

CANTON DE VAUD
DÉPARTEMENT DE LA FORMATION,
DE LA JEUNESSE ET DE LA CULTURE (DFJC)
SERVICE DES AFFAIRES CULTURELLES
dp • n°31-2009

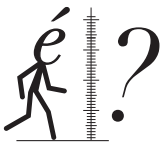
OH MY GOD! DARWIN ET L'ÉVOLUTION



 ÉCOLE-MUSÉE

m

Musées cantonaux de botanique,
géologie et zoologie
Lausanne

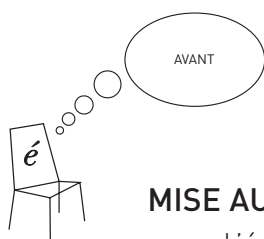


Ce dossier pédagogique est destiné avant tout aux enseignant-e-s de biologie du gymnase et dans une moindre mesure aux maîtres de sciences de fin de scolarité obligatoire, pour autant qu'ils manifestent un intérêt particulier à la thématique de l'évolution et qu'ils en abordent quelques aspects lors de leurs cours de sciences. Ce dossier laisse entrevoir des possibilités de travaux interdisciplinaires avec le français, l'histoire et la philosophie. Par les nombreuses questions qu'on trouve dans la partie « pendant », il permettra aux élèves de développer leur curiosité et leur esprit critique.

Pour donner plus de sens à la visite, nous recommandons aux enseignants de mettre leurs élèves dans la peau d'un chercheur. Par groupe, ces derniers devront réaliser un poster répondant aux questions du dossier regroupées dans des sous-thématiques, telles que la sélection naturelle, la sélection artificielle, la convergence, etc. Ces travaux seront élaborés d'abord à partir des éléments de l'exposition, puis complétés par un travail de recherche basé sur les ouvrages de la bibliographie. Ils seront finalement présentés et défendus dans une session poster, comme dans les congrès scientifiques.

SOMMAIRE

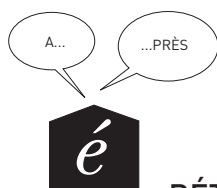
INFOS PRATIQUES POUR LES ÉCOLES	2
MUSÉES CANTONAUX DE BOTANIQUE, GÉOLOGIE ET ZOOLOGIE EN QUELQUES MOTS.....	5
PLAN DE L'EXPOSITION.....	6



MISE AU POINT	7
L'évolution... une sacrée histoire!.....	7
Darwin, faits et légendes	8



UNE V... ISITE A CINQ TEMPS	10
Temps 1 : histoires d'histoire.....	10
Temps 2 : espèce de	10
Temps 3 : l'évolution, (comment) ça marche?	12
Temps 4 : l'évolution, ça vous branche?	16
Temps 5 : à vous de jouer!.....	18



RÉTRO- ET « FUTURO » SPECTIVE	20
Veni, vidi, discuti	20
Les grands défis	20

BIBLIOGRAPHIE, FILMOGRAPHIE, WEBOGRAPHIE.....	21
--	-----------

INFOS PRATIQUES POUR LES ÉCOLES

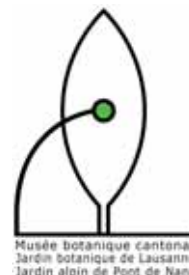
Pour commémorer l'année Darwin, les Musées cantonaux de botanique, géologie et zoologie s'unissent et créent l'exposition *Oh my God! Darwin et l'évolution*.

Elle a lieu au niveau 5 du Palais de Rumine dans l'Atrium (exposition permanente, volet historique) et dans l'aile nord du Musée de zoologie (exposition temporaire).

www.oh-my-god.ch

Musée et jardins botaniques

Avenue de Cour 14 bis
CH - 1007 Lausanne
www.botanique.vd.ch



Musée de géologie

Quartier UNIL – Dorigny
Bâtiment Anthropole
CH - 1015 Lausanne
www.unil.ch/mcg



Musée de zoologie (exposition)

Place de la Riponne 6 - CP
CH - 1014 Lausanne
www.zoologie.vd.ch
info.zoologie@vd.ch
Tél. +41 (0)21 316 34 60



Horaires

Exposition permanente (Palais de Rumine, niveau 5, Atrium)

Lundi-vendredi	7h00-22h00
Samedi	7h00-17h00
Dimanche	10h30-17h00

Exposition temporaire (Palais de Rumine, aile nord du Musée de zoologie, du 30 octobre 2009 au 25 septembre 2010)

Mardi-jeudi	11h00-18h00
Vendredi-dimanche	11h00-17h00

Fermé le lundi.

