natural sciences .be



DOSSIER DIDACTIQUE



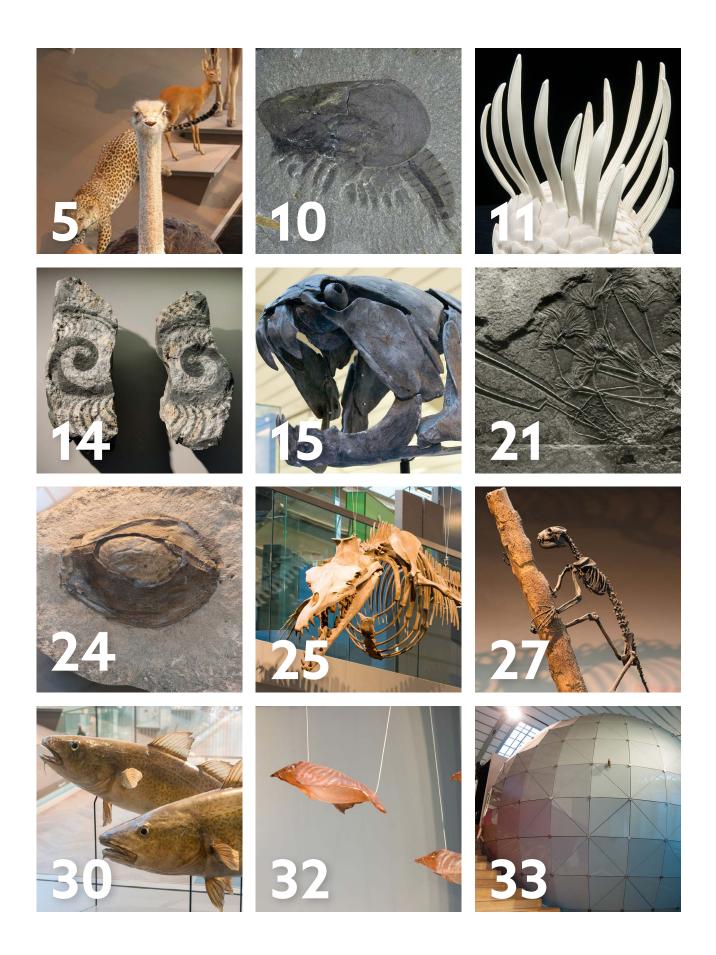
Galerie de l'Évolution



TABLE DES MATIÈRES

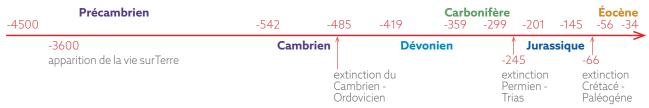
GALERIE DE L'ÉVOLUTION

PRÉSENTATION de la Galerie de l'Évolution	4
PLAN de la Galerie de l'Évolution	6
PARCOURS dans la Galerie de l'Évolution	7
Précambrien : lentement la vie prend forme	8
Cambrien : des animaux étranges	9
Dévonien : les poissons se diversifient	13
Carbonifère : la vie colonise les continents	16
Jurassique : une faune nouvelle dans les mers	20
Éocène : l'essor des mammifères	24
Présent : l'évolution continue	27
Futur: ceci est une fiction	32
Géode : les rouages de l'évolution	33





La Galerie de l'Évolution permet de parcourir plus de 3,8 milliards d'années d'histoire de la vie, dans un espace unique... une salle magnifique à la superbe architecture de verre et de métal. Ce ne sont pas moins de 600 fossiles et 400 spécimens naturalisés qui jalonnent les 6 chapitres illustrés : Cambrien, Dévonien, Carbonifère, Jurassique, Éocène et Présent.



DATES exprimées en millions d'années

Chaque chapitre vous permettra de découvrir la faune et la flore, souvent étonnantes, de la période géologique choisie, mais aussi les exemples les plus frappants ou les plus didactiques de l'évolution d'un groupe d'organismes, d'une structure anatomique, d'un comportement animal. En ce compris des exemples au présent, tant il est vrai que l'évolution est un phénomène toujours en marche et observable tout autour de nous. Ne manquez pas notre « clin d'oeil » vers l'avenir : à quoi ressembleront les animaux dans 50 millions d'années ? Place à l'imagination!

Notre Galerie vous propose de découvrir les preuves de l'évolution, ses traces fossiles ou actuelles, mais aussi d'aborder les mécanismes sous-jacents à ce processus inhérent à la vie : mutations, unicité et variabilité du vivant, sélection naturelle, dérive génétique, spéciation...

Et pour terminer, la Géode vous permettra de suivre un petit film d'animation : « 6 destins évolutifs ».

Les informations pratiques sont disponibles sur le site web **www.naturalsciences.be**

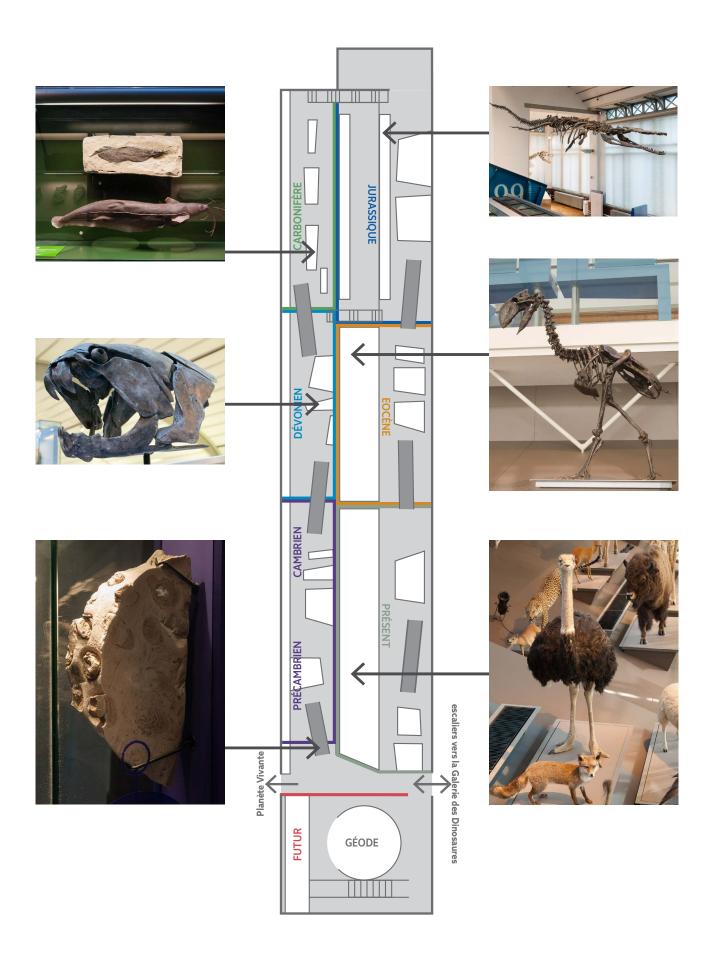
Vous y trouverez également toute notre offre éducative dans la rubrique «École».



Note:

Les dates présentes dans ce document ont été mises à jour et peuvent donc différer de celles présentes dans la Galerie de l'Évolution.

Plan de la Galerie de l'Évolution





PRÉCAMBRIEN

LENTEMENT LA VIE PREND FORME

-4600 MA → -541 MA*

D'où vient la vie?

Au regard des découvertes géologiques, une chose semble établie : la vie serait apparue sur Terre il y a environ 3.8 milliards d'années. Quant à savoir où et comment, les scénarios divergent... Les premières molécules organiques pourraient résulter de réactions chimiques s'étant produites dans de petites flaques ou au cœur des sources océaniques. Ou bien directement dans l'espace... Cependant il reste encore beaucoup à découvrir pour comprendre comment on est passé de ces premières molécules aux cellules des êtres vivants.

La soupe primordiale

Beaucoup soutiennent que la vie serait apparue dans des mares peu profondes. UV et éclairs auraient provoqués des réactions chimiques entre des constituants de l'atmosphère primitive, produisant ainsi des molécules organiques qui se seraient ensuite dissoutes dans l'eau.

Un moule d'argile

Les pluies chargées de molécules organiques pourraient s'être déposées sur des argiles dont la chaleur aurait provoqué l'évaporation de l'eau. La structure en feuillets de l'argile aurait alors servi de substrat à la constitution de molécules plus longues.

Une origine abyssale

D'autres voient le berceau de la vie dans les sources hydrothermales sous-marines profondes. En effet, les gaz s'en dégageant sont riches en éléments constitutifs des composés organiques. À cette profondeur, ces molécules auraient été protégées du rayonnement solaire, alors très intense.

Une origine extraterrestre

La vie viendrait-elle de l'espace? Peut-être. Parmi les vingt acides aminés qui composent les protéines du vivant, huit ont été découverts dans des météorites.

