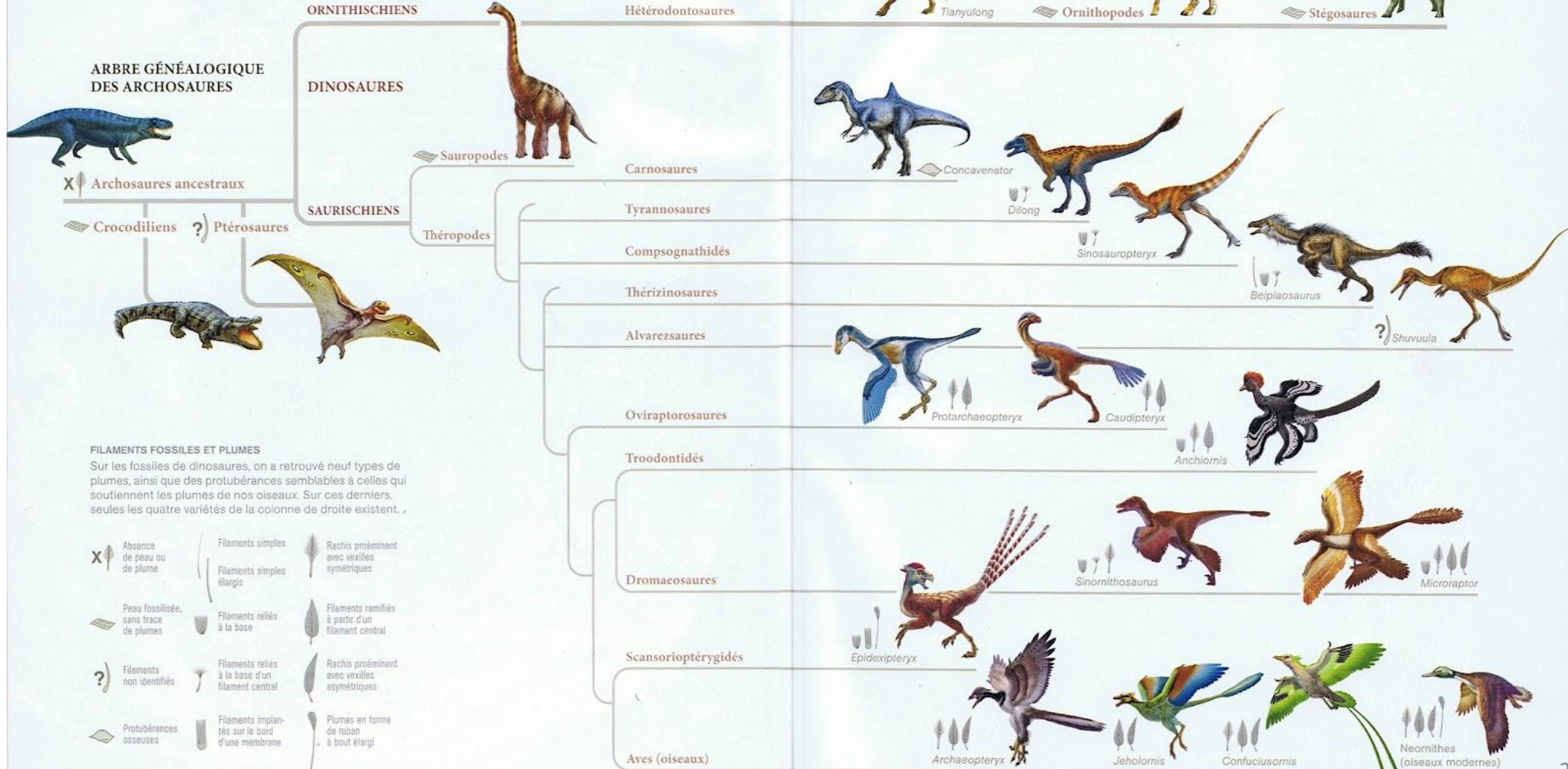


Phylogénie simplifiée des Dinosaures Saurischiens

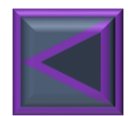
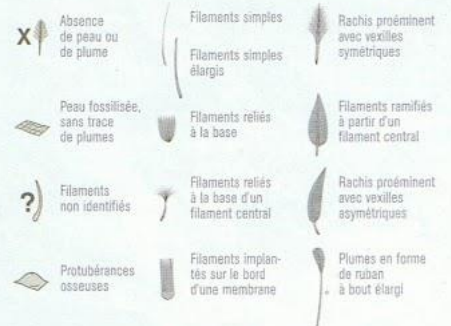


