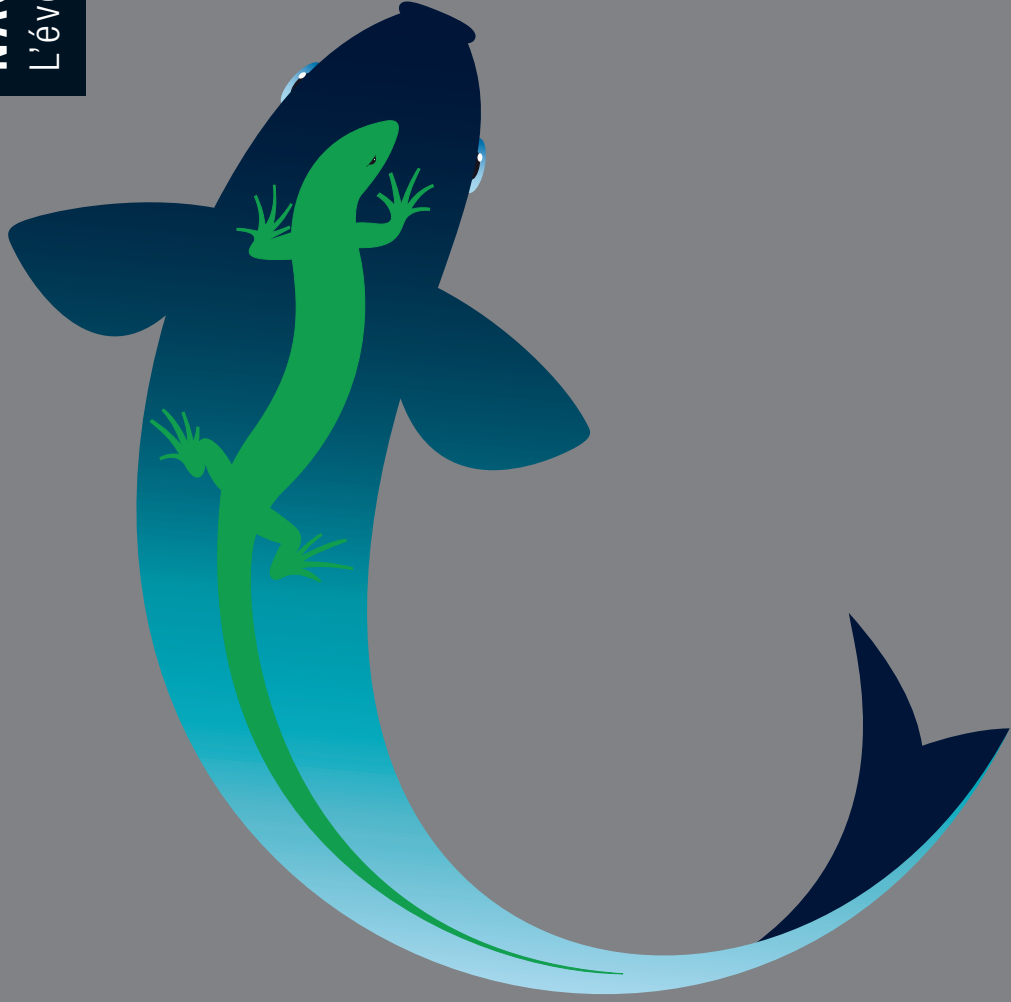


NAGER MARCHER VOLER

L'évolution des vertébrés



7^{ème} impression
Première édition 2009

© Naturhistorisches Museum Bern 2021

Direction scientifique : Ursula Menkveld-Gfeller
Concept : Dora Strahm, Ursula Menkveld-Gfeller
Texte : Dora Strahm
Traduction : Tania Brasseur Wibaut, Lausanne

Conception : Thea Sonderegger
Recherche iconographique : Lisa Schäublin

Couverture : d'après l'affiche de l'exposition de Claude Kuhn
Impression : Tanner Druck AG
Tirage : 2000 ex.
ISBN : 978-3-907088-28-9

Table des matières

4	Nager · marcher · voler L'évolution des vertébrés
6	Les fossiles racontent l'histoire de la vie
8	Les fossiles ne sont pas des pierres
10	Les premiers vertébrés
12	La mâchoire
14	Placodermes, acanthodiens
16	Chondrichtyens
18	Premiers ostéichthyens
20	Ostéichthyens modernes
22	Premiers indices de poumons et de pattes
24	Un poisson à quatre pattes
26	Amphibiens
28	Entre amphibien et reptile
30	Œufs terrestres
32	Caractéristiques crâniennes originelles
34	Reptiles
36	Premiers oiseaux
38	Des écailles aux plumes
40	Parenté oiseaux-reptiles
42	Entre reptiles et mammifères
44	Mammifères
47	Crédits photographiques



Nager • Marcher • Voler

L'évolution des vertébrés

A l'aide d'objets, de mises en scène et de textes accessibles, l'exposition permet au public de découvrir le développement des vertébrés. A ceux qui désirent en savoir plus, la brochure de l'exposition fournit des informations approfondies sur chaque thème. Pratique, elle offre une vue d'ensemble au format de poche – idéale pour se replonger calmement chez soi dans toute cette histoire.

L'exposition donne vie aux fossiles. Délogés de la roche, les fossiles racontent, avec l'aide de mises en scène, de dessins, de modèles et d'animations par ordinateur, une histoire fascinante: l'apparition des vertébrés.

Des organismes aquatiques simples se transforment en poissons, d'abord lourdement cuirassés, avant de devenir de parfaits nageurs. Les amphibiens sortent de l'eau et connaissent une longue période de prospérité; ils donneront naissance aux reptiles, qui conquièrent la terre ferme. C'est de ces quadrupèdes que descendent les oiseaux, les derniers survivants des dinosaures. Parmi les premiers reptiles figurent aussi les ancêtres d'un nouveau groupe révolutionnaire, qui domine aujourd'hui le monde: les mammifères, dont l'être humain fait partie.

De station en station, le visiteur suit à travers l'exposition l'histoire de sa propre genèse, qui dure depuis des millions d'années. De nos ancêtres agnathes jus-

qu'à l'apparition de l'être humain, on peut observer comment, inlassablement, les forces de l'évolution forment, développent ou font disparaître les êtres vivants.

Les fossiles racontent l'histoire de la vie

Les fossiles (organismes vivants fossilisés ou leurs empreintes) permettent de suivre l'évolution de la vie.

Morceau par morceau, les fossiles délivrent une image de plus en plus précise du passé. Bien sûr, ils laissent aussi des vides: toutes les étapes de l'évolution ne sont pas représentées dans les fossiles. L'histoire de la vie se réécrit ainsi sans cesse; chaque nouveau fossile découvert peut bouleverser les connaissances actuelles.

Rendre les fossiles visibles

Lorsqu'on découvre un fossile, on ne devine souvent pas au premier coup d'œil de quel être vivant il s'agit.

Les spécialistes commencent par éliminer la pierre qui est autour avec un marteau et un burin, puis avec un grattoir et une sableuse. Avec la précision d'un horloger, ils dégagent millimètre par millimètre ces trésors immémoriaux. Il faut beaucoup d'expérience pour parvenir à assembler un squelette ou à reconstituer un modèle d'animal entier à partir de fossiles.





Le fossile avant sa préparation : ichthyosaure *Stenopterygius* sp. Holzmaden (D), 183 millions d'années, Lias.



Partie non dégagée de l'ichthyosaure.



Après la préparation, les détails les plus fins sont visibles.

Les fossiles ouvrent une fenêtre sur le passé: les débris pétrifiés d'animaux et de plantes montrent la genèse d'êtres vivants qui sont apparus ou ont disparu au fil de ces millions d'années. L'ensemble des fossiles trouvés, le registre fossile, constituent une base solide pour comprendre l'évolution: aujourd'hui, les principales étapes de l'évolution de la vie sont bien documentées. Mais de nouvelles découvertes apportent sans cesse de nouvelles connaissances et corrigent les assertions précédentes.

Les fossiles ne peuvent pas livrer une image complète du passé: la fossilisation ne se produit que dans des conditions très par-

ticulières. Il existe donc des périodes où les êtres vivants n'ont laissé aucune trace fossile. En outre, ce sont souvent les os ou les carapaces qui sont conservées, les matières molles, comme les organes ou la peau, étant généralement détruites par le processus compliqué de la fossilisation.

Pour ne pas perdre davantage d'informations en dégagant un fossile, spécialistes scientifiques et techniques travaillent en étroite collaboration. Il ne faut pas endommager ces témoins précieux durant leur préparation.

Les fossiles ne sont pas des pierres

Corps, traces de nourrissage ou empreintes de plume: depuis la nuit des temps, des traces de vie sont conservées dans la roche.