Chimie des origines

De petites molécules organiques, dissoutes dans la soupe primordiale, s'assemblent en macromolécules, forment des membranes, des vésicules...: la première cellule apparaît. Bien plus tard, certaines cellules acquièrent un noyau qui protège l'information génétique. Des cellules s'associent ensuite en colonie, c'est le début de la vie pluricellulaire. Ensuite, certaines cellules se spécialisent, s'associent en tissus qui eux-mêmes forment des organes. Le foisonnement des êtres vivants peut commencer.

À VOIR:

Vidéo-audio: la vie commence ici.



Stromatolithes

*MA = MILLION D'ANNÉES

Les dates des périodes présentées dans ce document se basent sur la charte chronostratigraphique internationale de 2019 réalisée par l'IUGS

La faune d'Ediacara

Une faune fossilisée complexe a été initialement définie à Ediacara (Australie). Ces organismes, en forme de feuille ou de matelas, étaient attachés ou ancrés sur les fonds marins. D'après leur morphologie et leur stratégie de fixation, on pense que ces animaux devaient s'alimenter en filtrant l'eau. D'autres organismes ressemblaient aux mollusques actuels, aux méduses ou aux arthropodes, sans que l'on sache s'ils avaient un lien de parenté avec ces groupes. L'absence de coquilles ou de pièces buccales suggère un environnement quasi sans prédateurs.

À VOIR:

4 dessins : reconstitution d'animaux du Précambrien. Morceau de stromatolithe.

CAMBRIEN

DES ANIMAUX ÉTRANGES

$-542 \text{ MA} \rightarrow -485 \text{ MA}$

Au début du Cambrien, les terres émergées sont regroupées en un seul grand continent. Celui-ci va peu à peu se disloquer, fragmentant ainsi les environnements. À l'époque, le climat global de la Terre est plus chaud que celui d'aujourd'hui.

Prélude à l'explosion cambrienne

L'histoire que nous vous racontons débute au Cambrien, période où de nombreux êtres étonnants apparaissent dans les archives fossiles. Mais ne vous y trompez pas, des organismes complexes existaient déjà dans les mers, bien avant cette période. Cependant, à quelques exceptions près, leur corps mou s'est difficilement fossilisé. Ils ont donc laissé peu de traces.

Des corps plus durs

Même si au Précambrien, quelques organismes étaient munis de parois minéralisées, c'est au Cambrien qu'apparaissent pointes, carapaces, pattes articulées et squelettes internes ou externes. Tous ces éléments durcis sont constitués de particules solides précipitées par l'organisme, afin de réguler sa concentration en sels minéraux. Un magnifique recyclage! Et couronné de succès puisqu'il contribue au soutien de l'animal, à l'attache de ses muscles et à sa défense.

Un squelette liquide

Évitons de généraliser: tous les animaux du Cambrien n'ont pas nécessairement développé des éléments minéralisés ou durcis. Les animaux à corps mou sont très nombreux dans ces faunes. Songez aux vers. Aucune partie rigide ne les soutient. Un liquide, qui remplit deux petits sacs inclus dans chaque segment de leur corps, leur donne volume et rigidité, comme une forme de "squelette liquide".



Sydneyia

Bien protégé par sa carapace, *Sydneyia* était également un prédateur ou un charognard. Cet animal provient du Schiste de Burgess (Canada), un site découvert en 1909 et célèbre pour l'extraordinaire préservation des fossiles d'animaux à corps mou.



Anomalocaris

Étudiant ces fossiles, les paléontologues identifièrent d'abord trois animaux différents: une crevette, un concombre de mer et une méduse. On s'aperçut plus tard qu'il s'agissait des appendices, du tronc et de la bouche du même animal, l'Anomalocaris.

Proies et prédateurs

Des sens plus aiguisés, des organes de locomotion plus efficaces, de multiples moyens de défense ou d'attaque... Tout cela témoigne d'un monde où la prédation s'intensifie. Et quand les prédateurs acquièrent de nouveaux moyens d'attaque, la sélection naturelle favorise les proies qui développent les moyens de défenses adéquats. Et réciproquement. Une dynamique présente dans toute l'histoire de la vie.

Les bases de la faune actuelle

Dans la profusion des formes animales du Cambrien se profile la plupart des grands groupes actuels : arthropodes, éponges, mollusques, vers, échinodermes et chordés. Tous ont déjà des représentants qui possèdent la même structure de base que leurs homologues contemporains. Certains animaux étranges, initialement inclassables, nous disent beaucoup sur les origines et les relations entre les groupes actuels.

Notre « grand » ancêtre

Voici *Pikaia*. La ligne sombre qui parcourt longitudinalement son corps est vraisemblablement une notocorde, précurseur de notre colonne vertébrale. Il a longtemps été considéré comme le premier chordé. Cependant, sa primauté a été récemment remise en cause par la découverte dans la faune de Chengjiang (Chine) d'*Haikouichthys* qui présente les mêmes caractéristiques, tout en étant plus ancien.

La difficulté de classer

Avec leurs structures étranges, comment rattacher Wiwaxia, Ondothogriphus, Aysheaia à des groupes connus? Certains ont suggéré qu'ils appartenaient à des phyla disparus, comme si le Cambrien avait connu une phase d'expérimentation des modes d'organisation, dont certains seraient restés sans suite. On sait maintenant que Wiwaxia et Ondothogriphus sont des mollusques primitifs et que Aysheaia est lié à des vers particuliers, les onychophores.

Spécialisation croissante

Les organismes du Cambrien témoignent d'une complexité anatomique et fonctionnelle sans précédent. Prenons, par exemple, un crustacé comme *Canadaspis*. Il dispose d'organes locomoteurs et respiratoires complexes : chacune de ses pattes se compose de deux segments, dont l'un porte des branchies. Il a des antennes, des yeux, et des mandibules qui lui permettent de capturer des particules organiques et de petites proies.

Un grand classique

Dès le Cambrien, apparaissent des animaux qui vont devenir des incontournables des milieux marins pendant 250 millions d'années : les trilobites. Caractérisés par trois lobes longitudinaux dont ils tirent leur nom, les trilobites ont connu une diversité extraordinaire. Au cours de leur histoire, on en a recensé plus de dix-huit mille espèces, de toutes tailles et de toutes formes.



Pikaia



Trilobites



Canadaspis

Attaque et défense

Recyclage de minéraux

Des modifications du climat et de la composition des océans ont permis aux organismes d'acquérir des parties dures. Les océans se sont enrichis en oxygène dissous. Les organismes qui avaient l'outillage génétique nécessaire ont développé des métabolismes plus complexes comme l'absorption et l'incorporation de minéraux dans des parties dures. L'animal tirait ainsi profit d'un excès de minéraux non utiles au bon fonctionnement du corps, en les stockant hors des cellules.

À VOIR :

5 modèles 3D: agrandissements d'animaux du Cambrien. Vidéo - audio : biominéralisation.

Le squelette, un élément clé

De nombreux animaux secrètent un squelette sous forme de coquilles, carapaces, plaques, spicules... Le squelette peut être composé de chitine, un matériau organique, qui se rigidifie lorsqu'il est associé à du phosphate ou du carbonate de calcium. Mais bien souvent, le squelette est uniquement minéral, fait de silice (spicules des éponges) ou de carbonate de calcium (coquilles d'aragonite ou de calcite des mollusques, aragonite des coraux). Ses rôles : protection, locomotion et support du corps de l'animal.

Avantages d'un squelette minéralisé

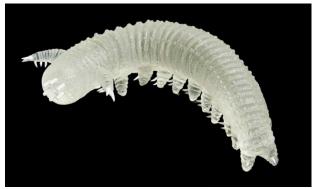
Dès le Cambrien, les arthropodes, alors déjà majoritaires, présentent des traces de carapace. On trouve également des animaux au corps couvert de spicules et des animaux à coquilles. Ces structures apparaissent en même temps que la prédation. L'évolution pourrait les avoir favorisées car elles offrent une bonne protection contre les prédateurs. Par ailleurs, les appendices qui permettent d'attraper, de couper ou de râper facilitent la prise de nourriture.

À VOIR :

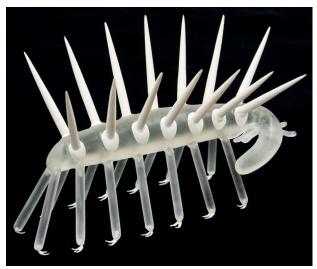
Jeu: examiner les différents squelettes.



modèle 3D Wiwaxia



modèle 3D Aysheaia



modèle 3D Hallucigenia

Pointes, plaques et yeux

Courses à l'armement

Sous l'effet de la sélection naturelle, les proies ont développé des systèmes de défense, épines et coquilles épaisses, tandis que les prédateurs se sont dotés d'armes, dents pointues et appendices préhensiles. Cet arsenal résulterait d'une escalade entre les chasseurs qui devaient capturer leurs proies, et les proies qui cherchaient à leur échapper.

