

Document à destination des enseignants de cycle 3 et de cycle 4



AUTOUR DES DINOSAURES

UN VOYAGE DU JURASSIQUE AU CRÉTACÉ

EXPOSITION DU 29 SEPTEMBRE 2015 AU 16 AOÛT 2016 • palais-decouverte.fr
M FRANKLIN ROOSEVELT M CHAMPS-ÉLYSÉES CLEMENCEAU #DINOSAURES

Exposition produite par le



Département éducation – formation
Avenue Franklin Roosevelt
75008 Paris
www.palais-decouverte.fr

2015

Sommaire

I	Liens avec les programmes scolaires	3
II	L'exposition <i>Autour des dinosaures</i>	
II.1	Situation et plan de l'exposition	4
II.2	Un mot sur les échelles de temps géologiques	6
II.3	Généralités sur les dinosaures	8
II.4	Présentation générale de l'exposition	16
II.5	Le parcours de l'exposition	16
II.5.1	Biodiversité sous-marine au Jurassique	16
II.5.2	Animaux et végétaux terrestres du Jurassique	18
II.5.3	Animaux et végétaux du Crétacé	23
II.5.4	Dans la peau d'un paléontologue	27
II.5.5	Images des temps lointains	27
III	Ressources	
III.1	Au Palais de la découverte	28
III.1.1	Dans l'exposition	28
III.1.2	Ailleurs dans le Palais de la découverte	28
III.1.3	Inter-musées	29
III.2	Livres	30
III.3	DVD documentaires	31
III.4	DVD fictions	31
III.5	Présentation de la webTV	31
IV	Informations pratiques	32

I Liens avec les programmes scolaires

Cycle 3 CM1, CM2 et 6^e



Mathématiques

Dénombrer, ordonner, étendre les règles de la numération au domaine des grands nombres.
Enrichir les notions de durées et de repérage dans le temps.

Histoire et géographie

Localiser et caractériser un fait.
Situer un fait dans une époque ou une période donnée.
Ordonner des faits les uns par rapport aux autres.

Sciences expérimentales et technologiques

Comprendre le monde réel, le ciel, la Terre, les roches, l'érosion.
Comprendre la diversité, l'unité, l'évolution et le fonctionnement du vivant, les êtres vivants dans leur environnement, le rôle de l'Homme, les changements liés, etc.
Développer une approche sensible de la nature pour les générations futures (notion de développement durable).
Les fonctions de nutrition.

Cycle 4 5^e, 4^e et 3^e



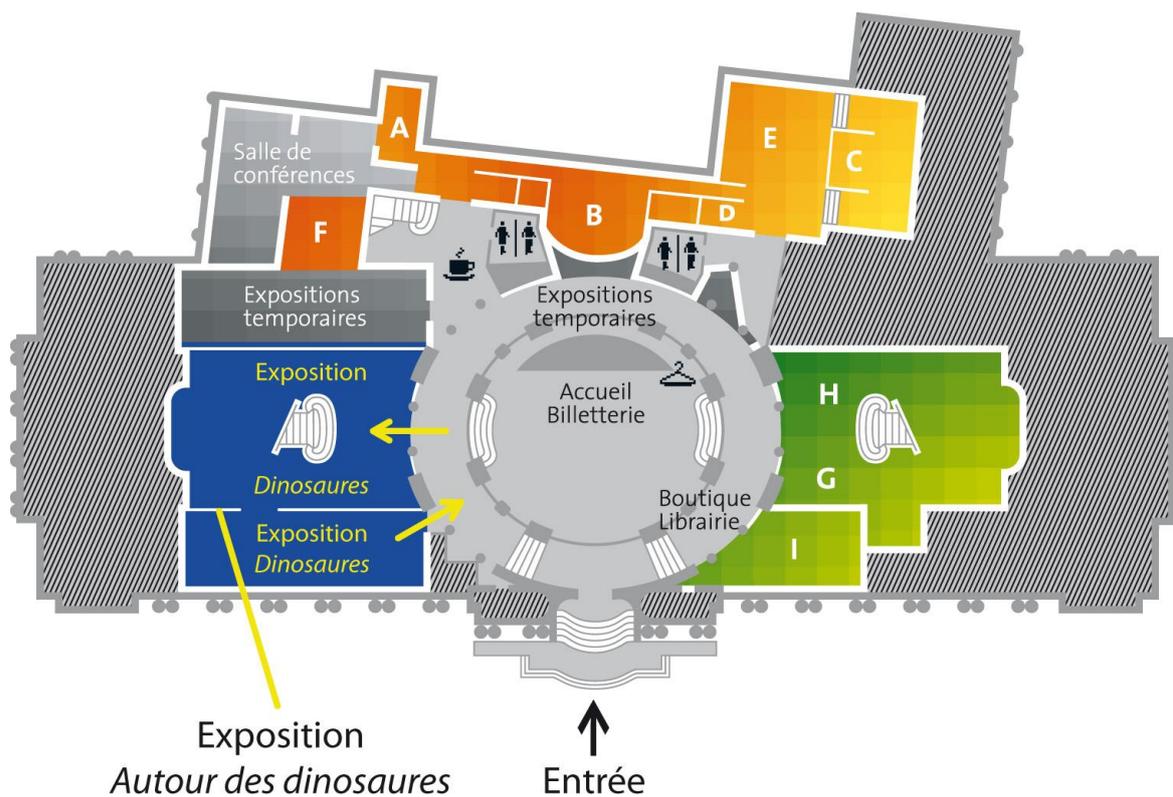
Sciences de la vie et de la Terre

Relier l'étude des relations de parenté entre les êtres vivants, et l'évolution.
Relier, comme des processus dynamiques, la diversité génétique et la biodiversité.
Mettre en évidence des faits d'évolution et donner des arguments en faveur de quelques mécanismes de l'évolution.
Se constituer des repères pour se situer dans le temps, dans l'espace.
Voir, comprendre et décrire le monde du vivant, la Terre, l'environnement (géologie et évolution des paysages ; occupation et disparition des milieux de vie, fossilisation).
Se constituer des repères de comparaison avec l'environnement actuel (paléoenvironnement / paléobiologie).
Réfléchir autour de la science et des progrès scientifiques (évolution / remise en question des pré-acquis / notion de classification).
Réfléchir sur le rôle de l'Homme et l'avenir des générations futures (notion de développement durable)

II L'exposition *Autour des dinosaures*

II.1 Situation et plan de l'exposition

L'exposition se situe au niveau 0 du Palais de la découverte, dont voici le plan.



Le plan de l'exposition se trouve en page suivante.





Plan de l'exposition *Autour des dinosaures*

II.2 Un mot sur les échelles de temps géologiques

On a l'habitude de diviser l'histoire de la Terre en intervalles de temps définis selon des critères paléontologiques et géodynamiques. Les limites entre ces intervalles sont souvent le témoin de grandes crises biologiques.