Ouvertures spéciales le matin pour les classes sur demande ;
réservation deux semaines à l'avance au +41 (0)21 316 34 60.

Tarifs

Ecoles vaudoises	Gratuit
Enfants jusqu'à 16 ans	Gratuit
AVS, AI, chômeurs, étudiants	Fr. 4.-
Adultes	Fr. 6.-

Animations

30 octobre 2009 : vernissage public.

4 novembre 2009, à 14h00 : visite guidée de l'exposition pour les enseignant-e-s. Entrée gratuite, inscription obligatoire jusqu'au 30 octobre à info.zoologie@vd.ch ou au +41(0)21 316 34 60.

25 septembre 2010 : finissage de l'exposition temporaire lors de la Nuit des Musées.

Liste des événements liés à l'exposition sur www.oh-my-god.ch

Visites guidées tous les premiers samedis du mois. Entrée libre et visite commentée gratuite à 14h00.

Atelier thématique (durée 1h30), sur inscription. Activité pour les écoles et pour les familles durant les vacances. Planning des ateliers et autres informations sur www.oh-my-god.ch.

Réservation au +41 (0)21 316 34 60, deux semaines à l'avance.

Pour les écoles : une classe avec si possible deux accompagnants.

Pour les familles : groupes de dix personnes.

A savoir

Un vestiaire non surveillé est à disposition des écoles au niveau 0 du Palais de Rumine, de même qu'une cafétéria (niveau 1). On peut pique-niquer à l'intérieur du Palais en cas de mauvais temps.

L'enseignant-e devra accompagner ses élèves durant toute la durée de la visite pour des raisons de sécurité.

Il est vivement conseillé à l'enseignant-e de visiter le musée avant de s'y rendre avec sa classe (entrée gratuite pour la préparation de la visite et le jour de la visite avec sa classe).

Le présent dossier pédagogique est téléchargeable sur www.ecole-musee.vd.ch et www.oh-my-god.ch ou disponible en version papier pour les enseignant-e-s à l'accueil du Palais de Rumine.

Tous les documents à disposition sur le site www.oh-my-god.ch durant l'exposition seront ensuite transférés sur le site du musée de zoologie : www.zoologie.vd.ch/6_Animations/AnH.html.