À VOIR:

Dessins: carapaces, piques, pinces.

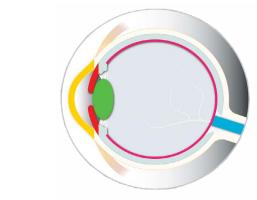
Les premiers yeux

Les premiers yeux sont apparus il y a 542 millions d'années, principalement chez les arthropodes. Ces yeux primitifs sont de simples cellules, sensibles à la lumière et à l'obscurité. Leur perfectionnement progressif a amélioré les performances des prédateurs et des proies. C'est ainsi que l'évolution de l'œil a probablement contribué, comme la prédation et la biominéralisation, à intensifier les interactions entre espèces.

À VOIR:

Interactif: comparaison de différents yeux.

Œil schématique d'un hexapode (insecte)



Œil schématique d'un humain

Modèles ancestraux

Organisation corporelle

Malgré l'immense diversité des espèces, on peut rassembler les animaux en 32 grands groupes, les phyla, selon des différences fondamentales dans l'organisation de leur corps: la symétrie, les subdivisions, les appendices, la position des organes... Presque tous les phyla actuels étaient déjà présents au Cambrien. À aucun moment par la suite, le monde animal ne connaîtra une telle diversification de l'organisation corporelle.

Mise à jour: depuis la création de cette galerie, on estime plutôt le nombre de ces phyla à 35.

À VOIR :

PC: interactif sur les schémas corporels.

DÉVONIEN

LES POISSONS SE DIVERSIFIENT

$-419 \text{ MA} \rightarrow -359 \text{ MA}$

Durant le Dévonien, un gigantesque océan couvre la plus grande partie de la planète. En bordure des masses continentales, des mers peu profondes et chaudes forment des lagons grouillants de vie.

À VOIR:

Animation vidéo interactive : la dérive des continents.

Abondants mais vulnérables

Les trilobites sont plus florissants que jamais. Minuscules ou gigantesques, ils ont des styles de vie très variés : certains s'enfoncent dans les sédiments, d'autres sillonnent les fonds marins ou nagent à la surface. Ils déclineront rapidement à la fin du Dévonien, pour disparaître complètement il y a 225 millions d'années.

Lagons belges

Difficile d'imaginer notre territoire sous la forme d'un récif corallien baigné par des eaux chaudes. Et pourtant ce fut le cas durant tout le Dévonien. D'immenses récifs, longs parfois de centaines de kilomètres, abritent alors une vie foisonnante. Trilobites, crustacés, gastéropodes, méduses et poissons y trouvent refuge et nourriture.

Filtrer pour manger

Dans les mers, les brachiopodes abondent. Souvent confondus avec les mollusques bivalves, ils en diffèrent pourtant par leur organisation interne. Ces animaux, dont la plupart ont disparu depuis longtemps, se nourrissent de particules en suspension. Ils jouent donc un rôle clé dans la communauté marine du Dévonien, en servant de base aux chaînes alimentaires.

Ballast vivant

Présentes depuis la fin du Cambrien, les goniatites diffèrent sans doute peu des nautiles actuels. Leur coquille enroulée est divisée en chambres de tailles croissantes. L'animal n'occupe que la plus grande. Les autres chambres sont remplies d'un gaz dont ce céphalopode peut modifier la quantité par réaction chimique. Il peut ainsi monter et descendre dans la colonne d'eau.

L'essor des poissons osseux

De nombreux poissons sont pourvus d'une cuirasse protégeant la région antérieure du corps, très utile dans des mers où sévissent des prédateurs comme les scorpions de mer géants! Mais de nouveaux types de poissons vont se développer, semblables aux poissons actuels : les poissons osseux. Certains portent des nageoires rayonnées, d'autres ont des nageoires charnues et sont à l'origine des tétrapodes.



Pteraspis/Coccosteus

Pteraspis ne disposait pas de mâchoires. Pour s'alimenter, il se contentait d'aspirer les particules ou petits organismes présents dans l'eau. Coccosteus, lui, avait des mâchoires mobiles dépourvues de dents mais capables de saisir les proies.



Sarcopterygien/Actinopterygien

Quelle est la différence entre ces poissons ? La nageoire. L'un a des nageoires supportées par un éventail de rayons osseux et fins portant une membrane, l'autre a des nageoires dont la portion centrale charnue comprend des os mobiles et des muscles. On parle de nageoires rayonnées et de nageoires charnues.

Colonisation verte

Peu avant le Dévonien, les zones proches des rivages commencent à être envahies par de toutes petites plantes. Leur présence transforme profondément les sols. Plus tard, l'apparition des spores puis des graines permettra aux végétaux d'envahir les terres. Des feuilles, des aiguilles et des racines se développent; du bois également, permettant aux plantes de la fin du Dévonien d'atteindre de grandes tailles.

Mâchoires et dents

Sans mâchoires et sans dents

Les premiers poissons avaient des formes simples, sans autre nageoire que celle de la queue et n'avaient pas de mâchoires. La plupart d'entre eux vivaient sur le fond, aspirant les sédiments pour en extraire des aliments mous. D'autres se nourrissaient du plancton en suspension, en filtrant l'eau. Enfin, certains de ces poissons possédaient un disque muni de pointes râpeuses suggérant un mode de vie parasite comme les lamproies actuelles : s'accrocher à une proie et ronger sa chair.

À VOIR:

3 dessins : bouche de la lamproie ; poissons sans mâchoires ni dents.

Les premières mâchoires

Les mâchoires proviennent de la transformation des arcs branchiaux, c'est-à-dire les pièces rigides qui supportent les branchies. Les deux cartilages constituant le premier arc branchial ont donné naissance aux premières mâchoires, supérieure et inférieure. Par la suite, le deuxième arc branchial s'est déplacé vers le premier et a renforcé les mâchoires en remplissant une fonction de soutien.

À VOIR:

3 moulages : de l'arc branchial à la mâchoire. **Jeu interactif** : avec ou sans mâchoire.

Adaptation avantageuse

Les poissons à mâchoires ont un avantage compétitif: cette particularité permet une meilleure oxygénation de leurs branchies et l'exploitation de nouvelles sources de nourriture. Les mouvements d'ouverture et fermeture des mâchoires assurent une entrée plus rapide de l'eau dans la bouche et donc une meilleure irrigation des branchies, même dans l'immobilité. Les mâchoires permettent aussi de maintenir les proies avant de les avaler. Dotés de mâchoires, ces poissons sont donc devenus des chasseurs actifs.

À VOIR:

Expérience : passage de l'eau enrichie en oxygène dans les branchies.



Lamproie actuelle et placoderme fossile



Goniatite

Observez bien cette coquille de goniatite coupée en deux. On y voit clairement les différentes chambres ainsi que le siphon qui connecte chacune d'entre elle permettant ainsi la circulation du gaz aidant à sa flottaison.

Une grande gueule

Les placodermes sont les premiers grands poissons à mâchoires. La partie antérieure de leur corps est couverte d'une cuirasse épaisse, composée de plaques solides et articulées. Grâce à leurs mâchoires très puissantes, ils pouvaient littéralement broyer leurs proies. Dépourvues de véritables dents, ces mâchoires portent par contre des excroissances en forme de lames tranchantes. Ces grands prédateurs ont longtemps dominé les autres poissons, avant de disparaître à la fin du Dévonien, sans laisser de descendants.

À VOIR:

6 dessins: différents placodermes.

Formes et implantations variées

Les poissons portent des dents sur les mâchoires, mais parfois aussi sur le palais, la langue et les os au niveau du pharynx. Les dents de la bouche ont pour rôle principal la prise de nourriture. Les dents pharyngiennes permettent de la mastiquer ou de l'entrainer vers l'oesophage. La dentition est adaptée au régime alimentaire : les poissons herbivores ont des dents coupantes à l'avant de la mâchoire, les broyeurs de coraux ont des dents antérieures larges et soudées.



Vidéo: mâchoires et dents de poissons.

Nageoires et pattes

Les nageoires, autre adaptation

Les poissons à mâchoires présentent une adaptation supplémentaire : le développement des nageoires paires antérieures et postérieures. Elles permettent de manœuvrer plus facilement, de changer d'allure et de stabiliser le corps. On suppose que des gènes responsables du développement du corps selon l'axe tête – queue, auraient fonctionné d'une manière nouvelle, avec pour résultat l'apparition des nageoires paires et plus tard des membres.

À VOIR:

PC interactif : les différentes nageoires. **3 dessins** : nageoires.