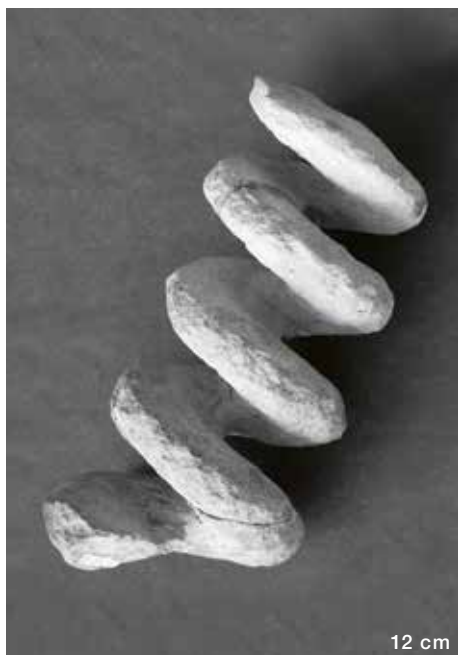
Pour un œil non averti, il est souvent difficile de discerner les restes d'un être vivant dans un fossile. Ainsi, pour certains, les fossiles présentent certes de jolies formes, mais ils restent sans vie. Modèles, dessins et animations sur ordinateur redonnent vie à ces « pierres » et montrent à quoi pouvaient ressembler les animaux ou les plantes.

Un poisson issu du passé

Le cœlacanthe *Latimeria* est un « fossile vivant » : il a la même apparence qu'il y a 390 millions d'années.

Sa découverte en 1938 à bord d'un chalutier en Afrique du Sud fut un événement zoologique au XXe siècle. Jusque-là, ces poissons n'étaient connus que sous forme de fossiles ; on pensait qu'ils avaient disparu depuis des millions d'années. Le retentissement occasionné par *Latimeria* est comparable à celui que provoquerait aujourd'hui la découverte d'un dinosaure vivant.





Il ne s'agit pas d'un être vivant, mais juste d'une trace fossilisée, probablement la galerie souterraine hélicoïdale d'un crustacé.



Plume fossilisée d'*Archæopteryx*.

Tirer plantes et animaux fossiles de leur profond sommeil et reconstituer leur anatomie, leur mode de vie ou leur environnement requièrent la collaboration de nombreux spécialistes. Des connaissances techniques, artisanales, géologiques, biologiques, anatomiques, écologiques, chimiques et physiques sont nécessaires pour que, au bout du compte, les fossiles soient interprétés correctement. Souvent, les avis divergent : les fossiles ne permettent pas toujours d'aboutir à des conclusions irréfutables.

La reconstruction d'organismes fossiles exige aussi des qualités artistiques : tou-

tes ces conclusions doivent déboucher sur une image correcte sur le plan scientifique, mais aussi vivante et convaincante. Dans ce domaine, la liberté créatrice est de mise. Dans la plupart des cas, les fossiles ne fournissent aucun détail tel que couleur ou texture de peau. C'est pourquoi pelages, peaux, plumages ou écailles des animaux actuels servent de modèles et d'inspiration permettant de réaliser les répliques les plus authentiques possibles.



Les ancêtres

Semblables à des poissons, insignifiants, sans pieds ni mains : ces êtres vivants modestes étaient nos ancêtres.

Pattes, dents ou poils : à l'origine des quadrupèdes, dont nous faisons partie, tout cela n'existait pas. Mais ces premières créatures pisciformes marquent le début d'une évolution spectaculaire. Au fil de périodes d'une durée inimaginable, tous les vertébrés actuels, c'est-à-dire poissons, amphibiens, reptiles, oiseaux et mammifères se sont développés à partir de ces formes.

Premiers vertébrés

Ces êtres aquatiques primitifs n'étaient pas des poissons, mais des agnathes : ils n'avaient pas de mâchoires pour mordre.

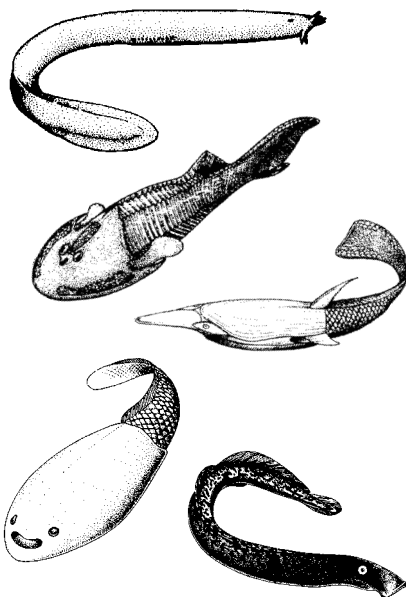
Ils absorbaient leur nourriture en l'aspirant ou en filtrant l'eau. La plupart possédaient une cuirasse crânienne rigide et osseuse. Certains nageaient au large ; d'autres, au corps aplati, habitaient le fond de l'eau. Certains de ces agnathes existent encore aujourd'hui : les lamproies et les myxines, des créatures anguilliformes et nues, dotées de minuscules dents cornées fonctionnant comme une râpe.



La bouche, munie d'une râpe de petites dents cornées, d'un agnathe actuel, la lamproie marine *Petromyzon marinus*.



Outre les yeux et le nez, les lamproies possèdent de chaque côté sept orifices branchiaux. Lamproie de Planer *Lampetra planeri*.



Des animaux à l'apparence de poissons, mais qui ne sont pas des poissons : les agnathes.

Durant longtemps, outre les poissons, une grande variété d'animaux aquatiques pisciformes peuplèrent les mers : les agnathes – terme générique désignant les vertébrés n'ayant pas développé de mâchoires (du grec gnathos : mâchoire). Environ 3000 espèces sont connues aujourd'hui. Elles possédaient une cuirasse dermique bien développée, notamment au niveau du crâne, ou étaient recouvertes d'écailles osseuses. La majorité des espèces étaient dépourvues de nageoires pectorales ou ventrales ; seule leur queue recouverte de petites écailles était mobile. Comparés aux poissons, les agnathes faisaient donc figure de piètres nageurs.

Deux groupes d'agnathes anguilliformes, pourvus d'une bouche hérissée de dents cornées, existent encore aujourd'hui. Répandues dans toutes les mers du monde, les myxines sont nécrophages, mais elles dévorent aussi des proies sans défense, comme des poissons pris dans des filets.

Les lamproies vivent surtout près des côtes ou en eau douce. Les lamproies marines et fluviatiles sont des parasites qui raclent la chair des poissons vivants. Mais la lamproie de Planer, notre dernière espèce indigène, est inoffensive. Sous sa forme larvaire, elle filtre durant 6 à 7 ans des particules en suspension dans l'eau. Adulte, elle cesse de se nourrir.

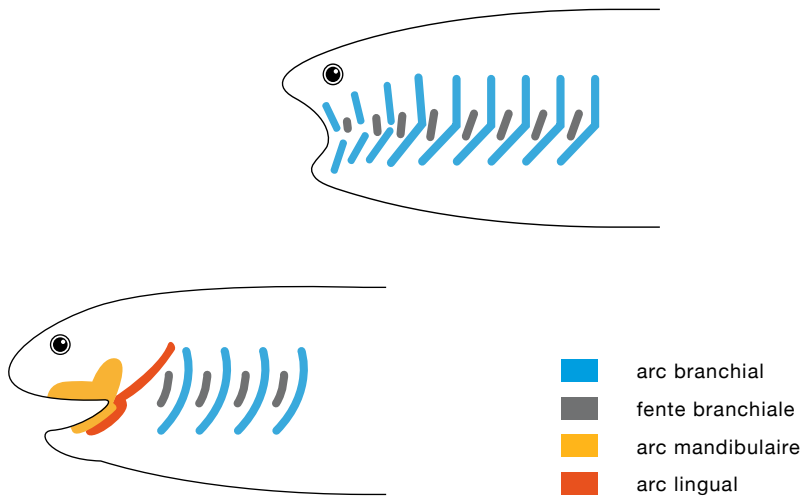
GNATHOSTOMES, DEPUIS 444 MILLIONS D'ANNÉES

Attraper, mordre, mâcher

Avec le développement de la mâchoire, une nouvelle ère débuta. Il devenait possible d'attraper des proies et de les réduire en petits morceaux.

Les premiers êtres vivants pourvus de mâchoires furent les poissons. Il s'en suivit une rapide évolution de cet outil aux variantes multiples. Sous les formes les plus diverses, de la gueule dentée à la fine pincette du bec, la mâchoire permit l'accès à d'innombrables ressources alimentaires et, ce faisant, le développement de nouveaux modes de vie variés.





La mâchoire s'est probablement développée à partir d'un des arcs branchiaux antérieurs.

Les mâchoires se développèrent par le biais de modifications au niveau de l'anatomie des branchies chez les agnathes. Chez ces animaux, un squelette élastique et cartilagineux d'arcs branchiaux soutient l'appareil branchial. On suppose que la mâchoire est issue de l'un des premiers arcs branchiaux.

Des recherches récentes montrent que « l'invention évolutive » de la mâchoire s'accompagna de l'extinction d'un gène impliqué dans le développement de l'embryon. Cependant, on n'ignore encore combien de gènes et d'étapes conduisirent, en fin de compte, au développement complet de la mâchoire.

Hormis les lamproies et les myxines, tous les vertébrés actuels (poissons, amphibiens, reptiles, oiseaux et mammifères) arborent une mâchoire. De toute évidence, cette construction l'a emporté par rapport au plan agnathe. Une râpe de dents ou une bouche aspirante ne permettent que d'aspirer, de filtrer ou de grignoter. Seules des mâchoires pouvaient transformer des animaux édentés filtrant la boue pour se nourrir en prédateurs capables de capturer et de déchiqueter de gros animaux.

ACANTHODIENS 444-270 MILLIONS D'ANNÉES
 PLACODERMES 416-360 MILLIONS D'ANNÉES

La première grande gueule

D'une longueur de près de 10 m, lourdement cuirassé, la gueule garnie de plaques osseuses tranchantes : tel était le placoderme *Dunkleosteus*.