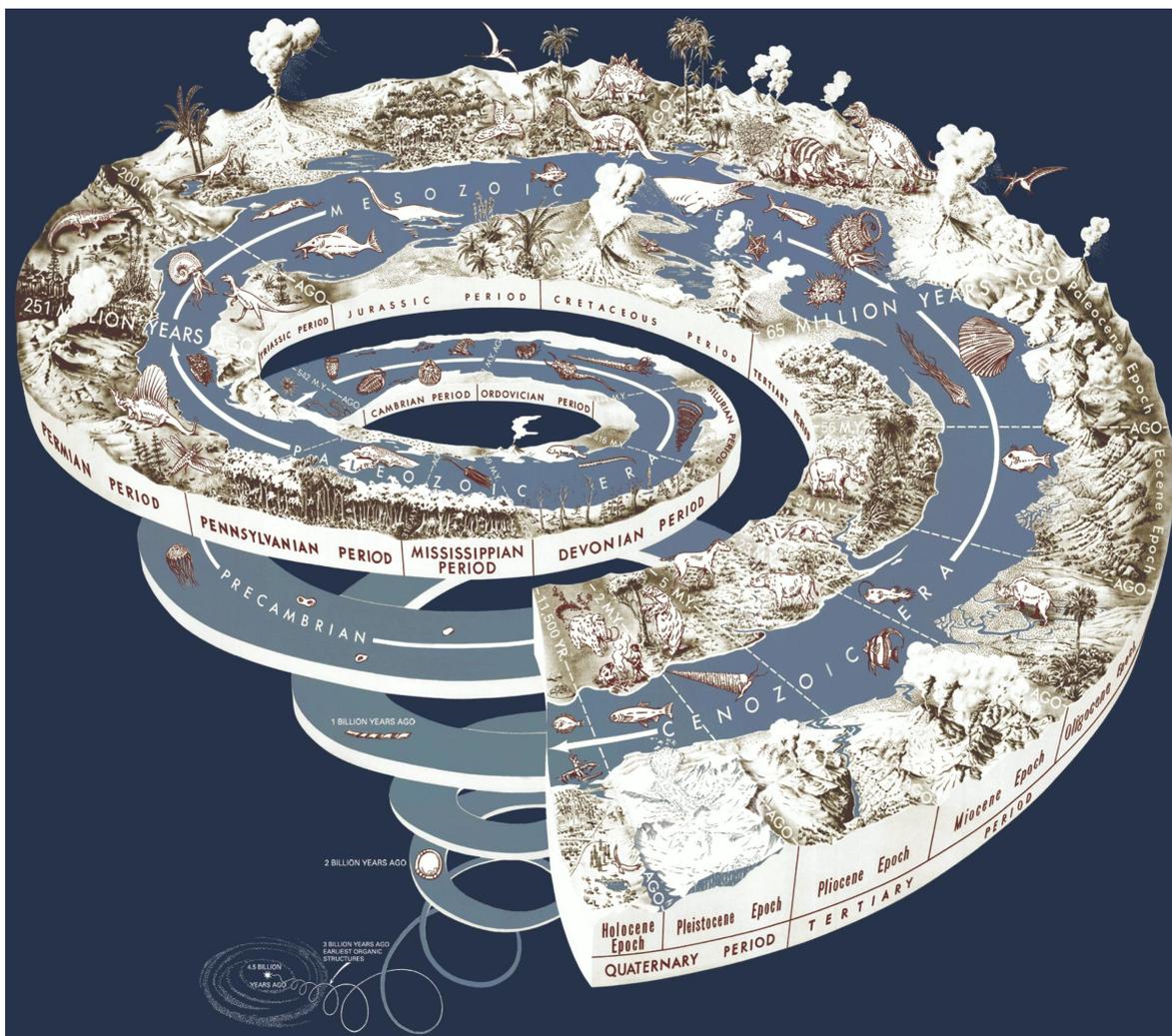


Diagramme de l'échelle des temps géologiques. *The Geological Time Spiral – A Path to the Past*.
Crédit : Joseph Graham, William Newman, John Stacy, United States Geological Survey, 2008.

La plus grande subdivision est l'**éon**. Quatre éons découpent l'histoire de la Terre. Les voici, du plus ancien au plus récent :

- l'**Hadéen** (de - 4,568 à - 4 milliards d'années), marqué par la formation de notre planète et d'une proto-croûte continentale ;
- l'**Archéen** (de - 4 à - 2,5 milliards d'années), qui débute avec l'apparition supposée de la vie. Sa borne inférieure fluctue en fonction des découvertes ;
- le **Protérozoïque** (de - 2,5 à - 0,541 milliards d'années), qui commence lorsque les gisements de fer rubanné se développent grâce l'oxygène rejeté par les cyanobactéries. Il est caractérisé par l'oxygénation de l'atmosphère, des épisodes de glaciation sévère et par une accélération de l'évolution des organismes à corps mou durant les dernières dizaines de millions d'années ;
- le **Phanérozoïque** (de - 0,541 milliards d'années à aujourd'hui), dont le début est marqué notamment par l'apparition des premiers trilobites, des arthropodes marins.

On regroupe parfois les trois premiers éons au sein d'un superéon appelé **Précambrien**.

Intéressons-nous au dernier éon, le **Phanérozoïque**. Il se divise en trois **ères** :

- o le **Paléozoïque** (- 541 à - 252 millions d'années), anciennement Ère Primaire ;
- o le **Mésozoïque** (- 252 à - 66 millions d'années), anciennement Ère Secondaire ;
- o le **Cénozoïque** (- 66 millions d'années à aujourd'hui), anciennement Ère Tertiaire et Quaternaire.

Poursuivons notre zoom sur l'ère durant laquelle vécurent les dinosaures, le **Mésozoïque**. Il se divise en trois **périodes** :

- le **Trias** (- 252 à - 201 millions d'années) ;
- le **Jurassique** (- 201 à - 145 millions d'années) ;
- le **Crétacé** (- 145 à - 66 millions d'années).

L'exposition *Autour des dinosaures* traite plus spécifiquement des périodes **Jurassique** et **Crétacé**.

La période **Jurassique** se subdivise en trois **époques** :

- le **Jurassique inférieur** (- 201 à - 174 millions d'années) ;
- le **Jurassique moyen** (- 174 à - 163,5 millions d'années) ;
- le **Jurassique supérieur** (- 163,5 à - 145 millions d'années).

Le système **Crétacé**, lui, se subdivise en deux **époques** :

- le **Crétacé inférieur** (- 145 à - 100,5 millions d'années) ;
- le **Crétacé supérieur** (- 100,5 à - 66 millions d'années).

Chaque époque se divise ensuite en plusieurs **étages**, mais nous n'avons pas besoin d'aller à ce niveau de précision.

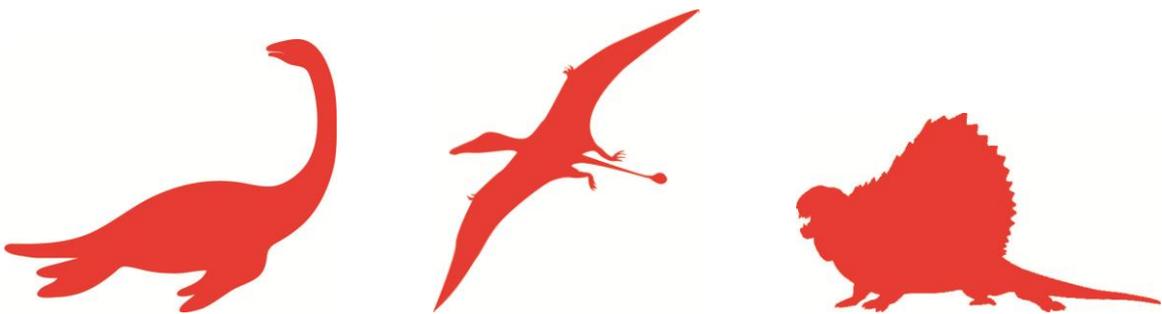
II.3 Généralités sur les dinosaures

Le terme *dinosaure* est forgé à partir de deux mots du grec ancien : δεινός (deinós, terrible) et σαῦρος (saûros, lézard). Ce nom est toutefois quelque peu trompeur car les dinosaures ne sont pas des lézards ; **ils représentent un clade distinct de reptiles apparus au cours de la période Trias il y a 230 millions d'années**. Rappelons qu'un clade est un groupe d'organismes vivants ou ayant vécu comprenant un organisme particulier et la totalité de ses descendants.

Les dinosaures ont dominé les terres du début du Jurassique, il y a 200 millions d'années, jusqu'à leur extinction presque totale à la fin du Crétacé, il y a 66 millions d'années, lors de l'événement Crétacé-Paléogène. Les fossiles indiquent que les oiseaux, ayant évolué à partir de certains dinosaures du Jurassique, ont survécu à cet événement et ont donné naissance aux oiseaux modernes.