Deux types de nageoires

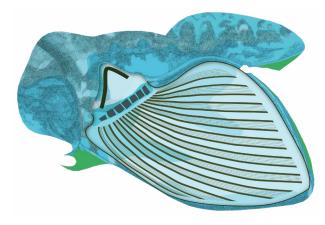
Les poissons à mâchoires ont évolué en deux groupes distincts: les poissons cartilagineux et les poissons osseux. Parmi ces derniers, on distingue les poissons à nageoires rayonnées, qui connaissent toujours un grand succès évolutif et d'autres à nageoires charnues, semblables aux coelacanthes actuels. C'est dans ce dernier groupe que se retrouvent les premiers vertébrés terrestres.

À VOIR :

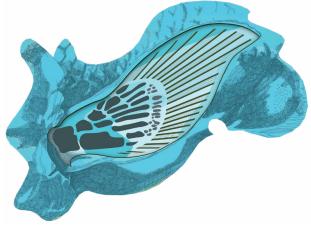
Expérience : comparaison de nageoires avec 2 vidéos.



Dunkleosteus marsaisi



nageoire rayonnée



nageoire charnue

Les premières pattes

La structure de la nageoire charnue préfigurait celle de la patte. En effet, on y décèle un axe principal composé de trois os : un premier pour la base, suivi de deux autres côte à côte, comme dans les pattes des tétrapodes. De nombreux rayons osseux placés en éventail soutenaient l'extrémité du lobe charnu contenant ces os. Un évènement majeur pour la suite a été le remplacement de ces rayons osseux par des doigts, assurant plus tard la marche sur terre.

À VOIR:

2 moulages: nageoire et patte.

CARBONIFÈRE

LA VIE COLONISE LES CONTINENTS

 $-359 \text{ MA} \rightarrow -299 \text{ MA}$

Le Carbonifère connaît un climat tropical et humide, qui s'assèchera peu à peu. Les continents se rassemblent progressivement en un seul supercontinent, la Pangée, entouré d'un immense océan.

À VOIR:

Animation vidéo interactive : la dérive des continents.

Le défi continental

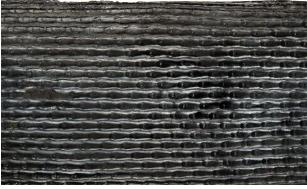
La colonisation des terres est progressive. Au Carbonifère, les plantes vivent encore les pieds dans l'eau, formant ainsi des forêts marécageuses. Il n'est en effet pas simple de s'affranchir du milieu aquatique! Il faut résister à la dessiccation, puiser eau et nutriments dans le sol et se tenir debout malgré la pesanteur. Cuticules, stomates, tissus ligneux sont autant d'adaptations qui ont permis de répondre à ces pressions environnementales.

La graine, une autre tactique

Jusqu'alors c'étaient les spores, nombreuses mais fragiles, qui assuraient la dispersion de l'espèce. C'est seulement ensuite que se produisait la fécondation, si les conditions le permettaient. La graine, elle, est le résultat d'une fécondation de l'ovule sur la plante. Elle est de grande taille, remplie de réserves et cernée d'une membrane imperméable qui fourniront nourriture et protection à la jeune pousse.

Pas à pas

Les animaux suivent de près les plantes dans la colonisation du milieu continental. Certains arthropodes furent parmi les premiers animaux du milieu continental à sortir de l'eau : leur carapace les protège en effet de la dessiccation et leurs pattes articulées facilitent leur déplacement sur le sol. Très rapidement, d'autres, comme les mille-pattes et les gastéropodes, suivent. Avec les tétrapodes, les vertébrés seront les derniers à aborder le continent.



Non, ce n'est pas une peau d'alligator!

C'est le tronc d'une sorte de fougère arborescente, dont la hauteur pouvait atteindre 30 m et le diamètre 1 m. Les marques sont les cicatrices laissées par les feuilles tombées en cours de croissance.

L'envol des insectes

Accompagnant la diversification des plantes, les insectes se transforment. Certains s'envolent grâce à de nouveaux organes : les ailes. Leur origine ? Soit elles découlent d'extensions tégumentaires sur les segments thoraciques, soit elles dérivent d'appendices situés au niveau des pattes. Avant de permettre le vol, elles ont dû remplir d'autres fonctions : signal d'alarme ou sexuel, régulation thermique, camouflage...

L'évolution continue

La sortie des eaux nous fascine tellement que nous en oublions souvent que la vie a continué à évoluer dans l'eau. Coraux, brachiopodes, crinoïdes peuplant le fond des mers ne cessent de se diversifier et les poissons continuent eux aussi leurs transformations : de nouvelles formes de requins apparaissent et les poissons osseux sont désormais dominants parmi les vertébrés marins.



Poumons et trachées

Échanges gazeux

Lorsqu'ils respirent, les animaux puisent de l'oxygène dans l'air ou dans l'eau et rejettent du dioxyde de carbone. L'oxygène permet la formation d'énergie grâce aux mitochondries. Le dioxyde de carbone est un déchet de la formation d'énergie. Ces gaz sont échangés, par diffusion passive et en fonction de leur concentration, au niveau de la fine couche humide qui couvre les surfaces respiratoires. Ces dernières se trouvent, selon l'animal, au niveau de la peau, des branchies, des trachées ou des poumons.

À VOIR:

Animation vidéo + audio : respirer dans l'air et dans l'eau. 4 modèles 3D : différents poumons.

Premiers poumons

Les poumons permettent de capter l'oxygène de l'air. Les premiers poumons, sans bronches, sont apparus chez des poissons avant la colonisation des terres par les tétrapodes, comme une adaptation à la vie dans des eaux pauvres en oxygène. Certains poissons actuels ont conservés poumons et branchies. Fonctionnels, ces poumons peuvent même assumer une part importante de la respiration. Ces poissons viennent donc régulièrement en surface.

À VOIR :

Animation vidéo: les premiers poumons.

Dessin : schéma de la respiration d'un poisson pulmoné.

Parcours de l'oxygène

L'air inspiré, riche en oxygène, descend dans les poumons par les bronches qui se ramifient en bronchioles de plus en plus fines. En fin de parcours, l'air arrive dans les alvéoles pulmonaires, des petits sacs très riches en capillaires sanguins. La membrane qui sépare les alvéoles des capillaires est très fine. Elle permet l'échange des gaz



Scaumenacia curta & Heteropneustes fossilis

respiratoires : l'oxygène de l'air passe dans le sang et le dioxyde de carbone, déchet de l'organisme, est éliminé du sang vers les alvéoles avant d'être expiré.

À VOIR :

Modèle 3D : coeur et poumon - système respiratoire.

Question d'efficacité

Deux modifications ont amélioré la respiration des tétrapodes terrestres. D'une part, l'ouverture des narines internes, les choanes, qui assurent un passage entre les fosses nasales et le pharynx. L'apparition de cette voie donne au nez sa fonction respiratoire et autorise la respiration bouche fermée. D'autre part, les muscles autour du thorax se développent. Leur travail transforme la cage thoracique en pompe, ce qui facilite l'entrée et la sortie de l'air contenu dans les poumons.

Un réseau de trachées

Les insectes respirent par une série de longs tubes qui se ramifient dans tout le corps. L'air extérieur pénètre par des ouvertures puis emprunte des ramifications de plus en plus fines qui aboutissent au contact des cellules. C'est là que l'oxygène traverse passivement leur membrane. Chez les insectes volants et certains « gros » insectes, qui consomment plus d'oxygène, la contraction des muscles des ailes ou de structures en soufflets crée un appel d'air et donc un apport accru d'oxygène.

À VOIR:

Modèle 3D: trachées chez l'insecte.

Marcher sur terre

De nombreux recyclages

Les arthropodes sont les premiers animaux à s'être aventurés en masse hors de l'eau, et ce, grâce à plusieurs prédispositions anatomiques : leur carapace rigide, véritable squelette externe, leur a permis de supporter la pesanteur tout en les protégeant de la dessiccation ; leurs nombreux appendices ont été recyclés en pattes. Le fait de posséder des articulations entre les différentes pièces de leur squelette a permis une marche « tout terrain » sur la terre ferme.

À VOIR:

5 dessins: arthropodes.

Résister à la pesanteur

Sur la terre ferme, les forces qui s'exercent sur la colonne vertébrale sont dirigées vers le bas. Porter le poids du corps et le déplacer a supposé quelques adaptations pour prévenir l'affaissement du dos, soutenir la tête et maintenir les viscères. Les os s'épaississent, les ceintures au niveau des épaules et des hanches s'élargissent, les membres se renforcent. Des muscles nouveaux, ou plus puissants, se développent. Les articulations se modifient, assurant des mouvements plus libres.



Meganeuridae ind.