Cette créature fut le plus grand des placodermes et le premier animal géant de notre planète. Grâce à une articulation particulière située au niveau de la nuque, il pouvait soulever la tête et donc ouvrir largement la bouche. Son impressionnante dentition lui permettait de casser et de broyer la carapace de ses proies, qu'il guettait sans doute surtout au fond de la mer.

Ecailles et aiguillons contre gueules voraces

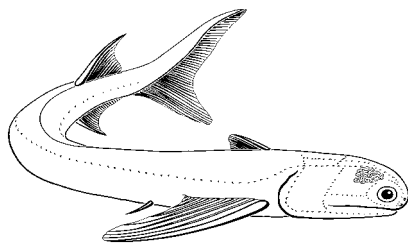
Un contemporain du placoderme possédait un attribut très particulier : ses nageoires étaient munies de dures épines osseuses.

Les acanthodiens étaient aussi des poissons bien protégés par ailleurs : ils avaient le corps et les nageoires couverts d'écaillures dures. Certains possédaient des dents puissantes de chasseurs, mais la majorité filtrait l'eau pour se nourrir. Comme les placodermes, les acanthodiens ont fini dans une impasse : il n'existe aucun descendant de ces groupes de poissons.





Placoderme *Coccosteus cuspidatus*, poisson d'eau douce. Ecosse, 395 millions d'années, Devon.



Acanthodien *Acanthodes bronni*. Palatinat (D), 285 millions d'années, Perm.

Les acanthodiens sont les premiers poissons dotés d'une mâchoire que l'on ait découverts jusqu'ici. Leur silhouette rappelle celle du requin, c'est pourquoi ils sont aussi appelés « requins épineux ». Les acanthodiens possédaient des paires d'épines défensives non seulement sur les nageoires, mais aussi sur le ventre – ils vivaient plutôt à la surface de l'eau et devaient se protéger des attaques venant des profondeurs. Certains atteignaient une longueur de 2 m, mais la plupart n'excédaient pas 50 cm.

Leurs contemporains, les placodermes, qui au début ressemblaient encore à des agnathes cuirassés, devinrent les premiers grands

chasseurs vertébrés à faire régner l'insécurité dans les mers. Ils avaient la tête, le thorax et la nuque couverts de grosses plaques osseuses. Dans la bouche, ils arboraient des plaques d'os aiguës à la place des dents. Leur lourde « armure » était certes rigide, mais leurs nageoires paires et leur queue étaient mobiles, ce qui en faisait des nageurs habiles. De forme aplatie, beaucoup étaient équipés pour la chasse dans les fonds marins – l'habitat de prédilection des agnathes.

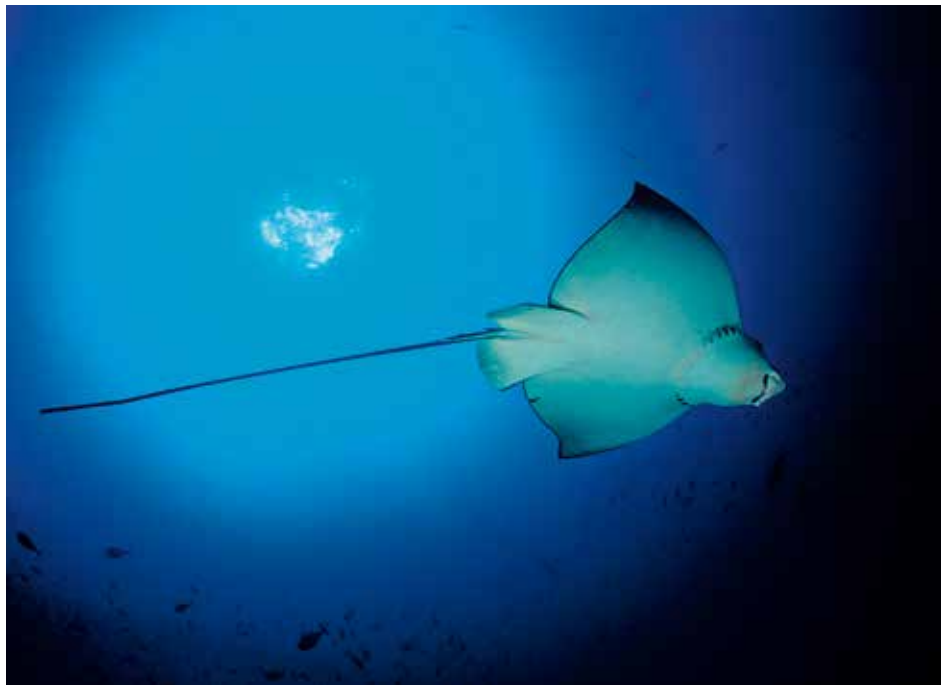
Acanthodiens et placodermes se sont éteints et n'ont laissé aucun descendant derrière eux.

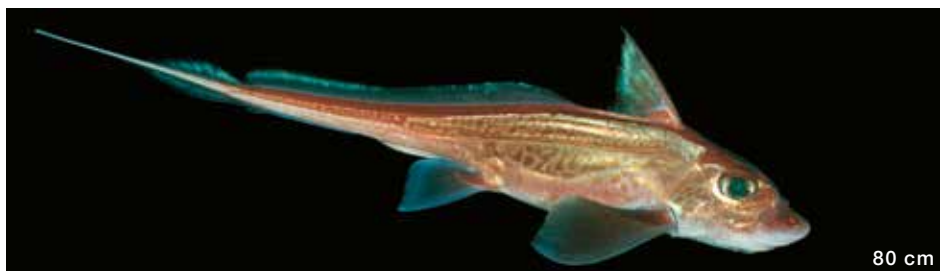
CHONDRICHTYENS, DEPUIS 416 MILLIONS D'ANNÉES

Les chondrichthyens ou poissons cartilagineux : requins, raies et chimères

Ces animaux ne joueront aucun rôle dans l'évolution ultérieure des vertébrés. Ils sont restés de parfaits habitants des mers.

Les chondrichthyens sont rares : seuls 2% des poissons en font partie. Ils possèdent une peau couverte de denticules et un squelette cartilagineux et non osseux. De nombreux requins ont les dents tranchantes ; en revanche, les raies broient leurs proies à l'aide de leurs plaques mandibulaires, tout comme les chimères, de lointaines cousines des requins et des raies.





La chimère, un poisson cartilagineux vivant dans les abysses.



Xénacanth *Orthacanthus senckenbergianus*.
Niederkirchen (D), 285 millions d'années, Perm.

Aujourd'hui, les requins vivent en haute mer et les raies, dans les fonds marins proches des côtes. Les chimères habitent les abysses, comme leurs ancêtres sans doute : leurs organes sensoriels électriques et la fécondation interne de certaines espèces suggèrent que les chondrichthyens se développent d'abord dans les abysses.

Très tôt dans la phylogénèse, les ancêtres des chondrichthyens durent abandonner leur cuirasse ; les plus anciennes découvertes ne comportent que dents et denticules dermiques, les squelettes étant rarement conservés. Hormis chez les chimères, la peau des raies et requins actuels est toujours

couverte de denticules striés, qui forment une protection résistante, aux qualités hydrodynamiques optimales. Un squelette cartilagineux, renforcé par de petites plaques calcifiées, et un foie riche en huile permettent de réduire le poids de l'animal.

Ces adaptations font des chondrichthyens des nageurs incomparables. Leurs qualités hydrodynamiques contribuent aujourd'hui à baisser la consommation de carburant des avions et des bateaux : la technologie inspirée de la peau de requin réduit la résistance due au frottement et protège la coque des bateaux des amas de moules.

OSTÉICHTHYENS, DEPUIS 416 MILLIONS

Les ancêtres des poissons actuels

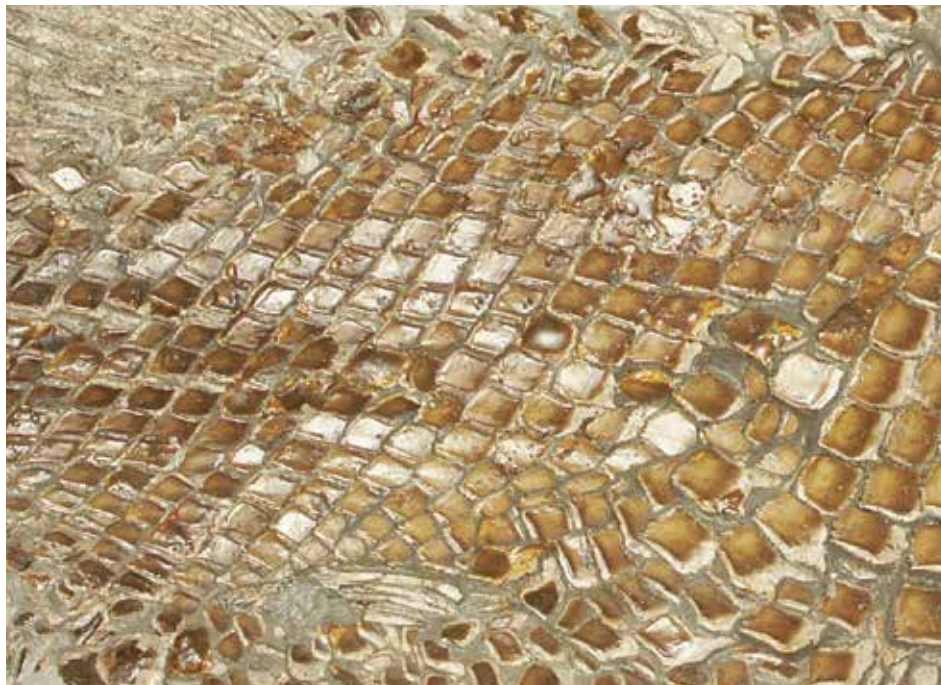
Des écailles épaisses et dures, une nageoire caudale asymétrique, des vertèbres cartilagineuses et non osseuses : telle était la « version originale » des poissons modernes.