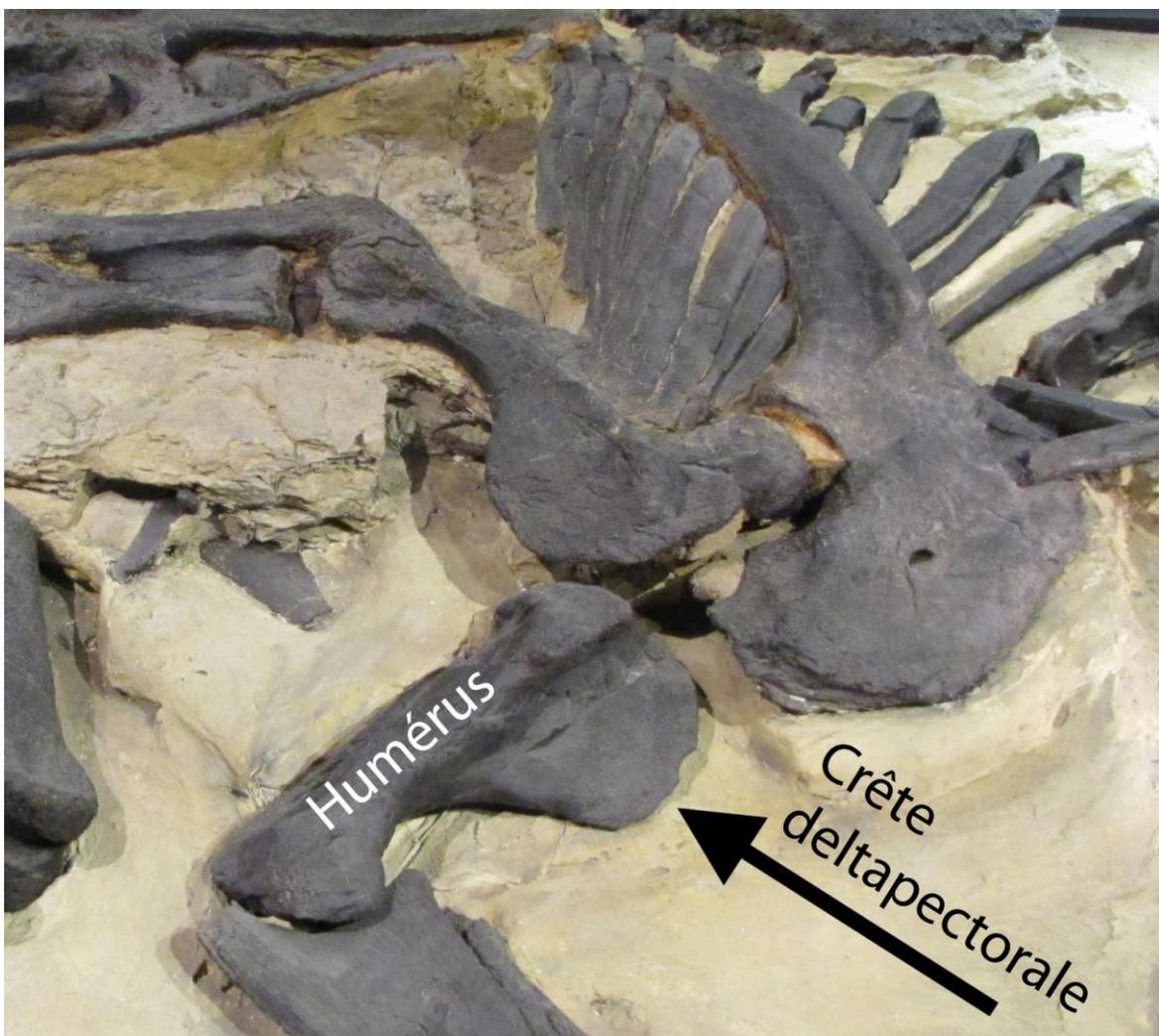
Les reptiles marins (plésiosaures, pliosaures, mosasaures, ichthyosaures...), les reptiles volants regroupés dans l'ordre des ptérosaures (dimorphodons, rhamphorhynchus, ptérodactyles, ptéranodons...), les thérapside (anciennement reptiles mammaliens comme les dimétradons, les édaphosaures, les cynognathus...) sont souvent perçus comme des dinosaures par le grand public mais en toute rigueur, ils n'en font pas partie.



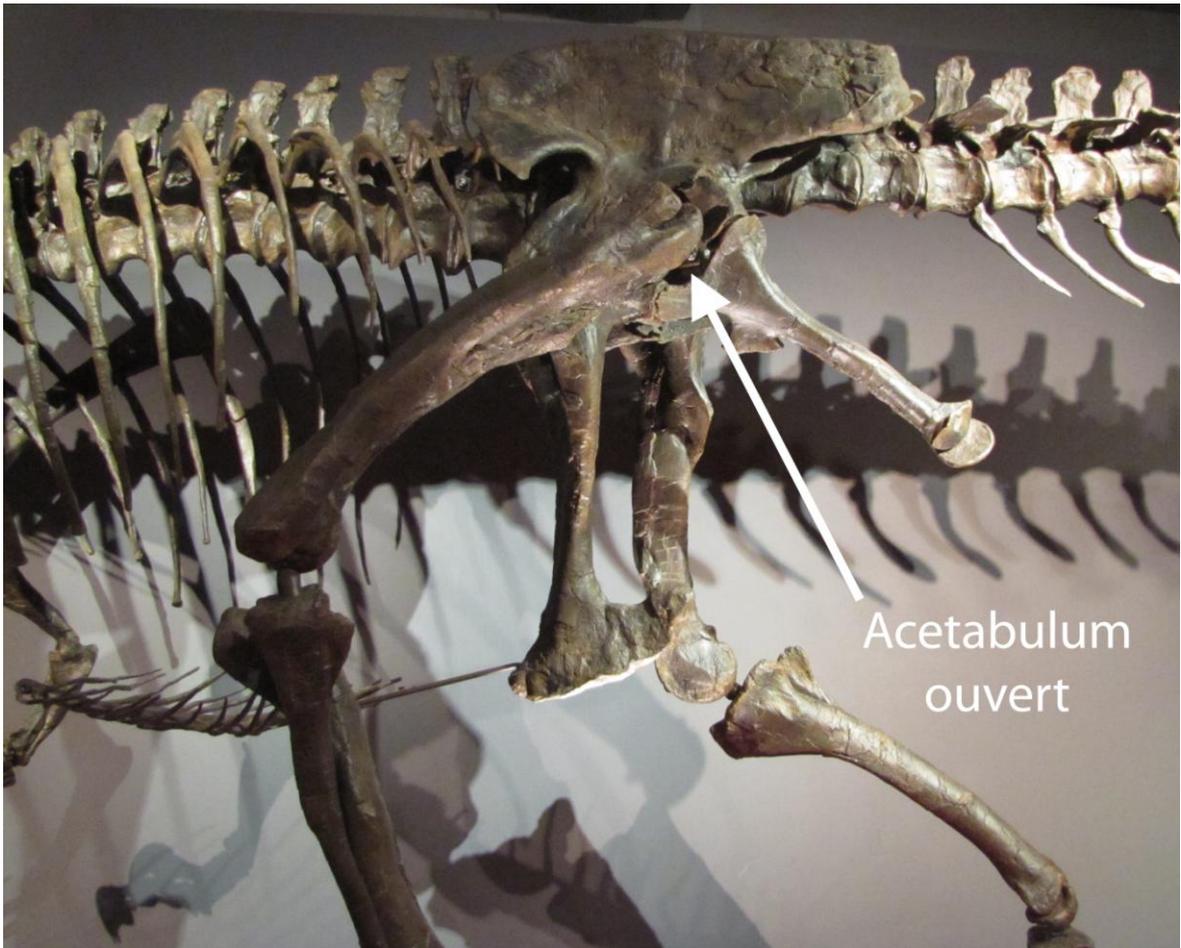
Ce ne sont pas dinosaures !

Définir ce qu'est un dinosaure n'est pas chose aisée. Les scientifiques modernes font appel à la génétique et décrivent les dinosaures comme l'ensemble des descendants d'un ancêtre commun, descendants incluant, pour ratisser au plus large, les espèces *Triceratops horridus* (une espèce de Tricératops, un dinosaure à collerette osseuse exhibant une corne sur le museau et une paire de grandes cornes au-dessus des yeux) et *Passer domesticus* (le... moineau domestique). Il existe des variantes de cette définition dite phylogénétique.