Accès

Métro m2 : arrêt Riponne-M. Béjart

Bus 1, 2 : arrêt Rue Neuve

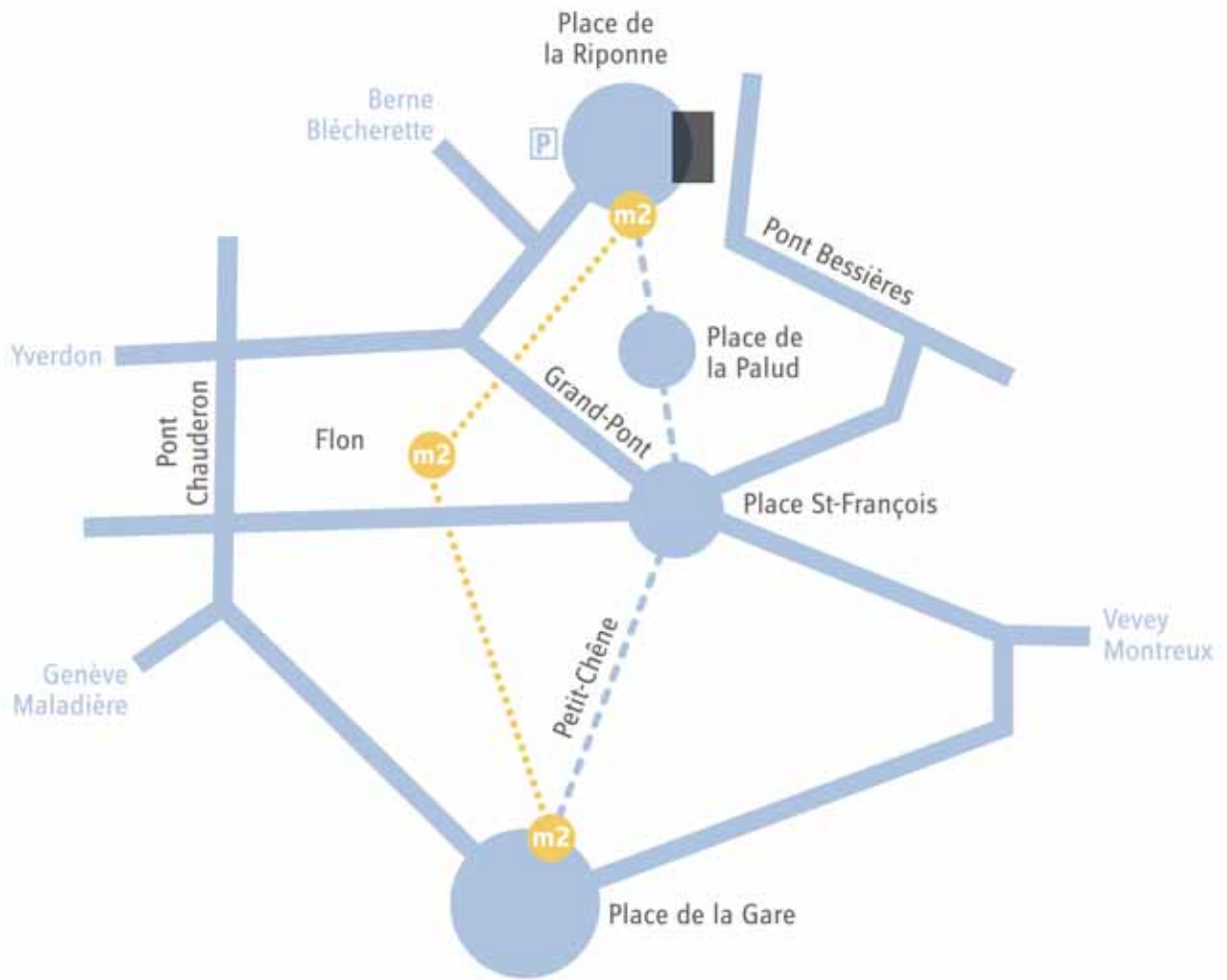
Bus 8 : arrêt Riponne-M. Béjart

Parking (payant) : place de la Riponne

Accès pour les personnes à mobilité réduite

Le Palais de Rumine possède une entrée spéciale sur la Pergola nord et des ascenseurs facilitant l'accès aux personnes à mobilité réduite.

Plan : www.zoologie.vd.ch/PDF/acces_handicap.pdf



MUSÉES CANTONAUX DE BOTANIQUE, GÉOLOGIE ET ZOOLOGIE EN QUELQUES MOTS.....

Que se passait-il ici pendant la vie de Darwin (1809-1882) ? Pour rappel, quelques jalons de l'histoire des musées d'histoire naturelle à Lausanne au XIX^e siècle.

Né à la suite d'une souscription publique pour acquérir notamment la collection de minéraux de Henri Struve (1751-1826), le Musée cantonal est créé en 1818 sur l'instigation du pasteur Daniel Alexandre Chavannes et de Charles Lardy, inspecteur des forêts. Il occupait à cette époque deux salles de l'Ancienne Académie. En 1833, l'Etat de Vaud acquiert par souscription publique la collection de Daniel Alexandre Chavannes (principalement des oiseaux et mammifères de Suisse et exotiques), à l'origine des collections du Musée de zoologie.

Le Musée de botanique trouve son origine dans la création d'un herbier en 1824. Vingt ans plus tard, alors que les collections botaniques sont dépendantes du Musée cantonal, un conservateur distinct est nommé en la personne d'Edouard-Louis Chavannes.