Eurypterus lacustris

À VOIR:

Interactif : mouvements de la tête chez les animaux avec

Une démarche ondulante

Tout porte à croire que les premiers tétrapodes terrestres avaient des articulations, des mains et des doigts bien développés, des os robustes et des muscles puissants. Que leurs membres étaient insérés de manière latérale par rapport au corps, coudes et genoux dirigés vers l'extérieur. Une telle organisation existe encore chez les salamandres. Par similitude, on pense donc que les premiers vertébrés terrestres se déplaçaient comme elles: à chaque pas, le corps ondule latéralement.

À VOIR:

Expérience : les colonnes vertébrales.

Expérience : la marche de la salamandre probablement

similaire à celle des ancêtres des tétrapodes.



Eryops megacephalus

Les oeufs

Œufs d'insectes

Les œufs d'insectes sont protégés par une membrane très fine et une enveloppe extérieure plus dure et imperméable. Celle-ci empêche l'absorption ou la perte d'eau et permet aux œufs de résister à des conditions environnementales variées. À l'intérieur, le vitellus assure l'alimentation de l'embryon pendant son développement. Déposés seuls ou en groupes, protégés par une sécrétion ou cachés dans une crevasse, ses oeufs varient en taille, forme, couleur et sont issus de différents types de ponte.

À VOIR :

Vidéo : la coccinelle.

Dessin: schéma d'un œuf d'insecte.

Œufs d'amphibiens

Sans coquille, les œufs d'amphibiens sont vulnérables à la déshydratation. Ils sont donc pondus dans l'eau ou dans un milieu humide, protégés par une couche gélatineuse qui les maintient groupés. Chaque œuf est délimité par deux membranes, fines et accolées, et contient peu de réserves nutritives. Celles-ci suffisent au développement des têtards, ces larves aquatiques qui doivent encore se transformer. Chaque espèce a sa stratégie de ponte et rares sont celles qui s'occupent de leurs œufs.

À VOIR:

3 photos d'œufs.

Œuf amniotique

L'œuf amniotique peut être déposé au sec tout en permettant à l'embryon de se développer dans un micromilieu de type aquatique protégé par une coquille poreuse.



Oeufs d'amphibien

Dans l'œuf, le vitellus constitue les réserves nutritives et l'allantoïde permet la respiration et le stockage des déchets. À l'origine, la coquille serait une membrane fibreuse doublant la membrane de l'œuf comme chez celui des actuelles grenouilles Coqui. L'allantoïde et la calcification de la membrane fibreuse seraient apparues plus tard.

À VOIR:

Modèle 3D agrandi d'un œuf amniotique : ses différentes composantes.

2 photos d'œufs amniotiques.

SOUDAIN, IL Y A 245 MA, 95% DES ESPÈCES DISPARAISSENT.

JURASSIQUE

UNE FAUNE NOUVELLE DANS LES MERS

$-201 \text{ MA} \rightarrow -145 \text{ MA}$

Durant le Jurassique, lors de la fragmentation de la Pangée, s'ouvre l'océan Atlantique. De nombreuses mers peu profondes et chaudes apparaissent en de multiples endroits.

À VOIR :

Animation vidéo interactive : la dérive des continents.

Célèbres mollusques

L'extinction Permien-Trias voit la disparition de la plupart des céphalopodes. Seuls quelques-uns passent ce cap et donnent naissance à une grande variété d'ammonites, typiques des mers du Jurassique. Petites ou très grandes, elles se distinguent par leur ornementation et par les lignes ondulées - les sutures - laissées sur le bord de la coquille par les cloisons séparant les chambres internes.

Une solide carapace

Les crustacés peuplent les mers dès le Cambrien. Comme les autres groupes, ils subissent de plein fouet l'extinction Permien-Trias mais, très rapidement, ils se diversifient à nouveau. Ainsi, en réponse à une pression de prédation grandissante, de nouvelles espèces de crustacés, à la carapace de plus en plus épaisse, apparaissent, forçant certains à abandonner la nage et à marcher sur les fonds marins.

Coquillages fossiles

Sévèrement touchés par l'extinction de la fin du Permien, les bivalves ne tardent pas à repeupler les mers.

Celles du Jurassique sont ainsi habitées par une grande variété de coquillages, fort semblables à ceux que l'on peut trouver de nos jours, et qui présentent des modes de vies variés : enfouis dans des cavités, fixés à un substrat dur par leur byssus, posés librement sur le fond...



Bélemnite, Mégateuthis giganteus

Voici le squelette d'un autre céphalopode : une bélemnite. Regardez la partie écrasée, elle est l'homologue de la structure enroulée des ammonites. Le tout était couvert d'un tissu épais et musculeux donnant à l'animal l'apparence des seiches actuelles.

Poissons en tous genres

Caractérisés par une bouche circulaire munie de muscles puissants, par de robustes écailles et par une queue asymétrique, les poissons osseux dit holostéens dominent encore. Peu à peu, ils vont être concurrencés par un autre type de poissons, plus rapides et munis d'une mâchoire particulière. Par ailleurs, la plupart des requins, poissons cartilagineux, ont déjà leur forme anatomique actuelle.

Améliorations techniques

Ces poissons modernes, les téléostéens, ont une mâchoire articulée qui se projette vers l'avant puis se referme d'un coup sec. Ils peuvent donc, d'une part, grignoter les coraux ou ramasser la nourriture sur les fonds et, d'autre part, aspirer les proies. La finesse de leurs écailles améliore la rapidité de leurs déplacements. Ce groupe comprend aujourd'hui plus de 20.000 espèces.

Les dents de la mer

La morphologie des poissons cartilagineux, parmi lesquels les requins et les raies, est peu connue des paléontologues. N'ayant ni cuirasse externe, ni squelette interne ossifié, ils se fossilisent mal. On ne retrouve que leurs dents et parfois leurs écailles. On sait toutefois que les requins de type moderne sont déjà bien représentés au Jurassique.

Mise à jour : depuis la création de la salle, certains cas très rares de squelettes fossiles de requins, datant du Jurassique, ont pu être retrouvés.

Lis de mer

Les crinoïdes existent depuis le Cambrien. Très touchés lors de l'extinction Permien-Trias, ils ont connu un renouveau durant le Mésozoïque avec des formes aux bras flexibles. Ces animaux étranges filtrent l'eau qui passe entre leurs bras pour se nourrir d'algues unicellulaires, de larves et de petits crustacés. La plupart vivent fixés sur un substrat dur comme un tronc flottant ou un récif

Grands prédateurs

Les sauropsides (anciennement appelés « reptiles ») vont rapidement écumer les eaux et occuper une position de prédateurs supérieurs. Les ichthyosaures, nageant en haute-mer, se nourrissent essentiellement de bélemnites et de petits poissons. Les plésiosaures, aux gueules munies de dents fines et pointues, chassent à l'affût et consomment des poissons et des céphalopodes mous.

Aborder l'eau

D'abord terrestres, les sauropsides prolifèrent et se diversifient. Certains acquièrent des caractéristiques compatibles avec une vie aquatique. Ils peuvent, dès lors, profiter de la manne alimentaire que constitue la faune marine. Certains adopteront des modes de vie amphibies, comme les crocodiles ou les tortues. D'autres s'aventureront loin dans les mers comme les plésiosaures ou les ichthyosaures.

Comme un dauphin dans l'eau

Un corps hydrodynamique résultant du tassement du cou, une queue puissante battant de droite à gauche et quatre palettes natatoires : l'ichthyosaure présente un



Lis de mer



Machimosaurus

Voici l'un des plus grands crocodiles du Jurassique et peut-être l'un des plus redoutables car on a retrouvé des traces de ses dents sur des fossiles de dinosaures et de tortues. Nageant entre îles et archipels, il devait y faire des incursions pour se nourrir.



Plésiosaures

Les plésiosaures sont caractérisés par leur corps trapu et leur courte queue. Certains ont un long cou serpentiforme et une tête minuscule tandis que d'autres ont une tête massive portée par un cou ramassé. Ces derniers sont appelés pliosaures.

niveau d'adaptation poussé à la vie marine. Son mode de reproduction est également profondément modifié. Alors que les sauropsides pondent généralement leurs œufs sur la terre ferme, l'ichthyosaure donne naissance à son petit en pleine mer.

Manger ou être mangé

Le rapport entre proies et prédateurs a induit de nombreuses adaptations tant dans le domaine de l'attaque que de la défense. Si les sauropsides qui se situent au sommet de la chaîne alimentaire nous paraissent les plus terribles, ils sont aussi les plus vulnérables puisque leur survie est liée à l'équilibre de l'ensemble de l'écosystème.

Les cornes d'Amon

Typiques des mers du Jurassique, les ammonites doivent leur nom à la forme de leur coquille : le dieu égyptien Amon était en effet représenté portant des cornes de bélier. On en a trouvé des centaines d'espèces. Leur variété, leur faible longévité et leur large répartition géographique font le bonheur des paléontologues qui se basent sur les ammonites pour dater les sédiments de cette période. On parle de fossile dateur.