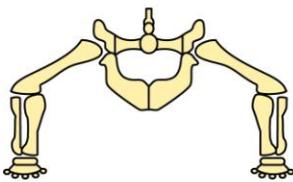
En 1842, au moment où le paléontologue Richard Owen (1804 – 1892) invente le mot *dinosaure*, la théorie de l'évolution n'était pas encore acceptée. C'est un ensemble de critères anatomiques qui permet alors d'affirmer qu'un animal est ou n'est pas un dinosaure : sa posture est-elle érigée ? Possède-t-il une crête deltapectorale allongée au niveau de l'humérus ? Présente-t-il un acetabulum (cavité osseuse où s'insère et s'articule la tête du fémur) ouvert au niveau du bassin ? Etc.



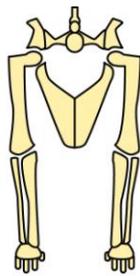
Crête deltapectorale au niveau de l'humérus d'un spécimen d'*Hesperosaurus mjsi*.
Crédit : Christophe Hendrickx, Musée des dinosaures Aathal, Oberland zurichois, Suisse, 2011.



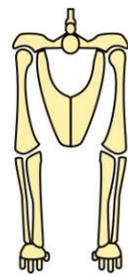
Bassin d'allosaure montrant un acetabulum ouvert, ou perforé.
 Crédit : Christophe Hendrickx, Musée des dinosaures Aathal, Oberland zurichois, Suisse, 2011.



semi-érigée
 (crocodiles)



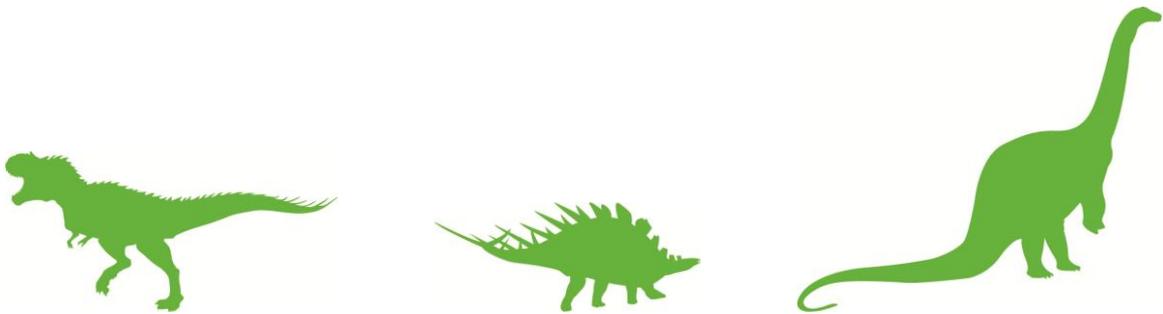
érigée en contrefort
 (dinosaures, mammifères)



érigée en pilier
 (rauisuchiens)

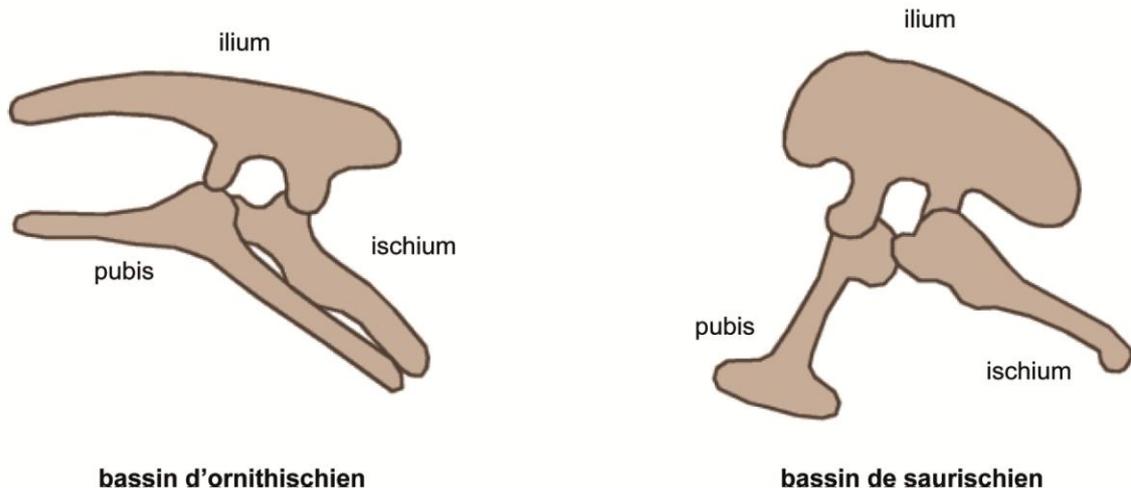
Posture semi-érigée chez les crocodiliens, érigée en contrefort chez les dinosaures et les mammifères et érigée en pilier chez les rauisuchiens (ordre fossile de reptiles proches des crocodiles actuels, qui proliféra au Trias).

Il existe bien d'autres critères auxquels doit répondre un fossile pour prétendre au titre de fossile de dinosaure. Tous ne sont pas faciles à saisir par un public ne maniant pas les subtilités de l'anatomie comparative. Disons simplement qu'au Mésozoïque, un animal d'origine reptilienne qui se différenciait des autres reptiles par une posture « érigée en contrefort » était bien souvent un dinosaure. Dans le cas des animaux volants, la situation est un peu plus complexe. Certes, nous venons de voir que les ptérosaures n'étaient pas des dinosaures. Sachez cependant qu'il existait des dinosaures bel et bien adaptés au vol battu comme l'archéoptéryx... quoique cette question fasse toujours débat.



Voilà des dinosaures !

On regroupe les dinosaures en deux grands ordres selon la morphologie de leur bassin : les **ornithischiens** (à bassin d'oiseau) et les **saurischiens** (à bassin de reptile).



Les **ornithischiens** se divisent en trois sous-ordres, ne comprenant que des herbivores :

- les **ornithopodes**, bipèdes ou bipèdes-quadrupèdes. Ce groupe contient, entre autres, les hadrosaures, des dinosaures « à bec de canard » et les iguanodons, aux pouces en éperon ;
- les **marginocéphales**, qui incluent des dinosaures à collerette – les cératopsiens comme le tricératops et le styracosaure, à et dôme osseux sur le haut de la tête – comme le pachycéphalosaure ;
- les **thyréophores**, quadrupèdes, qui comprennent des dinosaures au dos et à la queue cuirassés par des plaques osseuses, des piques ou des éperons. Les ankylosaures et les stégosaures en sont de bons exemples.



Main d'un iguanodon (ornithischien ornithopode) exposée au *Natural History Museum* (Musée d'histoire naturelle de Londres). Époque : Crétacé inférieur. Crédit : Ballista.



Squelette de tricératops (ornithischien marginocéphale) exposé au musée national d'histoire naturelle de Washington, D. C., administré par la *Smithsonian Institution*. Époque : Crétacé supérieur. Crédit : Quadell.



Squelette d'un spécimen de *Stegosaurus unguulatus* (ornithischien thyréophore) exposé au Carnegie Museum of Natural History de Pittsburgh en Pennsylvanie. Époque : Jurassique supérieur. Crédit : Perry Quan.

Les **saurischiens**, eux, se répartissent en deux sous-ordres bien distincts :

- les **théropodes**, qui contiennent des dinosaures bipèdes, tous les dinosaures carnivores et piscivores ainsi que les dinosaures à plumes et les oiseaux. Les plus célèbres sont l'allosaure, le tyrannosaure, le spinosaure, le vélociraptor et l'archéoptéryx ;
- les **sauropodomorphes**, qui incluent des mangeurs de plantes bipèdes et quadrupèdes de grande taille munis d'une petite tête, d'un long cou et d'une longue queue. Parmi eux, on compte le platéosaure, l'aposaure, le diplodocus, le brachiosaure et le camarasaure.