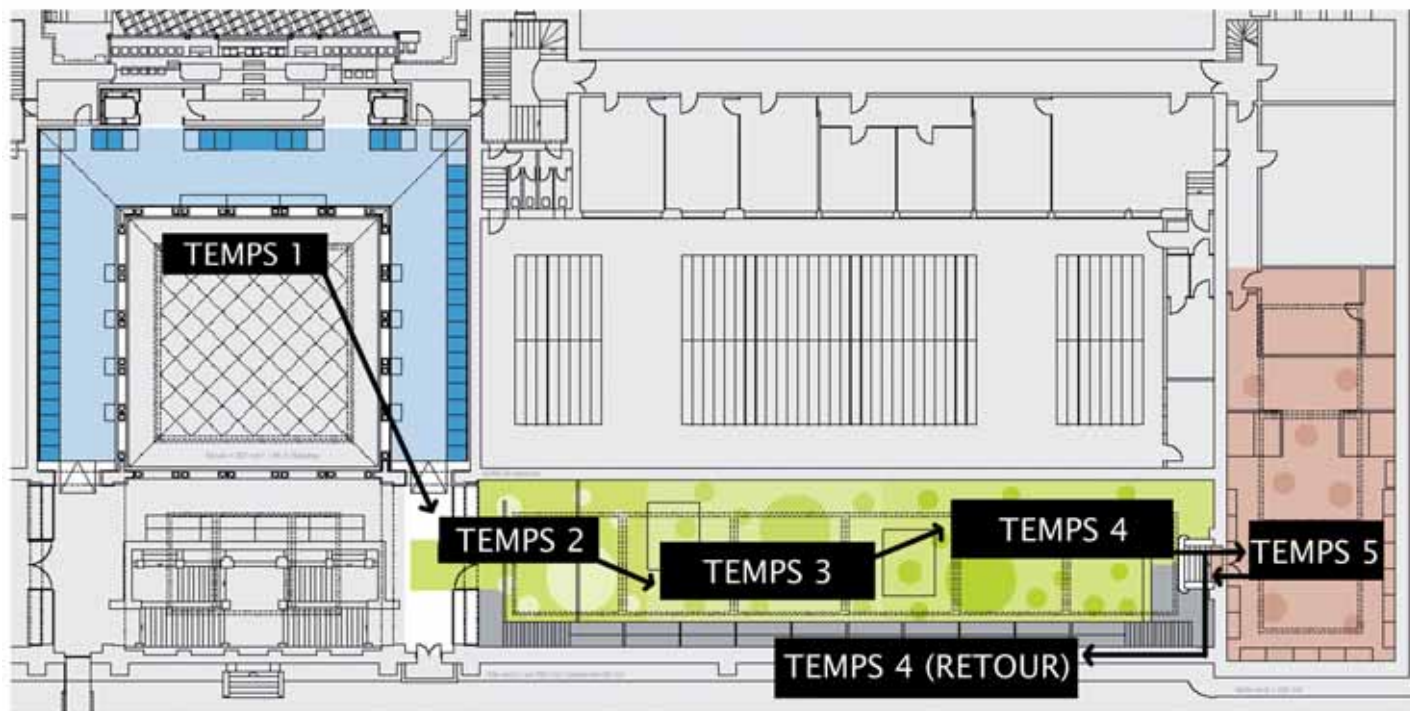
La création du Musée cantonal encourage les passionnés de sciences à donner leurs collections. Ainsi Jean de Charpentier, directeur des mines de Bex, et Frédéric-César de la Harpe, ancien précepteur du tsar, font don de collections de minéraux.

Dès le milieu du XIX^e siècle, Philippe de la Harpe, Eugène Renevier et, plus tard, Maurice Lugeon commencent à réunir les premières collections de paléontologie et surtout la grande collection de géologie régionale. Le musée s'enrichira encore de plusieurs collections importantes, dont celles de Jean de Charpentier (coquilles terrestres et fluviatiles, 1855), de Jean de la Harpe (phalènes de Suisse, 1863), de Claude-Auguste Vouga, dit le capitaine Vouga (1079 oiseaux de la faune paléarctique, souscription publique en 1886) ou encore celle d'Auguste Forel (fourmis de Suisse, 1889).

Dès 1860, le Musée botanique devient indépendant et ses collections sont réunies en une seule salle à la cure Dutoit. En 1874, il est transféré à la Maison Morave, sise à la rue Saint-Etienne, sous la cathédrale. La même année, le Musée cantonal se réorganise thématiquement (zoologie, botanique, géologie).

En 1906, la construction du Palais de Rumine permet l'installation des musées. Le Musée de zoologie inaugure sa nouvelle exposition permanente en septembre 1909, soit cent ans après la naissance de Darwin !