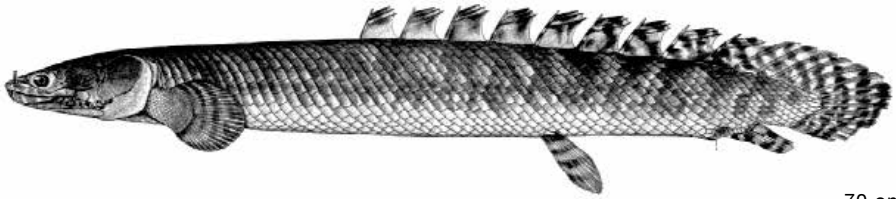
Leurs écailles se composaient de petites plaques osseuses carrées, disposées comme des pavés et couvertes d'une sorte d'émail dentaire. Autre caractéristique primitive : la nageoire caudale asymétrique, étirée vers le haut. Leurs nageoires étaient parcourues de « rayons » d'os fins et serrés, d'où le nom de « poissons à nageoires rayonnées ».

Des poissons toujours plus légers, plus mobiles, plus rapides

Ecailles plus fines, vertèbres intégralement osseuses, nageoire caudale symétrique : des formes plus modernes apparurent.

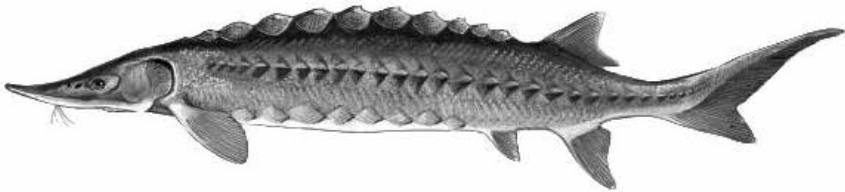
La couche « d'émail dentaire » sur les écailles qui s'amincissaient disparut petit à petit. Les animaux s'allégèrent, leurs nageoires, soutenues par moins de rayons osseux, devinrent plus agiles ; leur aptitude à nager ne cessa de s'améliorer. A l'aide de tels attributs, les poissons entamèrent une marche triomphale qui continue aujourd'hui, avec les poissons osseux modernes.





70 cm

Les polyptères possèdent de dures écailles recouvertes d'émail.



100 cm

Autres attributs primitifs chez les esturgeons : des plaques osseuses latérales et une nageoire caudale asymétrique.

Nous connaissons aujourd'hui les poissons comme des nageurs lestés et hydrodynamiques. En revanche, leurs ancêtres portaient de lourdes « cottes de mailles » : d'épaisses écailles reliées entre elles et couvertes d'un émail dur. Leur constitution ne leur permettait pas d'atteindre des vitesses élevées ou d'accomplir des manœuvres très rapides.

Au fil de l'évolution des poissons à nageoires rayonnées (actinoptérygiens), le squelette s'ossifia. Une colonne vertébrale réduite permit au corps de se rigidifier et d'être donc plus hydrodynamique. La colonne vertébrale se retira du lobe supérieur

de la nageoire caudale, et la queue, devenue ainsi mobile, apporta une puissante impulsion. La cuirasse d'écailles s'allégea et le nombre de rayons osseux diminua : la pesante protection osseuse céda la place à la mobilité et à la rapidité.

Les attributs des poissons primitifs sont encore visibles aujourd'hui : polyptères et esturgeons possèdent des écailles ou des plaques osseuses recouvertes d'une couche d'émail. Les esturgeons présentent en outre une nageoire caudale asymétrique.

OSTÉICHTHYENS, DEPUIS 416 MILLIONS D'ANNÉES

Poissons modernes : une « success story »

Bien plus qu'un canapé au saumon ou qu'une salade de thon : les poissons actuels constituent un véritable apogée de l'évolution de la vie.

Plus de la moitié des vertébrés connus ne sont ni des amphibiens, des reptiles ou des oiseaux, ni des mammifères, mais des poissons. Un groupe se montre particulièrement prospère : plus de 95% des poissons sont des poissons osseux modernes ou téléostéens. Du ruisseau de montagne aux abysses, ils peuplent presque tous les écosystèmes que mers et eaux douces peuvent offrir.

Les poissons de nos lacs et cours d'eau

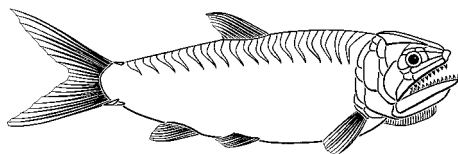
En Suisse, beaucoup d'espèces de poissons menacent de disparaître à notre insu, car leurs conditions de vie se dégradent.

Il existe chez nous 70 espèces de poissons, dont 15 furent introduites. Les espèces privilégiées par les pêcheurs amateurs sont favorisées : par exemple, de jeunes truites sont lâchées en masse chaque année. Les poissons prédateurs constituent un danger pour de nombreuses petites espèces ; mais les cours d'eaux comblés ou pollués rendent la vie dure aux poissons.





De nombreuses espèces de thons, massivement surpêchées, menacent de disparaître.



Caturus pachyurus Solnhofen (D), 148 millions d'années, Malm.

Les poissons osseux modernes ont perfectionné leur mobilité, leur rapidité et leur adaptabilité. Seules les fines plaquettes osseuses, les écailles, rappellent encore la cuirasse puissante de leurs ancêtres. Ils représentent le groupe de poissons le plus nombreux et le plus varié morphologiquement : on en connaît environ 50 000 espèces aujourd'hui. Que ce soit les thons chassant en haute mer ou les carpes broutant dans l'étang, les poissons utilisent les habitats et les sources de nourriture les plus divers.

Malgré leur adaptabilité, les populations affichent aujourd'hui un recul alarmant. De

trop nombreux pêcheurs pêchent trop ; les modes de pêche ne cessent de gagner en efficacité. Mais la surpêche n'est pas la seule responsable. Pollution, surfertilisation et réchauffement du climat modifient les interactions complexes entre ressources alimentaires, température de l'eau, incidence de la lumière, salinité et courants marins.

L'impact de ces différents facteurs sur l'évolution des animaux marins fait aujourd'hui l'objet de recherches. Une chose est sûre : le groupe de vertébrés le plus riche en espèces ne peut faire face à la rapide altération de son milieu par l'homme.

SARCOPTÉRYGIENS, DEPUIS 416 MILLIONS D'ANNÉES

Premiers souffles

Respirer avec des poumons fut une innovation révolutionnaire sur le chemin de l'eau à la terre.

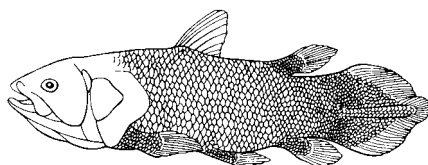
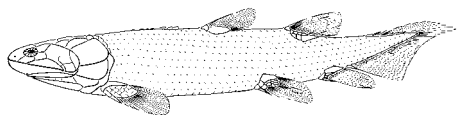
Au départ, les poumons n'étaient qu'une simple protubérance de l'œsophage chez les poissons primitifs. Cet organe leur permettait de respirer là où les branchies ne suffisaient plus : dans l'eau chaude et pauvre en oxygène, près des rives. Grâce aux poissons pulmonés actuels et aux poissons primitifs comme le lépisosté osseux, nous pouvons nous faire une idée de ces « premiers poumons ».

Premiers indices de poumons et de pattes

Les cœlacanthes empruntèrent une autre voie que les poissons modernes : leur squelette ressemblait déjà un peu à celui des premiers amphibiens.

Un groupe de cœlacanthes, les rhipidistiens, développèrent une particularité très importante : une « narine intérieure », par laquelle ils pouvaient aspirer l'air, un lien direct entre l'orifice nasal et la cavité buccale. C'est ce qui rendit possible la respiration pulmonaire. Du fait de cette caractéristique, les rhipidistiens sont les ancêtres directs de tous les quadrupèdes terrestres.





Un représentant des rhipidistiens: le cœlacanthe *Osteolepis macrolepidotus*. Orkney Islands, Ecosse, 390 millions d'années, Devon.

Cœlacanthe *Undina penicillata*. Solnhofen (D), 148 millions d'années, Malm.

L'un des groupes de poissons osseux conquiert les eaux en tant que poissons osseux modernes ; l'autre, celui des poissons à nageoires charnues, sert de point de départ à l'évolution des vertébrés terrestres. Les cœlacanthes et les poissons pulmonés primitifs possèdent quatre pagaies charnues et pédiculées : le début de l'évolution des nageoires vers les pattes. Chez *Latimeria*, un cœlacanthe actuel, une caractéristique des quadrupèdes postérieurs est bien visible : le mouvement des nageoires qui se croisent correspond déjà à la marche des salamandres ou des sauriens.