Sue est le nom donné à ce *Tyrannosaurus rex* (saurischien théropode) présenté au Muséum Field de Chicago.
Époque : Crétacé supérieur. Crédit : Christophe Hendrickx.



Brachiosaurus altithorax (saurischien sauropodomorphe) exposé au terminal B de l'aéroport O'Hare de Chicago. Époque : Jurassique supérieur. Propriété du Muséum Field de Chicago. Crédit : James St. John.

II.4 Présentation générale de l'exposition

Du 29 septembre 2015 au 16 août 2016, le Palais de la découverte est l'hôte d'une exposition produite par le *Natural History Museum* (Muséum d'histoire naturelle) de Londres. Cette exposition, *Autour des dinosaures*, immerge le visiteur dans plusieurs environnements reconstitués des périodes jurassique et crétacée. À notre sens, elle se démarque d'autres expositions dédiées aux célèbres reptiles sur plusieurs points :

- la présence de sept *animatronics* possédant des mécanismes internes permettant de leur donner une apparence de vie ;
- la présentation de plusieurs dizaines de fossiles, d'os et de moulages ;
- la mise en scène d'environnements interactifs – terrestre et sous-marin – fidèlement reproduits ;
- la mise en valeur de la biodiversité aux deux époques présentées (plantes, insectes, etc.) ;
- la volonté d'intégrer le visiteur en lui proposant de se glisser dans la peau d'un paléontologue menant l'enquête à partir de fossiles.

II.5 Parcours de l'exposition

Avant d'entrer dans le vif du sujet, le visiteur se confronte à trois images du passé, l'une d'elles terriblement éloignée de notre expérience quotidienne, les deux autres, presque familières. Il est tout d'abord accueilli par l'empreinte de pas d'un *Tyrannosaurus rex* adulte, théropode vivant à la toute fin du Crétacé supérieur et pouvant atteindre 12 m de long ainsi que 7 tonnes. Viennent ensuite la carapace d'une tortue appelée *Pleurosternon bullockii*, datant du début du Crétacé inférieur et le fossile de la mâchoire d'un crocodile marin du Jurassique supérieur, *Rhacheosaurus gracilis*, tous deux finalement assez comparables à leurs cousins actuels. Dans ce qui suit, nous faisons le choix de mettre en valeur certains éléments, mais bien d'autres sont présents dans l'exposition *Autour des dinosaures*. En route !

II.5.1 Biodiversité sous-marine au Jurassique

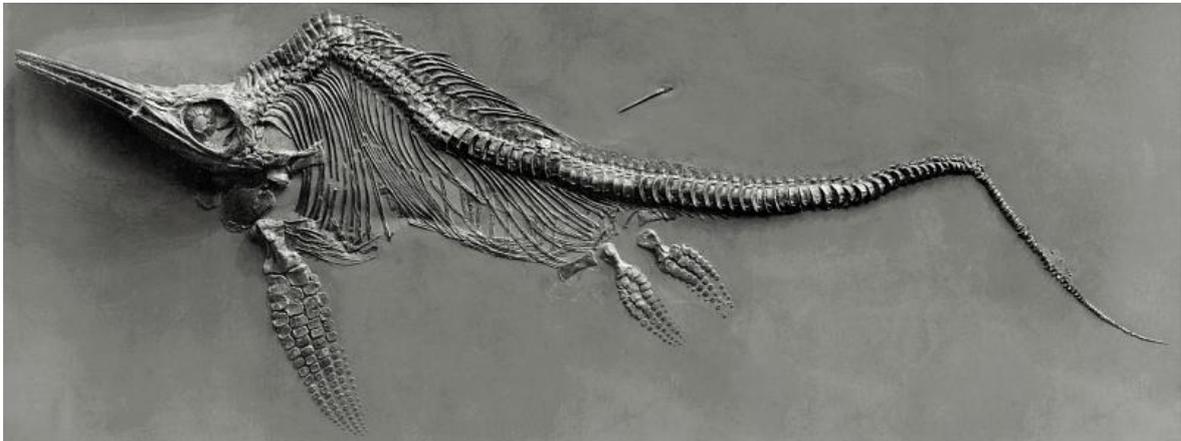
Le supercontinent *Pangée*, formé durant la période Carbonifère (-358,9 à -298,4 millions d'années), s'est morcelé à la fin de la période Trias. Au début de Jurassique, nous retrouvons donc ce supercontinent, à peine entamé par des systèmes de rifts, bordé d'océans et recouvert de forêts luxuriantes. C'est dans les eaux libres de ces océans que se dévoilent des ammonites, des mollusques céphalopodes aujourd'hui éteints et dont l'apparition précéda celle des dinosaures de 150 millions d'années. Les ammonites disparurent en même temps qu'eux. L'intérêt des fossiles d'ammonites est très grand en paléontologie car certaines espèces ont évolué rapidement et ont disparu tout aussi soudainement, fournissant de quoi dater précisément les roches qui contiennent leurs fossiles.



Quelques fossiles d'ammonites présentes dans l'exposition *Autour des dinosaures*.

Les océans du Jurassique hébergeaient un très grand nombre d'espèces d'échinodermes, des animaux présentant une symétrie pentaradiée (symétrie centrale d'ordre 5) : étoiles de mer, oursins, ophiures, crinoïdes (lys de mer) et très certainement holothuries (concombres de mer). Le visiteur a l'occasion d'admirer dans l'exposition des fossiles d'ophiures surprises par un glissement de terrain sous-marin et un fossile de crinoïdes aux plumets bien visibles. Ces eaux étaient également les hôtes de nombreuses espèces de poissons – dont le coelacanth, improprement désigné parfois sous le nom de « fossile vivant » après la découverte de spécimens bien vivants en 1938 – et de requins.

Les animaux les plus connus du grand public, les plus spectaculaires sans aucun doute, étaient de grands prédateurs marins comme l'ichthyosaure, le plésiosaure et le pliosaure. Le crâne d'un *Ichthyosaurus communis*, aux orbites immenses entourées de boucliers osseux et celui d'un *Plesiosaurus dolichodeirus* aux dents impressionnantes, datant tous les deux du Jurassique inférieur, sont exposés, tout comme les dents d'un *Pliosaurus ferox*, un reptile marin du Jurassique supérieur pouvant atteindre 13 m de long.



Fossile de *Stenopterygius crassicostatus*, une espèce appartenant à l'ordre des Ichthyosauria, exposé au Muséum d'histoire naturelle de Wiesbaden (Allemagne). Crédit : Fritz Geller-Grimm.

II.5.2 Animaux et végétaux terrestres du Jurassique

Durant la période Jurassique et une bonne partie du Crétacé, le climat était plus chaud et plus humide qu'aujourd'hui ; les pôles étaient dénués de glace et le niveau des mers était élevé. De gigantesques forêts de conifères dominaient les paysages et dans les sous-bois proliféraient prêles et fougères. Aucune fleur ne venait égayer la scène, les plantes à fleurs n'apparaissant qu'au Crétacé inférieur. Le ciel était dominé par des reptiles volants appelés *ptérosaures*. Certains pouvaient atteindre plus de 10 m d'envergure ! Dans l'exposition sont présentées les répliques d'un squelette et d'une patte d'un ptérodactyle, petit ptérosaure d'environ 70 cm d'envergure ayant vécu à la toute fin du Jurassique supérieur. Son bec était garni de dents et il devait se nourrir de poissons et de petits animaux.



Reconstitution d'un spécimen de *Dorygnathus banthensis*, d'après Mark Witton, *Were early pterosaurs inept terrestrial locomotors?* <https://dx.doi.org/10.7717/peerj.1018>, 2015.



Fossile de *Pterodactylus kochi*. Crédit : Marco Almbauer.