Nautilae ind. & Cenoceras inornatum

Les sauropsides et l'eau

S'adapter à l'eau

Terrestres, les sauropsides n'ont pu s'aventurer dans l'eau qu'à la suite de transformations plus ou moins poussées. Si tous gardent une respiration aérienne, certains en revanche vont développer des palettes natatoires à la place des pattes, ou modifier leur reproduction en mettant bas dans l'eau. Leur peau présente un avantage et un inconvénient : imperméable, elle fait barrière à l'entrée des sels marins dans le corps mais empêche l'élimination, par sudation, des sels ingérés en excès. Une glande, développée près des yeux, les excrétera.

À VOIR :

Modèle 3D interactif: les adaptations à l'eau d'un sauropside fictif + vidéo.

De la patte à la rame

Certains sauropsides marins se déplaçaient grâce à des palettes natatoires, transformations des membres des tétrapodes terrestres dont ils sont issus. Cette adaptation à la vie marine provient de modifications dans le développement du membre : un raccourcissement progressif de l'avant-bras et des phalanges. Celles-ci s'arrondissent et leur nombre augmente considérablement. Le pouce disparaît mais des doigts supplémentaires se développent aux côtés des doigts existants.



Pliosaurus brachydeirus

Vol subaquatique

Les plésiosaures étaient des animaux au corps massif en forme de tonneau, muni d'une queue courte et puissante qui servait de gouvernail. Leurs quatre membres, transformés en palettes natatoires, assuraient les déplacements par un « vol subaquatique » assez semblable à celui des tortues et obtenu par battement continu et lent de ces palettes. Les mouvements de ces dernières vers le bas étaient assurés par des muscles puissants du thorax, leur retour vers le haut étant dû à l'inertie.

À VOIR:

Interactif: vol subaquatique du plésiosaure.

Convergence évolutive

Les ichtyosaures avaient l'apparence des dauphins actuels : un corps fuselé, un aileron dorsal stabilisateur et une queue soutenant la nageoire caudale. Par contre, ils avaient quatre palettes natatoires et se propulsaient par des mouvements latéraux de la queue et non par des mouvements verticaux. Leur ressemblance avec les dauphins, alors qu'ils sont sans lien de parenté, est due à leur adaptation à des milieux de vie similaires. C'est ce que l'on appelle la convergence évolutive.



Stenopterygius quadriscissus

À VOIR:

Interactif: nage de l'ichthyosaure.

Manger et être mangé

Menu marin

Les crinoïdes, les éponges, les gorgones et les coquillages composaient le menu des gastéropodes, des étoiles de mer, mais aussi des ammonites, des bélemnites et des crustacés. Ces prédateurs étaient eux-mêmes dévorés par des poissons, des crocodiles, des sauropsides marins... dont les sauropsides marins les plus gros se nourrissaient. Au sommet de cette chaîne alimentaire, se trouvaient les pliosaures et les grands ichthyosaures, prédateurs qui ont pour équivalents actuels l'orque et certains grands requins.

À VOIR :

Interactif : comparaison des chaînes alimentaires des mers du Jurassique et contemporaines.

En marche arrière

Les ammonites et les bélemnites nageaient vers l'arrière, par réaction : l'eau, aspirée dans une cavité du manteau, permet d'assurer l'oxygénation des branchies. Elle est ensuite expulsée par une contraction des muscles de ce manteau, ce qui engendre un mouvement de recul. Ejectée sous pression, l'eau sort par le siphon, un tuyau étroit orientable, ce qui permet à l'animal de se diriger. Tout comme les pieuvres et les calamars, ces animaux pouvaient aussi libérer un nuage d'encre qui protégeait leur fuite.



Machimosaurus

À VOIR:

2 dessins: principe de la locomotion chez la seiche.

Comme le poisson rouge

Le succès des poissons téléostéens est dû, en partie, à la mâchoire mobile qui leur permet d'aspirer des proies et de grignoter les coraux. Lorsque la bouche s'ouvre, la mâchoire se déboîte et s'allonge vers l'avant. En se refermant, la mâchoire reprend sa place si rapidement qu'elle crée un courant d'aspiration. Par ailleurs, dotés d'une queue symétrique et d'écailles souples, ces poissons sont rapides et précis. En fait, ils sont efficaces tant pour s'échapper que pour chasser.

À VOIR:

Vidéo : poissons téléostéens. **4 moulages** de poissons.

SOUDAIN, IL Y A 65 MA, UNE NOUVELLE EXTINCTION MASSIVE : LES DINOSAURES DISPARAISSENT.

ÉOCÈNE

ESSOR DES MAMMIFÈRES

$-56 \text{ MA} \rightarrow -34 \text{ MA}$

Le début de l'Eocène connaît des températures moyennes très élevées (environ 10°C de plus qu'actuellement). Celles-ci diminuent ensuite progressivement. Les continents se rapprochent de leur position actuelle.

À VOIR:

Animation vidéo interactive : la dérive des continents.

Un climat tropical

Dix millions d'années ont passé depuis l'extinction Crétacé-Tertiaire qui a vu disparaître notamment les dinosaures. Cependant, le climat chaud de la fin du Crétacé s'est maintenu voire accentué, atteignant un optimum au début de l'Eocène. La température moyenne est alors de 10°C supérieure à la température actuelle. Une végétation de type tropical s'étend au-delà de 50° de latitude dans les deux hémisphères.

L'essor des oiseaux

Le climat tropical favorise la diversification des oiseaux déjà amorcée avant l'extinction Crétacé-Tertiaire. Certains développent des morphologies proches des lignées modernes mais d'autres abandonnent le vol au profit de la course. On voit apparaître des groupes d'oiseaux coureurs géants occupant la niche désormais libre des prédateurs de grande taille. Le célèbre Dyatrima devait par contre être omnivore.



Nipadites

Ce fruit fossilisé est celui d'un palmier. Exotique ? Non, il a été trouvé dans le sous-sol bruxellois. Une preuve du climat tropical qui régnait dans nos régions à l'époque. Les forêts y étaient alors également peuplées d'ifs, de figuiers, de séquoias...



Dyatrima

l'essor des mammifères

Le succès par les dents

Des niches écologiques disponibles, un climat chaud, et voilà que les mammifères, apparus 170 millions d'années plus tôt, se diversifient et se dispersent sur tous les continents. Une des clés de ce succès fut la spécialisation de leurs dents. Les grandes incisives des rongeurs, les molaires bosselées des ongulés, les canines des carnivores ... leur permettent une exploitation optimale des ressources alimentaires.

Nouvelles opportunités

Les niches écologiques libérées par l'extinction massive de la limite Crétacé-Tertiaire vont peu à peu être occupées, parfois par des animaux inattendus. Ainsi, parmi les mammifères, terrestres depuis leur apparition, certains s'élancent à la conquête des airs, d'autres colonisent les arbres, d'autres encore s'aventurent dans le milieu aquatique. Avec de nombreuses transformations morphologiques à la clé.

Des survivants

La diversification des mammifères et des oiseaux a entraîné une rivalité croissante dans les milieux disponibles. Les nouveaux arrivants entrent en concurrence avec les espèces qui ont survécu à l'extinction. C'est le cas notamment chez les sauropsides dont les survivants doivent également faire face à l'émergence des sauropsides dit modernes, qui sont à l'origine des lignées actuelles.

Changement de climat

Au début de l'Eocène, un double pic de température se traduit par un climat planétaire tropical. En fin de période, le climat se refroidit et s'assèche. L'Antarctique se couvre de glace et les forêts de type tropical se limitent à une mince bande alors que les forêts tempérées et les savanes se développent dans les zones intermédiaires. Les espèces animales se transforment de génération en génération : les transformations utiles dans ces nouvelles conditions de vie sont sélectionnées.

Migration des mammifères

Il y a 55 millions d'années, le climat devient rapidement chaud et humide. Les forêts s'étendent et couvrent même les régions polaires, des passages se créent entre l'Europe et l'Amérique du Nord. Ces ponts permettent la migration des mammifères d'un continent à l'autre. Par ailleurs, les mammifères les plus primitifs disparaissent et des formes dites modernes émergent.

À VOIR :

Animation vidéo: mammifères et climat.



Propalaeotherium

Ce petit animal fait partie de la lignée des chevaux. Son alimentation est composée essentiellement de feuilles. Il n'a pas encore les dents hautes, relativement cubiques et équipées d'une surface de mastication plane typique de ses descendants.



Chauve-souris

Apparues dès le début de l'Éocène, ces chauves-souris ressemblent déjà à leurs cousines contemporaines. Leur origine reste un mystère mais leur apparition coïncide avec l'augmentation de la diversité des plantes et des insectes, leur menu habituel.