PLAN DE L'EXPOSITION



Exposition permanente - Atrium

Temps 1 : Histoires d'histoire

Exposition temporaire – Musée de zoologie (aile nord)

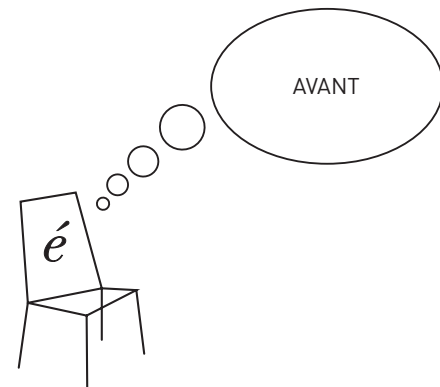
Temps 2 : Espèce de...

Temps 3 : L'évolution, (comment) ça marche ?

Temps 4 : L'évolution, ça vous branche ?

Temps 5 : A vous de jouer !

MISE AU POINT



L'exposition *Oh my God! Darwin et l'évolution* célèbre le bicentenaire de la naissance de Charles Darwin (1809-1882) ainsi que les 150 ans de la première publication de son ouvrage *L'origine des espèces au moyen de la sélection naturelle*. Sa théorie novatrice de «transmutation des espèces» au moyen de la sélection naturelle est à la base de la vision évolutionniste scientifique actuelle. Mais que nous dit cette théorie et quel rôle a donc joué Darwin pour l'avènement de celle-ci ?

En guise d'introduction, découvrez la sélection naturelle par le jeu des confettis. Les élèves expérimentent l'effet de la sélection comme processus d'évolution. En «chassant» des confettis de différentes couleurs, ils pourront prendre conscience de l'influence du milieu (la serviette de fond). Les règles du jeu se trouvent sur www.oh-my-god.ch.

L'ÉVOLUTION... UNE SACRÉE HISTOIRE !

L'homme a toujours cherché à connaître ses origines et les raisons de son existence ainsi que celles des autres espèces. En Occident, la Bible fut longtemps la seule référence et elle dit que, en six jours, Dieu a créé la Terre, les plantes et les animaux ainsi que l'homme. Ainsi, la Terre et tous les êtres vivants actuels auraient la même origine et le même âge (entre 6000 et 12000 ans). Les fossiles montrent que de nombreuses espèces ont disparu depuis, mais selon cette conception du monde, aucune nouvelle espèce ne peut les remplacer. Ainsi la biodiversité ne ferait que diminuer au cours du temps.

L'élève se questionne sur nos origines. Un travail de composition est réalisé pour voir comment il se positionne face à cette question. Où se situe l'homme par rapport aux autres espèces ? Les élèves représentent leur vision sous forme graphique.

Cette vision fixiste du monde était encore vivement défendue à l'époque de Darwin par des scientifiques renommés et influents. Pour Georges Cuvier (1769-1832), fondateur de l'anatomie comparée et de la paléontologie, les espèces peuvent disparaître à la suite de catastrophes planétaires (catastrophisme), mais elles ne se transforment pas. La Terre a 6000 ans, comme le suggère la Bible. Cuvier s'éloigne un peu de celle-ci cependant, en proposant non pas une création unique, mais plusieurs créations successives faisant suite à des catastrophes planétaires.

Avant de passer à la suite, chacun écrit ce que l'évolution représente pour lui. Les élèves peuvent interroger leurs proches (parents, amis) ou des inconnus. Quelle connaissance a-t-on de l'évolution? L'enseignant-e rédige une synthèse des principales idées, qui représentera l'état initial des connaissances des élèves sur l'évolution.

A cette vision fixiste, Jean-Baptiste Lamarck (1744-1829) oppose sa vision transformiste. En observant les variations individuelles au sein d'une même espèce, il en déduit que les individus s'adaptent à leur milieu. Selon lui, un caractère peut se transformer pour répondre à un besoin et ces modifications sont transmissibles à la descendance (hérédité des caractères acquis). Il cite en exemple le cou de la girafe qui se serait allongé pour atteindre les hautes branches des arbres. S'il est parmi les premiers à avoir pu concevoir que les espèces évoluaient, il s'est néanmoins trompé sur les mécanismes.

Ce sont Charles Darwin et Alfred Russel Wallace qui proposeront la sélection naturelle comme l'un des moteurs de la transformation des espèces. Les individus présentant des variations héréditaires favorables (adaptées à leur environnement) auront une descendance plus importante. Ces variations vont donc se propager dans la population au cours des générations et les espèces vont ainsi graduellement se transformer.