Chez les rhipidistiens, les ancêtres directs des vertébrés terrestres, crâne et membres

ressemblent déjà nettement à ceux des futurs amphibiens. En outre, on trouve pour la première fois chez certaines espèces une connexion entre orifice nasal et cavité buccale. Le développement de l'orifice nasal interne est peut-être une adaptation aux conditions environnementales de l'époque.

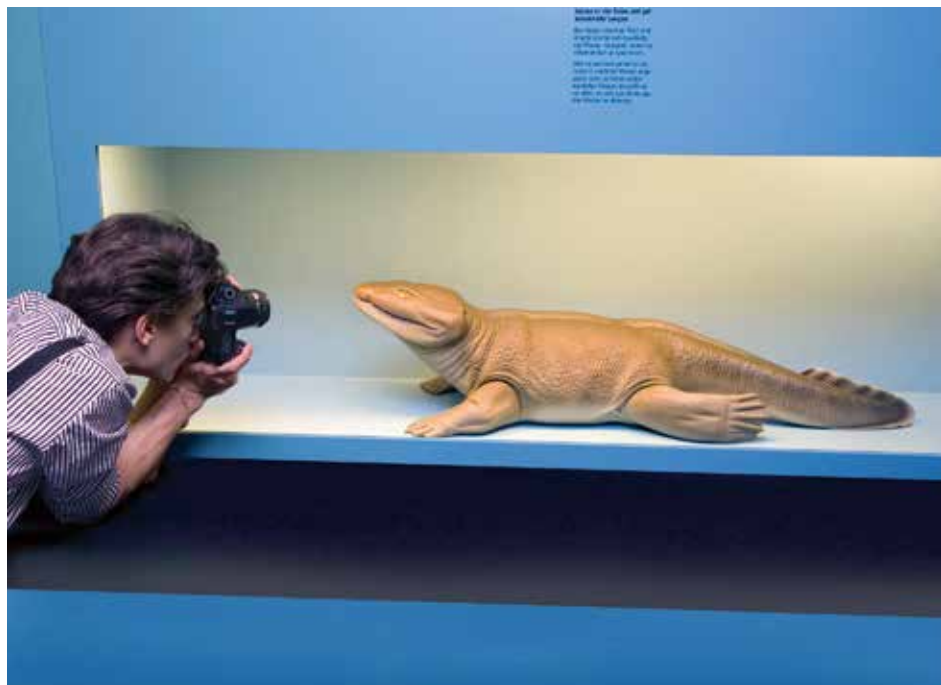
Les rhipidistiens étaient probablement des prédateurs vivant dans des bassins peu profonds d'eau douce et chaude ; oxygène et proies s'y concentraient à la surface de l'eau. Les poissons, qui, en chassant, pouvaient respirer par le nez à la surface de l'eau, sans faire de mouvements susceptibles de les trahir, étaient vraisemblablement avantagés.

QUADRUPÈDES, DEPUIS 375 MILLIONS D'ANNÉES

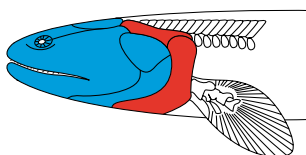
Un « poisson à quatre pattes »

Avec *Ichthyostega*, la vie terrestre se rapproche encore : malgré sa queue de poisson, il possède quatre pattes et des poumons bien développés.

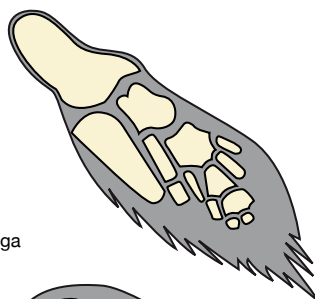
Entre poisson et amphibie, l'animal pouvait quitter l'eau pour une courte durée en rampant sur le sol à la manière d'un phoque. Mais il était encore parfaitement adapté à la vie en eaux peu profondes, utilisant surtout ses nageoires transformées en pattes pour s'élever hors de l'eau afin de respirer.



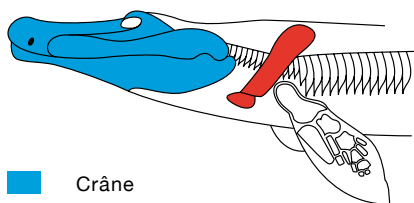
Coelacanthé



Tiktaalik



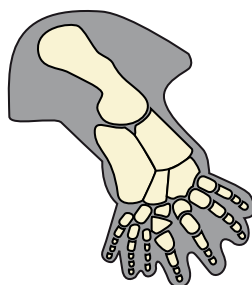
Tiktaalik



Crâne

Ceinture scapulaire

Ichthyostega



Chez *Tiktaalik*, la tête est séparée de la ceinture scapulaire : contrairement à un coelacanthé, il peut soulever la tête.

Des nageoires naquirent les pattes : nageoire pectorale de *Tiktaalik*, patte postérieure d'*Ichthyosaurus*

Ichthyostega est déjà un vrai quadrupède : il possède quatre pattes. D'où viennent-elles ? C'est ce que montre *Tiktaalik*, un chaînon important entre poisson et quadrupède, qui vécut 10 millions d'années avant lui. Chez *Tiktaalik*, la tête est séparée de la ceinture scapulaire. Il a un cou et peut lever la tête. Les os des poignets et des coudes sont déjà présents dans ses nageoires pectorales. Il possède des branchies, mais peut sans doute déjà respirer l'air.

Bien que munis de pattes et de poumons, les premiers quadrupèdes vivaient dans les eaux peu profondes. Ces prédateurs

étaient plus flexibles que les poissons – en cas de besoin, ils pouvaient changer de mare et chasser en eau profonde ou près de la rive. Mais leurs pattes et leur tronc ne supportaient pas leur poids et leur peau ne les protégeait pas de la déshydratation. Ils ne se risquaient donc que brièvement hors de l'eau.

Plus tard, avec les amphibiens, les quadrupèdes conquièrent la terre ferme – peut-être en raison de sécheresses qui réduisirent leur habitat ou de nouvelles proies qui les attirèrent : les plantes des berges et la terre ferme regorgeaient d'invertébrés tels qu'éphémères, libellules ou scorpions.

AMPHIBIENS, DEPUIS 375 MILLIONS D'ANNÉES

Hors de l'eau

Il n'y a que dans les contes que les grenouilles se transforment en prince. Néanmoins les amphibiens constituaient un bon départ.

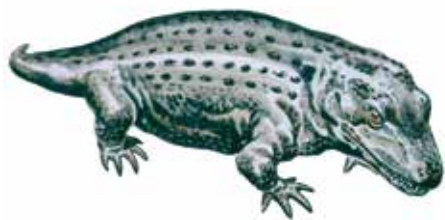
Ils étaient les précurseurs des vertébrés, qui peuplèrent plus tard la terre ferme : reptiles, oiseaux et mammifères. Avec des poumons pour respirer et quatre pattes adaptées à la terre ferme, les amphibiens pouvaient pour la première fois quitter l'eau pour une durée prolongée. Ils étaient toutefois encore tributaires de la proximité d'eaux profondes ; il n'y avait que là que leurs œufs et leur progéniture pouvaient se développer.

Premiers amphibiens

Les amphibiens ont connu leur période faste il y a des millions d'années, avec une immense diversité de formes. L'amphibien le plus grand mesurait plusieurs mètres.

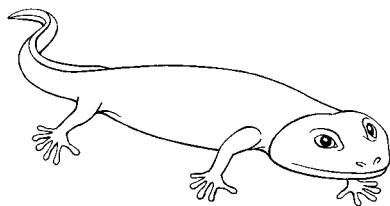
Les amphibiens actuels, comme les tritons, les grenouilles ou les crapauds, ne descendent pas de ces monstres : leurs ancêtres étaient les branchiosaures, à l'apparence de tritons. Ceux-ci passaient toute leur vie dans l'eau, ce qui est cependant rare chez les amphibiens : la caractéristique de la plupart des amphibiens est la métamorphose de larves aquatiques munies de branchies en quadrupèdes terrestres.





400 cm

Mastodonsaurus, un chasseur de poissons muni de mâchoires et de dents coniques puissantes.



450 cm

Cyclotosaurus, un amphibien géant ressemblant à un crocodile.



9 cm

Un ancêtre des amphibiens actuels, le branchiosaure à l'apparence de triton *Apateon pedestris*. Jeckenbach (D), 290 millions d'années, Perm.

Pour la plupart des gens aujourd'hui, les amphibiens sont de petits animaux inoffensifs – sans comparaison avec les créatures aux formes et aux modes de vie multiples qui furent les premiers quadrupèdes à peupler la terre ferme. Malgré toutes ces différences, ils avaient un point commun : ces amphibiens, du grec *amphi* (tous deux) et *bios* (vie), pouvaient certes quitter l'eau pour une durée prolongée, mais ils restaient liés à l'eau pour leur reproduction, comme la plupart des amphibiens actuels.

Grâce à des pattes et à une cuirasse robustes, différents groupes s'adaptèrent à la vie terrestre. D'autres, carnivores, chas-

saient dans les eaux peu profondes. Il en existait de tout petits, semblables à des serpents, et des géants, pouvant atteindre 9 m de long, qui occupaient des milieux proches de ceux des crocodiles actuels.