Dorudon

Les baleines ont une origine terrestre. Regardez ce Dorudon : alors que ses pattes arrière ont fortement régressé, ses pattes avant se sont transformées en palettes natatoires.

Les dents

Les dents du succès

Le succès des mammifères est lié à leur dentition, à la manière de saisir et de broyer les aliments. Le broyage relève des molaires dont tous les types dérivent d'une forme primitive: les molaires supérieures qui, chez la plupart des mammifères, avaient trois cônes principaux. L'apparition d'un quatrième cône a été crucial pour les herbivores: il augmentait la surface masticatoire et améliorait le broyage. Des crêtes sont ensuite apparues entre les cônes, augmentant la diversité des types de dents.

À VOIR:

Jeu interactif : fonctionnement des mâchoires et des dents selon le régime alimentaire.

Un émail plus résistant

Lors de la mastication, l'émail est soumis à la pression des mâchoires l'une sur l'autre. Chez les premiers mammifères, cet émail était simple et composé de fibres parallèles, obliques par rapport à la surface de la dent. Plus tard, de nombreux groupes de mammifères, surtout ceux de grandes tailles et les rongeurs, ont développé un émail composé de deux couches entrecroisées de fibres parallèles. Cet arrangement fait la différence : cet émail est bien plus résistant à l'abrasion par les aliments et aux risques de fractures lors de la mastication.

À VOIR:

Vidéo - audio : l'émail.

Dents à toute épreuve

D'après leurs dents, les premiers rhinocéros se nourrissaient surtout de feuilles, alors très abondantes. Les dents de leurs descendants permettaient, elles, de brouter dans les prairies en pleine expansion. L'ingestion d'abrasifs, comme le sable, avec les aliments s'est traduite par l'acquisition d'un émail dentaire plus épais, d'une couronne très haute et d'un cément abondant. Par ailleurs, les prémolaires qui déchiraient se sont « molarisées », permettant d'écraser les aliments.

Nouvelles conquêtes

À la conquête des airs

Apparues il y a plus de 50 millions d'années, les chauvessouris volent grâce à l'adaptation de l'ossature de leurs membres antérieurs : un radius très allongé, un cubitus réduit. Les os des mains sont allongés et les doigts sont hypertrophiés, à l'exception du pouce. Ces doigts soutiennent une membrane fine, élastique, souple et adaptée au vol qui s'étend des membres antérieurs aux membres postérieurs. Seuls les pouces sont libres et permettent l'accrochage de l'animal.



Dents de ragondin & Pseudotomus hians



Dents de chevreuil & Plagiolophus sp.



Dents de renard & Vassacyan promiocodon

De la terre à la mer

Les baleines descendent de mammifères à sabots qui se sont tournés vers la vie marine. De terrestres, ces ancêtres sont devenus amphibies avant de voir leurs membres postérieurs régresser et disparaître. Leur bassin s'est également atrophié. Leurs membres antérieurs se sont transformés en palettes natatoires, même si les os et leur arrangement sont toujours ceux d'une main avec ses doigts. Au niveau de la tête, les narines ont migré vers le sommet du crâne, permettant de respirer sans trop sortir la tête de l'eau.

À VOIR:

Interactif: évolution des cétacés.

Grimper aux arbres

Le groupe des *Plesiadapis*, proche des primates, montre des traits favorables à la vie arboricole : des bras très mobiles, des pattes agiles et des doigts munis de griffes, utiles pour grimper aux arbres. Leurs yeux sont latéraux. Le groupe des Primates, apparu un peu plus tard, a une vision de face, des mains et des pieds préhensiles, un pouce opposable aux autres et des ongles plus adaptés que les griffes à la manipulation des branches et des brindilles.

À VOIR :

Animation vidéo: position des pattes pour grimper aux arbres



Notharcus tenebrosus

PRÉSENT

L'ÉVOLUTION CONTINUE

Actuellement, la température moyenne du globe est de 15°C. La planète abrite des climats très variés. Les continents continuent de bouger de quelques centimètres chaque année.

À VOIR:

Animation vidéo interactive : la dérive des continents.

La diversité de la vie

Il y a aujourd'hui près de 1.8 millions d'espèces décrites sur terre. Ce foisonnement contribue à la stabilité des écosystèmes et à leur survie. Mais pour combien de temps encore ? L'urbanisation à outrance, les changements climatiques, la destruction des espaces naturels ont bouleversé, voire détruit, les écosystèmes originaux, menaçant ainsi de nombreuses espèces.



L'ours brun est apparu il y a 700 000 ans, bien avant l'Homme moderne, dont on date maintenant l'origine à 300 000 années.

Nouvelles espèces

De nouvelles espèces

Il n'est pas rare que de nouvelles espèces voient le jour, c'est ce que l'on appelle le phénomène de spéciation. Il survient, par exemple, lorsqu'un obstacle géographique apparaît - chaîne de montagne, bras de mer, désert - et fragmente l'aire de répartition d'une espèce. Les différentes populations évoluent séparément jusqu'à ne plus pouvoir se reproduire entre elles.

De proche en proche

Il arrive que des populations d'une même espèce se répartissent autour d'une montagne, le long d'une vallée. Avec le temps, ces populations se différencient et deviennent de plus en plus étrangères l'une à l'autre. Chaque population reste capable de se reproduire avec sa voisine mais pas avec une population plus éloignée dans la chaîne. Ces populations éloignées appartiennent alors à des espèces différentes.

L'homme, facteur d'évolution

L'homme n'est pas un animal comme les autres : par ses actions quotidiennes, il en vient à compromettre les capacités de survie et de reproduction de nombreuses autres espèces. C'est son mode de vie - entraînant déforestation, pollution, changement climatique, urbanisation - qui est en cause, bien plus que ses activités de prédateur, comme la chasse et la pêche.

Vivre ensemble

Près de 300 espèces de cichlidés vivent dans le lac Tanganyika. Elles sont issues de quelques espèces initiales dont la descendance a divergé peu à peu en raison notamment de l'exploitation de niches écologiques différentes, menant lentement à des populations de plus en plus spécialisées. Des petites variations de taille, de forme, de couleur, d'ornementation ou encore de régime alimentaire entre ces populations se sont accumulées et ont conduit à la formation d'espèces différentes.

Ensemble, mais différent

Lors de la reproduction, les grillons attirent leur partenaire par un chant caractéristique, propre à chaque espèce. C'est la sélection sexuelle qui aurait produit cette barrière spécifique : la préférence, de plus en plus marquée au cours du temps, d'une population pour une fréquence sonore, un rythme, un comportement aurait ainsi abouti à la formation d'espèces différentes, vivant pourtant en sympatrie, c'est à dire ensemble et dans un même environnement. Un autre mécanisme est la différenciation d'espèces nouvelles par isolement géographique (apparition d'une mer, par exemple), on parle alors d'allopatrie.



Goélands

Le goéland brun et le goéland argenté cohabitent sur nos côtes mais ne peuvent pas se reproduire l'un avec l'autre. Deux espèces différentes ? Pas si simple, car il existe entre elles une chaîne de sous-populations qui, de proche en proche, sont interfécondes.

À VOIR:

Jeu audio: reconnaissance de chants d'insectes.

Les moustiques du métro

Les moustiques qui vivent dans le métro londonien ne sont pas les mêmes que ceux qui vivent en plein air! L'espèce du sous-sol est apparue, en quelques dizaines d'années, à partir des moustiques de surface. Ces deux formes se distinguent par leur habitat, leur régime alimentaire - le sang des mammifères ou celui des oiseaux-leur cycle de vie... La reproduction entre elles est difficile mais encore possible et donne une population spécifique : celle des embouchures de métro!

Anneau d'espèce

Partant de l'Oregon, la salamandre variable a colonisé le sud en suivant les deux rives de la vallée de San Joaquin. De chaque côté, la population s'est divisée en sous-populations qui ont évolué au fil du temps. Toujours capables de se reproduire de proche en proche, elles forment un continuum autour de la vallée. Mais, en Californie du sud, là où les rives de la vallée disparaissent, les deux formes de salamandre qui s'y rencontrent ne sont plus interfécondes : elles se comportent comme deux espèces distinctes.

À VOIR:

Jeu interactif : variation d'espèces de salamandres.

Des poissons dans le désert

Il y a 10.000 ans environ, la vallée de la mort, à l'ouest des Etats-Unis, était couverte de lacs et de ruisseaux. Par la suite, l'eau s'est retirée et les Cyprinodons, de petits poissons y habitant, se sont retrouvés piégés dans des points d'eaux isolés, formant de nombreuses souspopulations à partir de la population mère. Ces souspopulations, isolées dans de nouveaux environnements, ont lentement évolué en espèces distinctes adaptées à un habitat hautement spécifique.