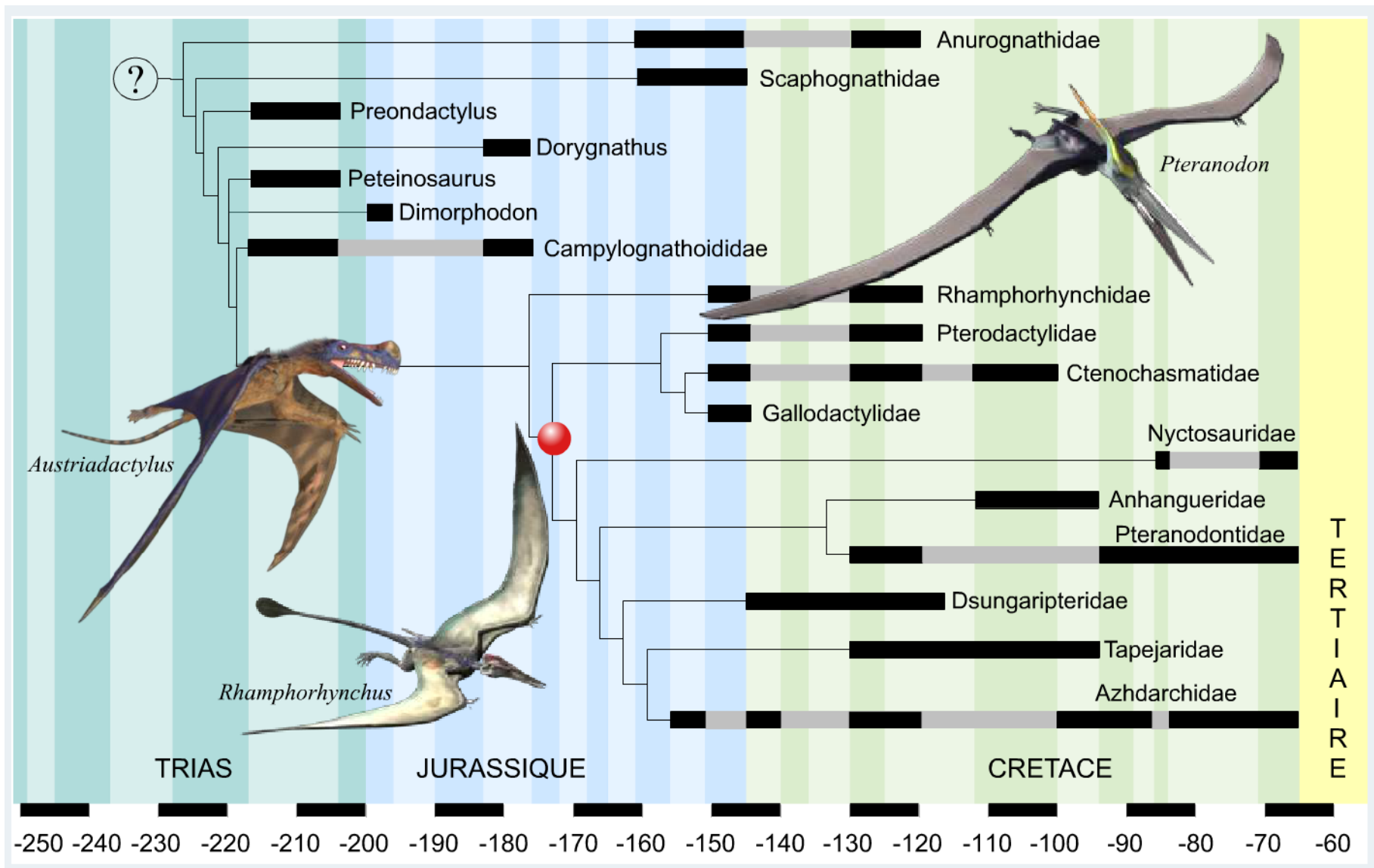
TELLES PLUMES TELLES BÊTES

Jusqu'à il y a peu, on n'avait trouvé des plumes que sur les dinosaures théropodes, proches des oiseaux. La découverte de structures filamenteuses semblables à des plumes sur les ornithischiens (dinosaures à bec très éloignés des oiseaux) donne à penser que l'ancêtre de tous les dinosaures portait déjà des plumes. En outre, le « duvet » des ptérosaures suggère que des protoplumes ont pu apparaître à une période plus reculée, chez l'ancêtre commun aux ptérosaures et aux dinosaures.



FILAMENTS FOSSILES ET PLUMES
 Sur les fossiles de dinosaures, on a retrouvé neuf types de plumes, ainsi que des protubérances semblables à celles qui soutiennent les plumes de nos oiseaux. Sur ces derniers, seules les quatre variétés de la colonne de droite existent.