La concurrence était faible et le climat, humide et chaud ; ce n'est qu'avec l'apparition des reptiles et les changements climatiques que la prospérité des amphibiens s'acheva.

Aujourd'hui, les amphibiens sont menacés. La destruction de leurs habitats et d'autres facteurs, encore méconnus, sont responsables de la chute de leurs populations à l'échelle mondiale.



Déjà presque au sec

Amphibien ou reptile ? Peut-être les deux ?
En réalité, cet animal constituait une forme transitionnelle, dotée de caractéristiques des deux groupes.

Certains attributs, tels que la structure de la colonne vertébrale ou la peau protégeant de la déshydratation, étaient très proches de ceux des reptiles. Ils faisaient de *Seymouria* un « vrai » animal terrestre, capable de vivre dans les steppes sèches. Cependant, il possédait un crâne typiquement amphibien et se reproduisait dans l'eau.

Les « amoureux de Tambach »

Jusqu'en 1988, on ne connaissait que les fossiles de *Seymouria* provenant du Texas, aux USA. Leur découverte en Allemagne en 1997 fut un événement.

Seymouria est une importante créature mi-amphibien, mi-reptile, mais sa découverte a aussi une autre signification : elle fournit la preuve que l'Europe et l'Amérique formaient jadis une masse continentale unique et gigantesque, le supercontinent Pangée. Personne ne sait aujourd'hui si les deux animaux, qui paraissent blottis l'un contre l'autre, formaient un véritable couple.



Modèle grandeur nature de *Seymouria sanjuanensis*.



Une forme transitionnelle : *Seymouria sanjuanensis*. Moulage, Bromacker près de Gotha (D), 290 millions d'années, Perm.

Seymouria possède de longues pattes musclées et un corps plus élevé que la plupart des quadrupèdes que l'on connaît à cette époque. Sa constitution est celle d'un animal terrestre alerte ; il ressemble à un reptile primitif. Il présente cependant un crâne d'amphibien et a besoin d'eaux profondes pour le développement de sa progéniture – ce qui est typique des amphibiens. *Seymouria* fait partie des Reptiliomorpha, les quadrupèdes aux formes de reptiles, qui constituent la transition entre reptiles et amphibiens.

Les « amoureux de Tambach » vivaient dans sur un haut plateau de type steppe, parcouru

de petites rivières, où périodes de pluie et de sécheresse alternaient. C'est ce que montre le lieu de leur découverte, Bromacker près de Tambach, un gisement de premiers quadrupèdes terrestres. Dans cette zone semi-désertique, aucun poisson ni amphibien ne fut trouvé – une preuve supplémentaire que *Seymouria* habitait dans de vraies zones sèches et pouvait passer de longues périodes hors de l'eau.

Le couple de reptiles reçut ce surnom romantique en raison du chef d'œuvre qui se trouve à Gotha, la ville voisine. « Les amoureux de Gotha » est un portrait, qui remonte au XVe siècle et qui fait date dans l'histoire de l'art.

AMNIOTES, DEPUIS 320 MILLIONS D'ANNÉES

Les œufs, ordinaires et pourtant géniaux

Des œufs aptes à se développer hors de l'eau étaient absolument nécessaires dans la conquête des terrains secs.

Ces œufs « terrestres » possédaient un nouvel attribut important : « l'eau dans l'œuf ». Chaque œuf contenait l'eau nécessaire au développement du jeune animal. De l'embryon jusqu'au petit animal achevé, la progéniture nageait dans une fine enveloppe remplie de liquide, comme dans un aquarium. En outre, l'œuf était protégé de la déshydratation par une coquille externe.

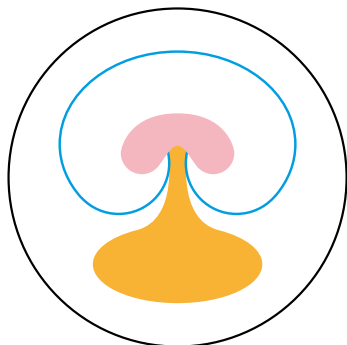
Des œufs d'un lointain passé

Les œufs adaptés au milieu terrestre les plus anciens que l'on ait trouvés sont des œufs de dinosaures.

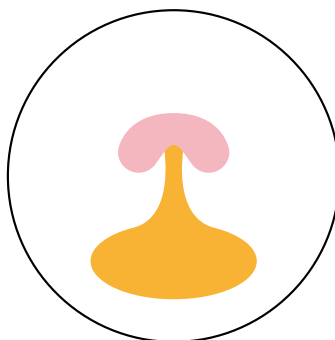
A la différence des œufs de reptiles à la coquille fine, semblable à du cuir, les œufs de dinosaures rappellent ceux des oiseaux. Leur coquille était perméable à l'air, incassable, facile à ouvrir de l'intérieur et elle préservait de la déshydratation. Les œufs les plus gros mesuraient environ 30 cm. Ils n'auraient pas pu être beaucoup plus gros car l'épaisseur de la coquille aurait alors empêché le passage de l'air et l'éclosion des petits.



Œuf d'amniote



Œuf de poisson



Chez les amniotes, l'embryon est enveloppé d'une membrane remplie de liquide, l'amnios.

Pour quitter définitivement l'eau et vivre sur terre, les vertébrés avaient besoin de pattes pour marcher, de poumons pour respirer, mais aussi d'œufs pouvant se développer au sec. La majorité des œufs d'agnathes, de poissons et d'amphibiens se développent dans l'eau. Ils n'ont ni réserve d'eau, ni enveloppe qui préserve de la déshydratation.

Le développement de l'enveloppe embryonnaire marqua donc une autre étape décisive dans l'évolution des vertébrés. Dans les œufs adaptés à la vie terrestre, l'embryon se forme à l'intérieur d'une membrane, l'amnios, qu'il a lui-même produite et qui

contient du liquide. Du fait de ce caractère commun, le groupe des reptiles, oiseaux et mammifères est appelé amniotes.

Tous les vertébrés se développent à partir d'un œuf – même les mammifères, sous la forme d'un ovule fécondé. Parmi eux, seul l'ornithorynque pond des œufs. Sinon, un œuf de mammifère ne comporte ni enveloppe solide, ni nourriture. L'embryon nidifie après quelques jours dans l'utérus maternel. Mais la plupart des œufs de vertébrés se développent hors du ventre de la mère : seuls quelques poissons, amphibiens et reptiles mettent au monde des larves ou des petits déjà formés.

REPTILES, DEPUIS 320 MILLIONS D'ANNÉES



Différences ancestrales entre reptiles, oiseaux et mammifères

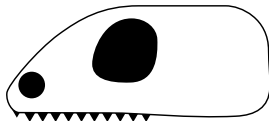
On distingue les trois groupes « reptiles primitifs », « reptiles et oiseaux » et « mammifères » en se basant sur leur crâne.



Le crâne des « reptiles primitifs » est une boîte fermée, dont les seules ouvertures sont le nez et les yeux, comme on peut encore l'observer chez les tortues. La plupart des reptiles postérieurs, ainsi que les oiseaux, possèdent un crâne doté de deux ouvertures à chaque tempe. Les reptiles mammaliens, tout comme leurs descendants, les mammifères, ne présentent qu'un seul orifice temporal.



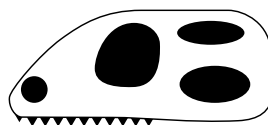
anapside



synapside



diapside



Selon qu'il appartient à un reptile, un oiseau, un mammifère ou à un de leurs ancêtres, un crâne présente différents orifices. Ces caractéristiques distinctives, apparues très tôt dans la phylogénèse des quadrupèdes, sont restées visibles jusqu'à aujourd'hui.

Le crâne des « reptiles primitifs », les anapsides, ne possédait que des fosses oculaires et nasales. Au cours du temps, des ouvertures apparurent, permettant de réduire le poids du crâne et de développer les muscles maxillaires. Ces ouvertures offraient davantage de place et une surface d'implantation plus large aux faisceaux musculaires : les animaux mordaient avec plus de puissance.

Les diapsides, des reptiles comme les crocodiles ou les sauriens, développèrent deux ouvertures temporales derrière chaque œil. Cette forme primitive subit des transformations multiples : sauriens, serpents ou oiseaux produisirent une mâchoire et un crâne plus légers et plus mobiles.

Les synapsides, parmi lesquels figurent les reptiles mammaliens, possédaient un crâne avec une ouverture à l'arrière de chaque œil. Chez leurs descendants, les mammifères, cette ouverture est beaucoup plus large.

REPTILES, DEPUIS 320 MILLIONS D'ANNÉES

La terre ferme est conquise

Une peau épaisse couverte d'écailles pour empêcher la déshydratation, et des œufs adaptés à l'environnement terrestre, donnant naissance à des petits déjà formés :

Les reptiles furent les premiers « véritables » quadrupèdes terrestres. Ils purent tourner définitivement le dos à la vie aquatique. De constitution massive et semblable aux sauriens, les « reptiles primitifs » donnèrent naissance aux reptiles qui nous sont familiers : dinosaures, sauriens ou serpents. Leur histoire va cependant plus loin encore : parmi eux figurent les ancêtres des oiseaux et des mammifères.





40 cm

Captorhinus, un représentant des premiers reptiles ayant conquis la terre ferme.



35 cm

Lagosuchus, un cousin ancien des dinosaures, pouvait sans doute déjà courir pendant une durée brève sur ses pattes postérieures.