À VOIR:

Jeu d'observation : évolution des Cyprinodons.

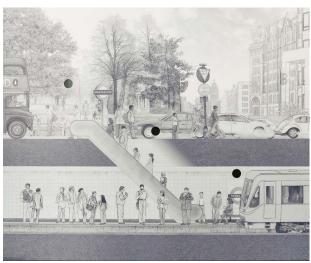
Pressions excercées par l'Homme

Sélection artificielle

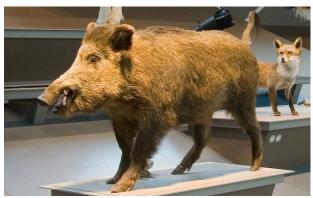
Lorsqu'il élève des animaux ou cultive des plantes, l'Homme sélectionne, modifie, favorise délibérément certaines caractéristiques au sein des espèces qui l'intéressent. Il oriente ainsi leur évolution. On ne parle plus ici de sélection naturelle mais bien de sélection artificielle à des fins esthétiques ou économiques.

L'Homme prédateur

Que ce soit par la chasse ou la pêche, l'Homme exerce une pression de sélection sur certains animaux.



Les moustiques du métro de Londres (dessin contenant trois espèces différentes de moustique)



Cochon

L'apparence des cochons a changé sous l'influence de la domestication. Si on compare un cochon sauvage et un cochon d'élevage destiné à la boucherie, on voit que le museau s'amenuise et que l'arrière-train s'hypertrophie, donnant plus de viande.

Manipulations

Toujours plus de viande

La race « Blanc Bleu Belge » est le produit d'une sélection artificielle, c'est-à-dire du choix des éleveurs qui ont cherché à favoriser le développement musculaire de ces animaux. C'est ainsi que des troupeaux, jusqu'alors élevés pour la production de lait, ont évolué en troupeaux d'animaux de boucherie. Les changements sont apparus en quelques générations, par sélection systématique et rigoureuse des animaux les plus viandeux. L'homme a donc délibérément agi sur l'évolution de cette race.

À VOIR:

Dessins : origine et évolution du Blanc Bleu Belge.

Victimes des élevages

En 25 ans de sélection artificielle, le patrimoine génétique du saumon atlantique a fortement évolué et ceux d'élevage sont très différents des saumons qui naissent en eaux libres. Cependant, au gré des fuites dans les élevages et de la reproduction entre saumons sauvages et élevés, des hybrides apparaissent et leur patrimoine se répand dans les populations sauvages. Il y a donc un grand risque que, d'ici 25 ans, les saumons sauvages aient disparus.

Pressions

(Pas) pris

La taille des mailles des filets de pêche est un facteur de sélection qui a mené, entre autres, à des populations de cabillauds adultes plus petits. En effet, les adultes de petite taille ont plus de chance de passer entre les mailles, et donc de survivre et de se reproduire. La taille étant en partie déterminée génétiquement, ils transmettent cette tendance à leur descendance. Ainsi, la taille des cabillauds adultes s'est peu à peu réduite.

À VOIR:

Jeu d'observation : la pêche des cabillauds.

La pression des armes

Les chasseurs d'ivoire exercent une pression de sélection sur les éléphants. En effet, l'ivoire étant très recherché, plus les défenses d'un individu sont longues, plus il risque d'être abattu. L'éléphant qui a des défenses courtes a donc plus de chance de survivre et de se reproduire. Les gènes impliqués dans la version « défenses courtes » sont donc transmis plus fréquemment à des descendants et les éléphants à petites défenses prolifèrent. La chasse contribue ainsi à modifier le pool génique de l'espèce.

À VOIR :

Animation vidéo: chasse à l'éléphant.



Blanc Bleu Belge



Cabillauds (sculture)

Contrecoups

Le paradoxe des antibiotiques

Les antibiotiques servent à tuer massivement les bactéries. Leur efficacité est très élevée mais il existe presque toujours des bactéries porteuses d'une mutation qui leur permet de résister au médicament. Ces quelques individus survivants se multiplient, transmettent leur mutation à leur descendance et sont à l'origine de populations résistantes. De nouvelles substances antibiotiques doivent alors être utilisées. Cette course à l'armement est permanente ! Certains scientifiques parlent d'hypothèse de la reine rouge. Cette hypothèse doit son nom à Alice au pays des merveilles. En effet, dans le livre de Lewis Caroll « De l'autre côté du miroir », la reine rouge et Alice sont en train de courir mais elles restent sur place. La reine dit alors à Alice que si elles veulent avancer elles doivent courir deux fois plus vite. L'hypothèse est que les espèces sont dans une sorte de course à l'armement pour survivre. Quand une proie développe un mécanisme de défense, un prédateur, pour garder la possibilité de manger la proie, doit développer un mécanisme d'attaque qui permet de contourner la défense de la proie. Cette théorie a été développée par Leigh Van Valen.

À VOIR:

Vidéo-audio: résistance aux antibiotiques.

Muter et résister

On lutte contre les poux grâce à des insecticides agissant sur leur système nerveux depuis plus de 60 ans. Peu à peu, des poux résistants à ces molécules sont apparus. L'analyse de leur patrimoine génétique a montré que deux mutations étaient responsables de leur immunité. Comme les poux qui survivent se multiplient en transmettant ces mutations, les descendants résistants sont de plus en plus nombreux dans la population.

À VOIR :

Photo (agrandie 100x) : pou

Photo (microscope électronique) : bactérie



Photo (agrandie 100x): pou

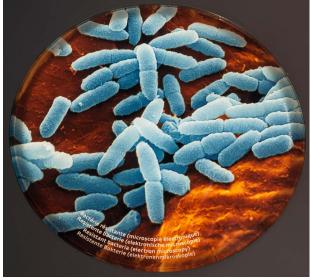


Photo (microscope électronique) : bactérie

FUTUR

CECLEST UNE FICTION

+50 MA →

En étudiant les mouvements des continents dans le passé, on peut prévoir leur position dans le futur. Dans 50 millions d'années, l'Europe et l'Afrique auront fusionné. La Méditerranée aura disparu et l'Australie poursuivra sa lente remontée vers l'Indonésie.

Les animaux du futur

Attention:

il s'agit bien entendu ici d'animaux imaginaires!

Neopygoscelis: manchot du Néozoïque

Longueur: jusque 4 mètres.

Origine: le manchot papou, Pygoscelis papua.

Évolution: transformation des membres postérieurs en palettes natatoires; allongement des ailes; (ré)apparition des dents cornées.

Rhombosepia: calmar rhomboédrique

Longueur : 20 cm en moyenne avec quelques cas de gigantisme au niveau néoabyssal.

Origine: la seiche commune, Sepia officinalis.

Évolution: simplification de l'appareil tentaculaire; fusion des tentacules en deux « submâchoires » qui s'ouvrent pour capter le plancton; réduction et migration du siphon (trachée) en position ventrale; hyper développement du manteau; déplacement dans l'eau par traction.

Propellonectes: pétrel à propulsion

Longueur: 1 mètre.

Origine: l'oiseau de mer, Macronectes halli.

Évolution: nouvelle forme non-volante; atrophie des ailes, hyper développement des membres postérieurs; morphologie hydrodynamique.

Helicopodus: scolopendre planeur

Longueur: 25 cm.

Origine: Scolopendra subspinipes.

Évolution: modification du telson (dernier segment) « en gouvernail »; réduction des antennes; allongement du cortex central moteur; agrandissement des yeux (appréhension des distances); hyper allongement des tergites (avec chevauchement partiel antéro-postérieur, c'est-à-dire dans l'axe longitudinal).



Rhombosepia: calmar rhomboédrique



Propellonectes : pétrel à propulsion



Helicopodus: scolopendre planeur

Trichopteryx: oppossum volant

Longueur : 1.5 mètre avec la queue comprise (2/3 de la longueur totale).

Origine: le phalanger-renard, *Trichosurus vulpecula*, marsupial arboricole.

Évolution: la queue préhensible devient plus longue et élastique; hyper allongement des doigts; développement de plis cutanés entre les pattes; la poche ventrale s'ouvre du côté opposé (ouverture vers la queue); l'animal perfore ses proies.

Corticochaeris: capybara écorcheur

Longueur: jusqu'à 2 mètres.

Origine: le capybara, *Hydrochaeris hydrochaeris*, le plus gros rongeur du monde.

Évolution: la ceinture scapulaire et la tête deviennent plus massives; hyper croissance et prognathisme des incisives supérieures et inférieures.



Trichopteryx : oppossum volant

GÉODE

LES ROUAGES DE L'ÉVOLUTION

Dans cette Géode, vous découvrirez une petite salle de cinéma qui projette un court-métrage sur l'évolution de la vie.



Géode