La réplique du fossile d'un archéoptéryx montre combien ce « dinosaure-oiseau » ayant vécu au Jurassique supérieur exhibait à la fois des caractères typiques des dinosaures à plumes – longue queue ossifiée, mâchoire bordée de dents pointues, ailes pourvues de trois doigts griffus bien séparés – et des caractères typiques de ses lointains descendants, les oiseaux : ailes aux plumes asymétriques permettant le vol battu au moins sur de courtes distances, plumes sur la queue, fusion des deux clavicules en un os robuste appelé furcula, pieds lui permettant de s'accrocher aux branches, etc. On pense qu'*Archaeopteryx* était carnivore, mangeant des insectes et de petites proies.



Reconstitution d'un spécimen animé (et bruyant !) d'*Archaeopteryx lithographica* présent dans l'exposition *Autour des dinosaures*. La sauterelle au premier plan semble à son goût.

Après avoir été mis en contact avec des animaux de taille modeste, le visiteur affronte le gigantisme d'un camarasaur, un sauropode herbivore d'une vingtaine de mètres de long approchant les 50 tonnes, dont la copie d'un fossile de la jambe et de l'épaule permet de se faire une (petite) idée de la hauteur.



Copie d'un fossile de la jambe et de l'épaule d'un spécimen de *Camarasaurus* présentées dans l'exposition *Autour des dinosaures*.



Reconstitution d'un spécimen de *Camarasaurus* ayant vécu au Jurassique supérieur. Cet animatronic tend le cou à travers les arbres dans une atmosphère sombre et brumeuse. L'exposition *Autour des dinosaures* offre bien des surprises aux visiteurs !

A priori, la taille du camarasaure le protégeait des carnivores... à l'exception du plus grand d'entre eux, le terrifiant et célèbre *Allosaurus*. Avec son cou en « S », sa longue queue lui servant de balancier, ses trois doigts griffus à chaque main et sa tête massive garnie de dents tranchantes, ce bipède de 10 m de long devait semer la terreur sur son chemin. On a d'ailleurs retrouvé des marques de morsures manifestement laissées par des allosaures sur les os de camarasaures et de stégosaures. Ces derniers, longs de 8 m et hauts de 4 m, portaient sur le dos une double rangée de plaques osseuses. À quoi pouvaient-elles bien servir ? Peut-être à réguler la température corporelle de l'animal, comme en témoigne la présence de traces de vaisseaux sanguins irrigant les plaques sur les fossiles dont on dispose. Les stégosaures disposaient, au bout de la queue, d'une arme défensive constituée de quatre épines osseuses pouvant atteindre le mètre. Dans l'exposition sont présentées une griffe de la patte avant d'un allosaure, la réplique d'une mâchoire de mégalosaure, un théropode du Jurassique moyen, la réplique d'un crâne de stégosaure et plusieurs épines caudales de stégosaures.



Moulage du fossile d'un allosaure présenté au musée des sciences naturelles de Houston.
Crédit : Andy Tang.

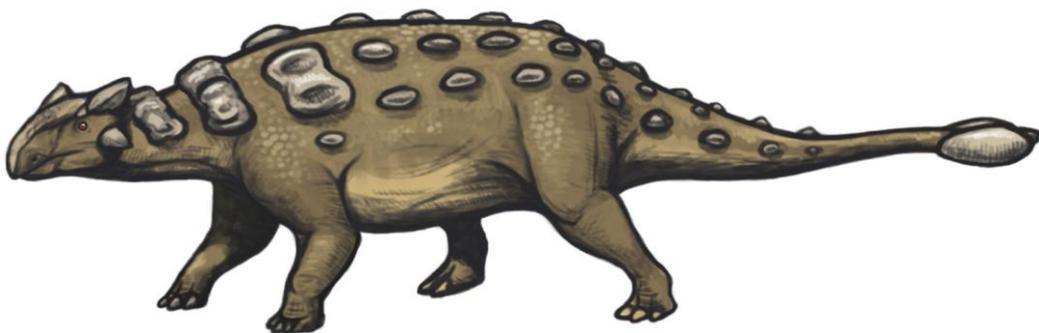
Le gigantisme était certes bien représenté chez les dinosaures, mais il n'était pas la règle, loin de là ! Les petits dinosaures devaient nettement surpasser en nombre les plus gros. Ainsi, la réplique du fossile d'un *Compsognathus longipes* théropodes aux griffes acérées et aux dents tranchantes, surprend le visiteur par sa taille comparable à celle d'une dinde. Dans sa cavité abdominale, on distingue les restes d'un petit lézard du genre *Bavarisaurus*.



Reconstruction d'un squelette de *Compsognathus* présenté au *Museum of ancient Life* de Thanksgiving Point à Lehi, Utah (États-Unis). Crédit : Zach Tirrell.

II.5.3 Animaux et végétaux du Crétacé

Le monde a bien changé en 50 millions d'années. Le climat s'est refroidi. Le déplacement des masses continentales donne à la Terre un aspect que vous pourriez reconnaître. Toutefois, le niveau des mers est encore élevé et l'Europe n'est qu'un chapelet d'îles. Les plantes à fleur apparaissent mais l'herbe n'existe pas encore. Dans l'hémisphère nord, les sauropodes n'occupent plus la place dominante dont ils s'étaient emparés au Jurassique. À leur place, des troupes de dinosaures « à bec de canard » appelés *hadrosaures* parcourent les forêts et sont pourchassés par le célèbre *Tyrannosaurus rex*. De même, la niche écologique abandonnée par les stégosaures est désormais occupée par les ankylosaures, à la queue en forme de massue, et par les cératopsiens, tel le tricératops.



Spécimen d'*Ankylosaurus magniventris* de la fin du Crétacé supérieur, dessiné par Emily Willoughby.

Il est impossible de résister à la fascination exercée par la réplique d'un demi-crâne de *Tyrannosaurus rex* présenté ensuite. Regardez la taille de ses dents ! Imaginez la puissance de la morsure de ce spécimen nord-américain de la fin du Crétacé supérieur ! Son cousin asiatique, *Tarbosaurus bataar*, se dévoile sous la forme d'une griffe et un peu plus loin, sous la forme d'un animatronic plus vrai que nature.



Spécimen animé de *Tarbosaurus bataar* présent dans l'exposition *Autour des dinosaures*.

Sont exposés également le crâne d'un gallimimus, qui vivait en Mongolie et avait l'allure d'une autruche géante – on le retrouve un peu plus loin sous la forme d'un animatronic – et le crâne d'un lambeosaure, un hadrosaure possédant une crête crânienne creuse ressemblant à une lame de hache.

Le remuant tarbosauure observe d'un œil très intéressé un petit dinosaure théropode animé et bien appétissant, *Oviraptor*. Il doit son nom signifiant « voleur d'œufs » au fait que son premier fossile fut retrouvé en 1924 près d'une pile d'œufs que l'on avait pris pour des œufs de protocératops. On pense aujourd'hui que ces œufs étaient en fait les siens. Il mangeait des plantes, des insectes et de petits vertébrés comme des lézards.

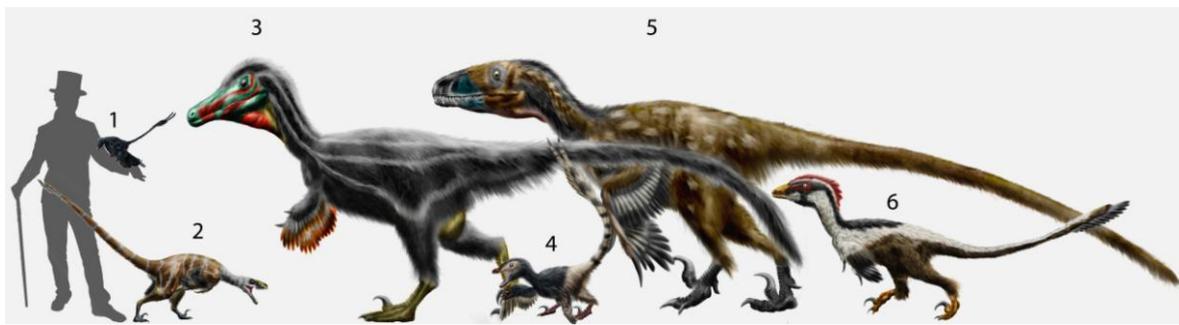


Gallimimus présenté dans l'exposition *Autour des dinosaures*.