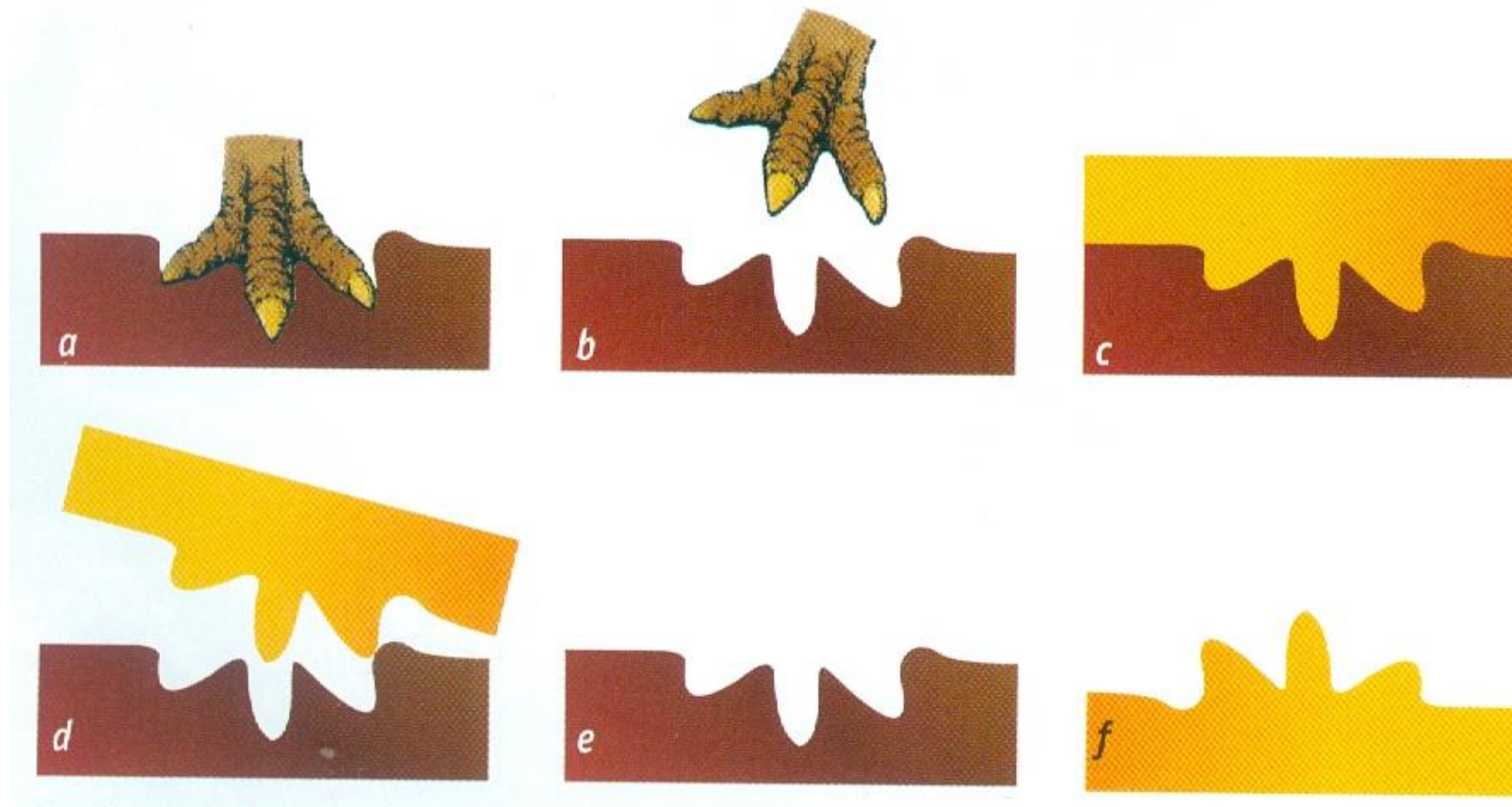




Arbre phylogénétique des Ptérosaures



Un modèle de la formation et de la préservation des empreintes de Dinosaures



Le pied d'un Dinosaur s'enfonce dans le substrat meuble (a) et se retire (b), laissant son empreinte en creux (ou « épirelief concave »). Celle-ci est remplie par l'accumulation de sédiments. Après la diagenèse, c'est-à-dire la transformation du sédiment en roche, la couche supérieure est enlevée (d) par l'érosion ou le paléontologue (!), révélant l'empreinte originale, concave. Son remplissage (f), convexe, est nommé contre-empreinte (ou « épirelief convexe »).



D'après Dossier « Pour la Science » : « Le monde des Dinosaures » - Juillet-Septembre 2005

**Photo Fabrice Redois
Université d'Angers**



Il s'agit de la piste d'un quadrupède, Loup ou Coyote, laissée dans la neige ; on distingue très bien la marque des griffes sur les premières empreintes. Ces dernières se retrouvent surélevées au-dessus du sol neigeux tout simplement par **une double action** : la compression, d'abord, exercée par les pattes de l'animal qui ont tassé la neige ; puis l'érosion, en l'occurrence celle du vent qui a chassé la poudreuse fraîche, légère, tout autour des traces, mettant peu à peu en relief la neige compacte, comprimée par le poids de la bête et qui a gardé la forme de ses pattes.

<http://www.voilesetvoiliers.com/les-photos-et-les-diaporamas/sacres-phenomenes-241-a-pas-de-loup/deliaPreview=1/>