150 cm

Velociraptor, un cousin ancien des dinosaures, pouvait sans doute déjà courir pendant une durée brève sur ses pattes postérieures.

Les reptiles s'accommodèrent de la sécheresse et du climat instable bien mieux que tous les autres quadrupèdes terrestres avant eux. Malgré de nombreuses adaptations à la vie terrestre, ces derniers continuaient à pondre leurs œufs dans des points d'eau.

La conjonction de quatre pattes porteuses, d'une peau imperméable et d'œufs adaptés à l'environnement terrestre apparaît comme une combinaison gagnante dans l'histoire de l'évolution : les reptiles, oiseaux et mammifères d'aujourd'hui possèdent toujours ces attributs. L'original subit néanmoins de nombreuses modifications. Les pattes disparurent ou se transformèrent en membres, tels que bras ou ailes.

Plumages, pelages ou peau lisse remplacèrent les écailles. Les œufs perdirent leur résistance et se développèrent dans le ventre maternel.

Le groupe reptilien des dinosaures atteignit son apogée au terme d'une évolution vertigineuse : ils présentent une nouvelle morphologie. Leurs pattes ne sont plus plantées latéralement, mais se situent sous le tronc ; elles sont rapides et capables de supporter un poids élevé. Du chasseur bipède au gigantesque herbivore, les dinosaures finirent par peupler tous les milieux terrestres. Un groupe se vit pousser des plumes ; leurs descendants, les oiseaux, sont les seuls dinosaures ayant survécu jusqu'ici.

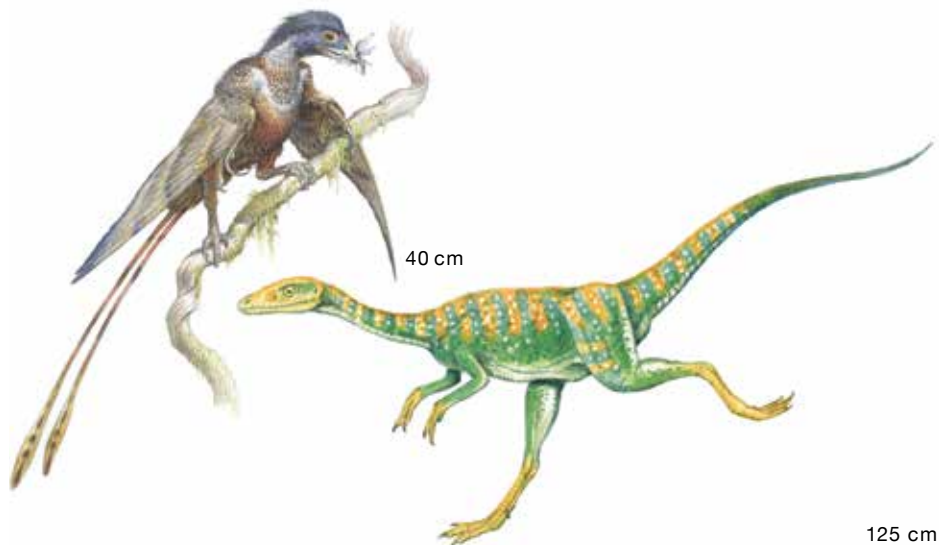
OISEAUX, DEPUIS 148 MILLIONS D'ANNÉES

De moins en moins reptile, de plus en plus oiseau

Le premier oiseau connu, *Archæopteryx*, constitua une formidable découverte : une forme intermédiaire entre reptile et oiseau.

Son museau était denté et sa queue était celle d'un saurien. Mais il portait déjà des rémiges modernes, un attribut typique des oiseaux. *Confuciusornis* ressemblait déjà plus à un oiseau actuel. Il possédait un bec. Sa courte queue et ses longues rémiges indiquent qu'il était capable de mieux voler qu'*Archæopteryx*.





Confuciusornis, l'un des premiers véritables oiseaux.

Le dinosaure *Compsognathus*, un bipède de constitution légère, ancêtre des oiseaux.

L'évolution des sauriens terrestres jusqu'aux oiseaux débuta avec des dinosaures bipèdes de la taille d'une dinde. De constitution légère grâce à leurs os creux, ces reptiles utilisaient leurs membres antérieurs non pour se déplacer, mais pour saisir leurs proies – des bras libres destinés à devenir des ailes couvertes de plumes. Au fil du temps, les bras et les mains s'allongèrent. Des modifications dans la région du thorax permirent l'implantation de puissants muscles au niveau des bras. L'ensemble de l'appareil musculaire devient de plus en plus efficace et l'ossature de plus en plus légère.

Chez *Archæopteryx*, les bras et les mains étaient plus longs et couverts de plumes. Des plumes recouvraient aussi la queue, qui servait de « gouvernail ». L'animal pouvait se propulser du sol dans les airs et voler à tire-d'aile – avec sans doute moins d'élégance qu'un oiseau actuel. Il battait probablement vigoureusement ses ailes courtes et larges et devait courir pour amortir la vitesse de son atterrissage.

Confuciusornis était, en revanche, un véritable oiseau. Son sternum renforcé servait de fixation à de puissants muscles alaires. Sa queue plus courte et ses longues rémiges lui permettaient de manœuvrer en vol.



Ailé, emplumé, apte à voler... mais pas encore un oiseau

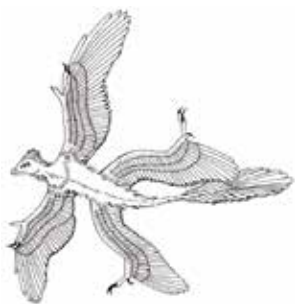
Les oiseaux se développèrent à partir de dinosaures bipèdes rapides et carnassiers, dotés d'une ossature légère.

Certains sauriens carnassiers possédaient déjà un véritable plumage, comme *Microraptor gui*, qui arborait aussi des plumes sur les pattes postérieures et pouvait se déplacer en vol plané. C'est un proche parent du premier oiseau *Archæopteryx*, mais pas son ancêtre direct. Les vertébrés volants existaient déjà avant les dinosaures capables de voler : les sauriens volants dominaient jadis les airs.

Des écailles aux plumes

Cornées, faciles d'entretien, aérodynamiques, légères, stables et flexibles : les rémiges sont un chef-d'œuvre de la nature.

Elles constituent l'aboutissement parfait d'une longue évolution, qui commence avec les écailles des reptiles. Grâce aux rémiges, les oiseaux sont les meilleurs techniciens du vol ayant jamais existé. Les dinosaures carnassiers furent les premiers êtres vivants à plumes, mais celles-ci ne leur permettaient pas encore de voler. Elles servaient plutôt de « doudoune » ou jouaient un rôle dans la parade.



125 cm

Un des premiers dinosaures pourvu de plumes simples semblables à du duvet : *Sinosauropteryx*.



45 cm

Un dinosaure volant, qui n'est pas un oiseau: *Microraptor guy* Province de Liaoning, Chine, 122 millions d'années, Crétacé.



14 cm

Un oiseau moderne, qui est aussi un dinosaure volant : le rouge-gorge *Erithacus rubecula*.

Un animal qui porte des plumes est un oiseau – longtemps cette hypothèse fut une certitude. Elle fut mise à mal lorsque l'on découvrit les restes d'un dinosaure bipède dont la peau présentait de fines excroissances semblables à des poils : une sorte de duvet de plumes qui protégeait sans doute du froid les animaux à sang chaud et leur servait peut-être aussi de parure nuptiale. Ce duvet était le précurseur du plumage.

Des formes postérieures de ce groupe possédaient des rémiges comme les oiseaux – mais s'en tenaient au vol plané, comme le montre *Microraptor* gui. Seuls les ancêtres des oiseaux poursuivirent le chemin vers le vol actif.

Tout le monde peut voler, mais atterrir sans dommage n'est guère facile : les sauriens carnassiers bipèdes et agiles développèrent sans doute le vol – et surtout l'atterrissage – en chassant. En sautant pour attraper leur proie, ils stabilisaient leur position en l'air à l'aide de leurs bras et évitaient ainsi d'atterrir trop brutalement. Leurs descendants finirent par conquérir les airs grâce à une anatomie et un plumage de plus en plus perfectionnés. Seuls les oiseaux furent finalement capables de traverser aussi rapidement océans et continents, et de coloniser de nouveaux milieux – ce qui explique peut-être qu'ils n'ont pas disparu comme les autres dinosaures.



Parentés inattendues

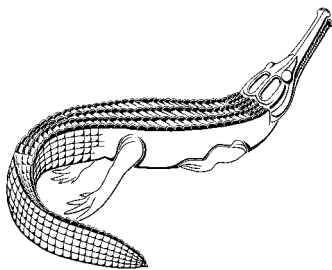
***Passer domesticus* est un petit dinosaure gracieux et capable de voler. Nous le connaissons mieux sous le nom de moineau.**

Les oiseaux sont les derniers dinosaures ; leurs plus proches parents encore vivants sont les crocodiles. Crocodiles, ptésaures, dinosaures et leurs derniers représentants, les oiseaux, sont issus du même groupe de reptiles primitifs. Si l'on y regarde de plus près, l'origine des oiseaux est encore visible : leurs pattes écaillées évoquent leur passé reptilien.



Envergure : 800 cm

Les ptésaures furent les premiers vertébrés volants. Ptésaure *Pteranodon*.