Squelette d'Oviraptor couvant ses œufs, présenté au muséum Senckenberg de Francfort-sur-le-Main.
Crédit : Eva Kröcher.

Un peu plus loin, autour d'un point d'eau situé dans le désert de Gobi, deux spécimens animés de protocératops et de vélociraptor se font face dans une scène immersive au milieu de nombreuses plantes. Comme *Gallimimus*, *Oviraptor* et *Tarbosaurus*, *Velociraptor* et *Protoceratops* vivaient au Crétacé supérieur en Mongolie. Le vélociraptor était un petit théropode carnivore bipède, sans doute très rapide. Sa taille adulte ne devait pas excéder 2 m du bout du museau à l'extrémité de la queue. Ses pattes postérieures étaient chacune pourvues d'une griffe rétractile. L'animal était probablement recouvert de plumes. Le protocératops était un petit dinosaure (1,8 m de long) herbivore très répandu en Mongolie il y a 80 millions d'années. Contrairement à ses descendants cératopsiens, il ne possède pas de cornes mais exhibe déjà une large collerette. On a retrouvé en 1971 le fossile d'un vélociraptor étreignant un protocératops. Les deux animaux sont vraisemblablement morts ensemble au combat, surpris par l'effondrement d'une dune sur eux.



La parade des droméosauridés, famille dont fait partie le vélociraptor. À l'échelle, de la gauche vers la droite, on trouve un microraptor, un droméosaure, un austroraptor, un vélociraptor, un utahraptor (le plus grand d'entre eux) et un deinonychus. On ne connaît pas la véritable couleur de leurs plumes. Crédit : Durbed.



Le spécimen animé de *Protoceratops* présenté dans l'exposition *Autour des dinosaures*.

II.5.4 Dans la peau d'un paléontologue

Le visiteur se lance ici sur les traces des paléontologues et découvre les techniques qu'ils utilisent pour révéler à quoi ressemblait la Terre il y a plusieurs dizaines de millions d'années. Vous pourrez apprendre comment ces scientifiques ont réussi à déterminer la couleur de certains dinosaures à plumes. Vous saurez comment, à partir de quelques os appartenant à un mantellisaure et de roches situées à proximité, ils ont pu reconstituer l'allure de ce reptile et l'environnement dans lequel il évoluait. Enfin, vous verrez comment ils ont réussi à reconstituer l'aspect d'un arbre à partir d'une centaine de morceaux de bois fossilisés. Un travail passionnant !

II.5.5 Images des temps lointains

La dernière partie de l'exposition s'intéresse à un problème qui nous renvoie à notre propre disparition en tant qu'individus et en tant qu'espèce, à savoir l'extinction des dinosaures non-aviens. Ptérosaures, ammonites, plésiosaures, tyrannosaures, cératopsiens et bien d'autres groupes de plantes et d'invertébrés ont disparu il y a 66 millions d'années. Comment s'est opérée cette extinction ? Fut-elle soudaine à l'échelle géologique ou s'est-elle étalée sur plusieurs centaines de milliers d'années ? Cette dernière partie fait le point sur les différentes causes possibles : chute d'un astéroïde, augmentation de l'activité volcanique en Inde, baisse du niveau des mers, changements climatiques, etc.

L'extinction Crétacé/Tertiaire a laissé de nombreuses niches écologiques vides. Les mammifères ont profité de ces vacances pour proliférer, se diversifier et évoluer en de nombreux groupes, de la musaraigne insectivore aux ancêtres des baleines et des singes. Cette prospérité perdue encore aujourd'hui.

L'espèce humaine est devenue l'espèce dominante après seulement 200 000 ans d'existence. Quels groupes de végétaux ou d'animaux règneront sur la Terre dans 66 millions d'années ? C'est sur cette question ouverte, terrifiante mais fascinante, que s'achève l'exposition *Autour des dinosaures*.



Cette roche découverte au Wyoming (États-Unis), présentée au musée d'histoire naturelle de San Diego, montre une couche intermédiaire d'argile contenant mille fois plus d'iridium que les couches supérieures et inférieures. Datée de 66 millions d'années, elle représente la limite entre l'ère Mésozoïque et l'ère Cénozoïque, que l'on appelle aussi limite Crétacé – Paléogène. Crédit : Eurico Zimbres.

III Ressources

III.1 Au Palais de la découverte

III.1.1 Dans l'exposition

Un atelier destiné aux élèves de **CM1** et **CM2**, **Dinos, tes fossiles nous rendent marteaux**, prend place en salle d'atelier. Référez-vous au plan situé en page 5 de ce document pour la situer dans l'exposition. Cet atelier a lieu le **mardi** et le **jeudi après-midi**, avec des groupes de 16 élèves au maximum.

III.1.2 Ailleurs dans le Palais de la découverte

Un exposé **Les dinosaures** (du **CM1** au supérieur) est proposé dans la salle « Géosciences » attenante à la nouvelle exposition « Séismes et volcans » au niveau 1 du Palais de la découverte. Il s'agit de la salle **R** que vous trouverez sur le plan que l'on vous a distribué à votre arrivée au Palais de la découverte.

Seuls l'atelier **Dinos, tes fossiles nous rendent marteaux**
et l'exposé **Les dinosaures** sont réservables par les groupes scolaires.

Deux exposés sont proposés dans la salle « Loterie de l'hérédité » (salle **X** de ce même plan distribué à votre arrivée). Il s'agit de **La vie à l'époque des dinosaures** et **Un dinosaure, comment ça marche ?** L'étude des fossiles de dinosaures et la comparaison avec les animaux actuels permettent de dévoiler certains aspects de leur biologie. Os, cœur, cerveau, reproduction... Ce dernier exposé sera l'occasion de passer les dinosaures à la moulinette. Ces exposés sont accessibles à tout public à partir de 7 ans.

Toujours au niveau 1, l'espace « **Terre et vie** » révèle, au terme d'enquêtes qui s'apparentent à des enquêtes policières, combien notre planète et la vie qu'elle abrite ont parties liées depuis leurs origines. Dans cet espace, un mètre équivaut à 10 millions d'années ! Le parcours est jalonné de repères : le plus vieux poisson, la plus ancienne graine, le premier Homme, etc. Comment les chercheurs parviennent-ils à ces reconstitutions ? Toute une panoplie d'indices, de roches et de fossiles, d'outils pour faire parler ces témoins irremplaçables sont à consulter dans des vitrines colorées. Le visiteur suit donc le travail des chercheurs, leurs démarches, découvre leurs objets d'étude. Volontairement, ici, pas de « pièces de musées » mais des cailloux de tous les jours qui livrent les secrets de leur naissance aux géologues et dont chacun d'entre nous peut découvrir l'histoire. Vous avez la possibilité de suivre une visite animée avec vos élèves pour obtenir de nouveaux éclairages, en particulier sur les extinctions biologiques majeures – et pas seulement celle qui a anéanti les dinosaures – qui jalonnent l'histoire de la vie. Quelles en sont les causes et comment les relier à la question de la dérive des continents ?

III.1.3 Inter-musées

Vous avez la possibilité de suivre, avec vos élèves de CM1 et de CM2, un parcours inter-musées associant le Muséum national d'histoire naturelle et la Palais de la découverte.

Le matin, la visite guidée de la Galerie d'Anatomie comparée et de Paléontologie du Muséum permet de découvrir quelques dinosaures mais aussi des reptiles volants, et des crocodiliens. Elle aborde les caractères de parenté entre les dinosaures et les oiseaux actuels, et la disparition de certains de ces groupes lors d'une crise majeure, il y a plus de 65 millions d'années.

L'après-midi, au Palais de la découverte, les élèves sont séparés en demi-classe. Pendant qu'un groupe visite l'exposition temporaire *Autour des dinosaures* en autonomie, l'autre participe à un atelier d'initiation à la classification du vivant. À partir de manipulations, les élèves vont adopter une démarche scientifique et découvrir quelques aspects du métier de paléontologue.

Quatre dates sont proposées :

- vendredi 27 novembre 2015 ;
- vendredi 4 décembre 2015 ;
- vendredi 11 mars 2016 ;
- vendredi 18 mars 2016.

La réservation se fait auprès de Cultural au 08 26 10 42 00, ou par mail : cultural@mnhn.fr



III.2 Livres

Ouvrages pour adultes, en français

- Éric Buffetaut, *Les Dinosauriens*, coll. Idées reçues, éd. Le Cavalier Bleu, 2006.
- Éric Buffetaut, *À quoi servent les Dinosauriens*, coll. Manifeste, éd. Le Pommier, 2013.
- Ronan Allain, *Histoire des dinosauriens*, coll. Champs sciences, éd. Flammarion, 2015.
- Caroline Lepage, *Les dinosauriens sont parmi nous*, Éditions du Moment, 2015.
- David Norman, *La Grande Encyclopédie des Dinosauriens*, coll. Encyclopédie Gallimard Jeunesse, éd. Gallimard, 2001.
- Steve Brusatte et Michael Benton, *Dinosauriens*, coll. Beau livre, éd. SW Télémaque, 2008. Il s'agit de la traduction de l'ouvrage *Dinosaurs* ci-dessous.
- Sébastien Steyer et Alain Bénéteau, *La Terre avant les dinosauriens*, coll. Bibliothèque scientifique, éd. Belin, 2009.
- Sébastien Steyer et Marc Boulay, *Demain, les animaux du futur*, éd. Belin, 2015.
- Gilles Cuny et Alain Bénéteau, *Requins. De la préhistoire à nos jours*, éd. Belin, 2013.

Ouvrages pour adultes, en anglais

- Steve Brusatte et Michael Benton, *Dinosaurs*, éd. Quercus Publishing Plc, 2008.
- Anthony Martin, *Introduction to the Study of Dinosaurs*, éd. John Wiley & Sons, 2005 pour la seconde édition.
- Thomas Holtz, *Dinosaurs. The most complete, up-to-date Encyclopedia for Dinosaurs Lovers of all ages*, Random House Books for Young Readers, 2007.

Ouvrages pour les plus jeunes, en français

- Peggy Vincent et Guillaume Suan, *Les Dinosauriens*, coll. Mémo Gisserot, éd. Jean-Paul Gisserot, 2008.
- Mazan, Isabelle Dethan, Ronan Allain, Jean-François Tournepiche, *Mimo sur la trace des dinos*, éd. Eidola, 2012.
- Mazan, Isabelle Dethan, Ronan Allain, Jean-François Tournepiche, *Mimo et les dinos des antipodes*, éd. Eidola, 2015.

→ Certains ouvrages de cette liste se trouvent à la **bibliothèque de la Cité des Sciences et de l'Industrie**, 30 avenue Corentin-Cariou, 75019 Paris.

Métro : Porte de la Villette (L7 ou T3b).

Horaires : du mercredi au dimanche, 12h-18h45, le mardi 12h-19h45.

Description La bibliothèque met à votre disposition 120 000 documents (livres, revues, films, cédéroms, DVD) dans tous les domaines scientifiques et techniques. Possibilité de consultation sur place et d'emprunt de documents.

III.3 DVD documentaires

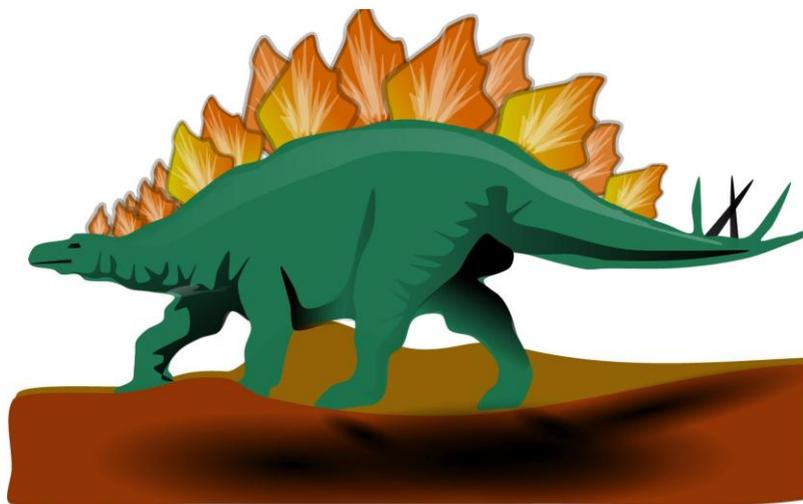
- Réalisé par Matthew Thompson, *La marche des dinosaures*, M6 vidéo, 2015.
- Réalisé par Richard Dale, *Le dernier jour des dinosaures*, Discovery World, 2013.
- Réalisé par Tim Haines, *Sur la terre des dinosaures*, coffret 7 DVD, France Télévisions, 2013.
- Réalisé par Frédéric Courant, Jamy Gourmaud, Sabine Quindou, Jean-Marie Sigot, Catherine Breton, *C'est pas sorcier, La préhistoire*, France Télévisions, 2013.
- Réalisé par Chloe Land, *Dinosaures*, coffret 3 DVD (Le choc des dinosaures, le royaume des dinosaures, le légendaire T-rex), Discovery Channel, Seven 7, octobre 2015.
- Réalisé par Pascal Vuong et Ronan Chapalain, *Océanosaures*, Universal Pictures, 2011.
- Réalisé par Nigel Paterson, *BBC Planète dinosaure*, StudioCanal, 2012.
- Réalisé par Gil Kébaïli, *Rencontre avec le cœlacanthe*, ZED, 2015.

III.4 DVD fictions

- Réalisé par Allen Irwin, *Le monde perdu*, Rimini Éditions, 2014 (restauration du film de 1960).
- Réalisé par Éric Leighton et Ralph Zondag, *Dinosaure*, Walt Disney France, 2001.
- Réalisés par Steven Spielberg et Joe Johnston, *Jurassic Park Trilogie*, Universal Pictures, 2014.
- Réalisé par Colin Trevorrow, *Jurassic world*, Universal Pictures, octobre 2015.

III.5 Présentation de la webTV www.universcience.tv

Universcience.tv est la webTV scientifique hebdomadaire d'Universcience. Tous les vendredis, un nouveau programme avec des documentaires, des quiz, des programmes courts de vulgarisation sur toutes les thématiques scientifiques. Les films sont réalisés par les équipes d'Universcience en partenariat avec des instituts de recherche et de communication des sciences. Vous avez la possibilité de consulter les archives.



IV Informations pratiques

Adresse

Palais de la découverte
Avenue Franklin D. Roosevelt
75008 Paris
Tél. : 01 56 43 20 20
www.palais-decouverte.fr

Accès

Métro : Champs-Élysées Clémenceau (L1, L13) ou Franklin Roosevelt (L9)
Bus : 28, 42, 52, 63, 72, 73, 80, 83, 93
R.E.R. : Invalides (Ligne C)

Horaires d'ouverture

Du mardi au samedi de 9 h 30 à 18 h, le dimanche de 10 h à 19 h.
Fermeture le lundi, le 1^{er} janvier, le 1^{er} mai, le 14 juillet

Tarifs scolaires (valables au 1er septembre 2015 - susceptibles d'être modifiés)

Tarif : 4,50 €
Tarif Éducation prioritaire : 2,50 €
Supplément planétarium : 2,50 €

- 1 gratuité pour 5 entrées payantes pour la maternelle
- 1 gratuité pour 12 entrées payantes pour l'élémentaire
- 1 gratuité pour 15 entrées payantes pour le secondaire

Le billet donne accès à toutes les expositions, aux ateliers scientifiques et aux exposés du Palais de la découverte (sur réservation et dans la limite des places disponibles).

Réservation groupes (à partir de 10 personnes)



groupe.palais@universcience.fr



01 56 43 20 25



01 56 43 20 29



Palais de la découverte
Bureau des groupes
Avenue Franklin Roosevelt
75008 Paris