Les crocodiles sont les plus proches parents des oiseaux. Crocodile marin *Steneosaurus bollensis* Boll (D), 183 millions d'années, Lias.

Nous connaissons aujourd'hui la plupart des oiseaux comme des as du vol et des chanteurs au magnifique plumage. Difficile d'imaginer que leurs plus proches parents encore vivants soient justement les effrayants crocodiles cuirassés ! Pourtant, crocodiles, dinosaures et ptésaures font tous partie des Archosauria. Leurs principaux représentants actuels sont les oiseaux ; parmi les autres archosauriens, seuls les crocodiles ont survécu. Les crocodiles sont les cousins insoupçonnés des oiseaux, mais leurs parents directs, les Coelurosauria, des dinosaures bipèdes, à la constitution légère et aux bras mobiles, sont encore plus impressionnants : outre les oi-

seaux et leurs ancêtres sauriens de la taille d'une dinde, ce groupe comprend aussi d'énormes chasseurs comme le *Tyrannosaurus rex*.

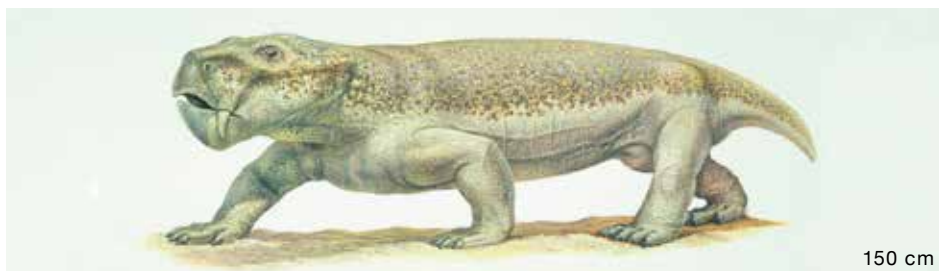
Les dinosaures volants ne furent pas cependant les premiers vertébrés volants. Bien avant eux, les ptésaures s'élevèrent dans les airs, sans la moindre plume : ils déployaient des membranes alaires entre des doigts extrêmement longs. Du nain de la taille d'un moineau au géant planeur affichant une envergure de près de 12 m, ils occupaient de nombreux milieux, conquis plus tard par les oiseaux. Les ptésaures disparurent en même temps que les dinosaures.



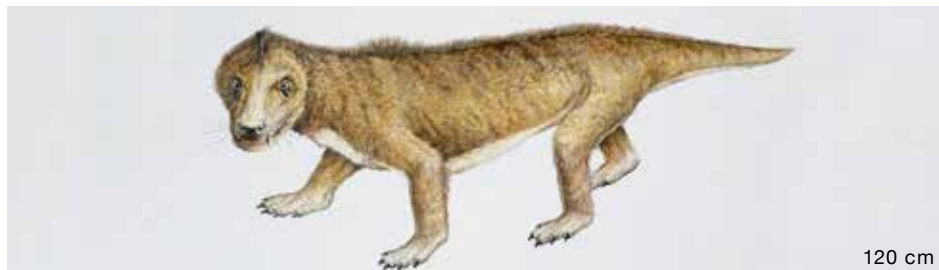
Précurseurs des mammifères

Un groupe de reptiles « primitifs » s'est engagé sur une voie qui mène jusqu'à nous, êtres humains : les reptiles mammaliens.

Certains étaient de gros carnivores, tandis que d'autres plus tardifs évoquent en apparence le chien ou le renard. Les fossiles ne permettent pas de déterminer quand apparurent les premiers attributs typiques des mammifères, tels que poils ou glandes mammaires.



Les dicynodontes, des reptiles mammaliens, ou thérapside, herbivores.



Les cynodontes, un autre groupe de thérapside, sont des ancêtres directs des mammifères.

Avec les reptiles mammaliens débuta une évolution qui augurait du succès futur des mammifères. Une étape importante résidait dans l'accroissement du cerveau, qui entraîna toute une série de modifications importantes au niveau du crâne.

Quelques groupes de reptiles mammaliens continuèrent de perfectionner cerveau, mâchoires et ouïe. Grâce à une nouvelle articulation maxillaire et à une dentition composée de différents types de dents, ils pouvaient non seulement attraper et déchieter leur nourriture, mais aussi la mâcher. En outre, un palais dur fermait le haut de la cavité buccale, ce qui permettait aux animaux de respirer et de man-

ger en même temps. Ils pouvaient ainsi engloutir une grande quantité de nourriture en peu de temps – une faculté vitale, car c'était probablement des animaux homéothermes, qui avaient besoin de beaucoup d'énergie pour maintenir leur température constante.

Le groupe des cynodontes se rapprochent encore des mammifères. Ces carnivores à la constitution rappelant celle du chien possédaient une ouïe et un odorat fins. Peut-être étaient-ils recouverts d'un pelage et allaient-ils leurs petits – tant qu'aucun fossile de comportant des poils ou des glandes mammaires ne sera découvert, ceci demeurera une simple hypothèse.



Mammifères : un thème aux multiples variations

Les premiers mammifères n'étaient pas plus gros que des rats. Ils vécurent longtemps dans l'ombre des dinosaures, qui régnaient alors en maîtres.

Ils furent à l'origine d'une très grande diversité : de la baleine bleue à la chauve-souris, d'innombrables formes ont existé jusqu'ici. Une méthode de reproduction s'est imposée : près de 95% des mammifères actuels portent leurs petits dans le ventre. Chez les marsupiaux, le développement inachevé des petits à la naissance se termine dans la poche marsupiale. Les ornithorynques, quant à eux, pondent des œufs.

Les mammifères dominent aujourd'hui le monde

Allaiter, maintenir constante sa température corporelle et porter une fourrure, donner naissance à ses petits au lieu de pondre des œufs :

Cette combinaison de propriétés a entraîné les mammifères sur la voie de la réussite. Aujourd'hui, ce groupe d'animaux, dont nous faisons aussi partie, domine la planète. On oublie souvent une chose : à l'échelle de l'histoire de la vie sur terre, les mammifères sont encore des nouveau-nés. Seront-ils encore là dans un lointain avenir ou disparaîtront-ils, comme d'autres avant eux ?



La « mère grimpante de l'aurore », *Eomaia scansoria*, le plus ancien ancêtre connu des mammifères modernes.



Les mammifères peuplent presque tous les milieux de la planète : terre, eau et air.

Poils, glandes mammaires, température corporelle constante ou anatomie caractéristique ne suffisent pas à faire un mammifère. Certaines formes transitionnelles entre reptiles et mammifères offrent presque tous les attributs des mammifères, mais n'en sont pas. Le seul trait qui distingue de manière infaillible les vrais mammifères des autres groupes réside dans un détail, plus précisément dans l'oreille moyenne.

Au cours de l'évolution du crâne, quelques os de mâchoire se transformèrent en minuscules os auriculaires : l'étrier, le marteau et l'enclume, qui transmettent le son dans l'oreille interne. Amphibiens, reptiles

et oiseaux possèdent aussi l'étrier, mais le marteau et l'enclume des mammifères améliorèrent beaucoup leur ouïe. Ils purent ainsi percevoir des sons plus aigus et plus faibles que tous les autres groupes d'animaux avant eux.

Les débuts des futurs maîtres du monde furent modestes : un animal évoquant la souris, mesurant environ 16 cm et pesant 20 g, qui chassait les insectes, protégé par l'obscurité – *Eomaia scansoria*, la « mère grimpante de l'aurore ». C'est le plus vieil ancêtre connu des Placentalia, les mammifères portant leurs petits dans du placenta à l'intérieur du corps de la mère.

Crédits photographiques

Photos, Lisa Schäublin : p.4, p.6, p.8, p.10, p.14, p.17 en bas, p.21 à gauche, p.22, p.24, p.26, p.29 en haut, p.32, p.34, p.38, p.40, p.42 (prêt Universität Tübingen), p.44; Peter Vollenweider : p.7, p.9 à gauche, p.15 à gauche en bas, p.15 à droite en bas, p.18, p.21 à droite en bas, p.23 à gauche en bas, p.23 à droite en bas, p.27 à gauche en bas, p.29 en bas, p.36, p.39 à gauche en bas, p.41 à gauche en bas ; Museum für Naturkunde Berlin : p.9 à droite (www.naturkundemuseum-berlin.de) ; Keystone: p.16, p.20, p.30 ; SeaTops : p.11 à gauche en bas, p.17 en haut ; Laikayiu : p.45 à gauche en bas ; Michel Roggo : p.11 à gauche en haut ; Photolibrary : p.12

Dessins au trait : Anne Luginbühl, sauf p.23 à droite en haut, p.27 à gauche en haut, p.39 à gauche en haut, p.45 à gauche en haut : Jürg Nigg

Reconstitutions : Natural History Museum London, sauf : p.35 à gauche en haut : Arthur Weasly

Dessins : Fishbase : p.19 en haut ; public domain : p.19 en bas

Graphiques : Thea Sonderegger : p.11, p.13, p.25 à gauche, p.25 à droite, p.31, p.33



**NATUR
HISTORI
SCHES
MUSEUM
BERN**

Naturhistorisches Museum Bern
Bernastrasse 15
CH—3005 Bern
+41 (0)31 350 71 11
www.nmbe.ch



Eine Institution der
**Bürgergemeinde
Bern**