Depuis Darwin, avec les apports de la génétique et de la paléontologie, diverses théories de l'évolution ont émergé. Les travaux de Dobzhansky, Mayr et Simpson ont donné lieu à la théorie synthétique de l'évolution. L'un de ses principes, le gradualisme (modification progressive), a ensuite été remis en cause par la théorie des Equilibres ponctués de Gould et Eldredge: l'évolution n'est pas graduelle, mais se fait à travers des périodes ponctuelles d'intense activité évolutive séparées par de longues périodes stagnantes.

Depuis une quinzaine d'année est apparue une nouvelle approche alliant biologie du développement et sciences de l'évolution, nommée Evo/Devo. Elle a mis en évidence l'existence d'une unité entre tous les grands plans d'organisation du règne animal, permettant d'expliquer comment des transformations rapides ont pu se produire.

DARWIN, FAITS ET LÉGENDES

Darwin, dissocier le vrai du faux

Les élèves considèrent les affirmations suivantes, répondent par vrai ou faux et justifient leur réponse. A cet effet, ils pourront consulter l'ouvrage de Giraud (2009) par exemple. Ils pourront également vérifier certaines réponses en visitant l'exposition permanente (Temps 1) consacrée à l'évolution des idées sur l'origine des espèces, en libre accès dans l'Atrium.

1. Darwin a découvert l'évolution
2. Darwin était un transformiste avant l'heure
3. Darwin, un naturaliste né!
4. Darwin, père unique de la sélection naturelle
5. Darwin croyait à la transmission des caractères acquis
6. Les pinsons de Darwin existent

Les réponses pour les enseignants sont disponibles à l'accueil du Musée de zoologie.

Brève biographie de Darwin

- 1809** Naissance le 12 février de Charles Robert Darwin. Cette même année paraît la *Philosophie zoologique* de Lamarck dans laquelle il évoque la transformation des espèces.
- 1825-1831** Darwin part à Edimbourg pour étudier la médecine. En 1828, il change de direction et se rend à Cambridge avec l'intention de devenir pasteur naturaliste. Il devient ami avec le révérend J. S. Henslow, éminent botaniste, grâce auquel il partira sur le Beagle.
- 1831** Après avoir obtenu son Bachelor of Arts, il part à bord du H.M.S. Beagle en tant que naturaliste, pour un tour du monde dont il reviendra cinq ans plus tard. C'est en 1835, en étudiant les animaux aux Galápagos et les variations entre espèces, que Darwin s'intéresse pour la première fois sérieusement à l'évolution.
- 1837** Il commence son premier carnet sur la « transmutation des espèces » et y dessine un premier arbre de la vie. C'est le début de sa théorie de la sélection naturelle.
- 1844** Darwin rédige un long texte résumant ses recherches sur l'évolution. Il y ajoute une note pour sa femme, à publier en cas de décès : « Si ma théorie est juste et qu'elle est acceptée, elle formera un pas considérable pour la science. »
- 1858** Une lecture de sa théorie et de celle de Wallace est organisée par Lyell (géologue et ami de Darwin) devant la Société linnéenne de Londres. Ce travail commun est publié le 20 août dans une importante revue scientifique anglaise.
- 1859** Parution, le 24 novembre, de son œuvre majeure *De l'Origine des espèces au moyen de la sélection naturelle, ou la préservation des races favorisées dans la lutte pour la vie*. Les 1250 exemplaires sont vendus en moins de vingt-quatre heures.
- 1871** Darwin publie *La Filiation de l'homme et la sélection liée au sexe*, ouvrage dans lequel il applique la théorie de l'évolution à l'espèce humaine.
- 1876** Il rédige son *Autobiographie*, à l'intention de ses enfants.
- 1882** Darwin meurt le 19 avril. Cette même année, Walther Flemming (anatomiste allemand et spécialiste des cellules) découvre les chromosomes.

Imaginons ! Darwin vient de mourir et les élèves doivent préparer son éloge funèbre. Quels sont les faits marquants de la vie de Darwin et qu'a-t-il apporté à notre vision actuelle du monde ? A-t-il commis des erreurs ? Que lui reproche-t-on, à tort ou à raison ? Pour cette activité, les élèves peuvent s'aider du dp Ecole-Musée n° 30 (Bloch 2009, pp. 26-32), comme exemple de démarche journalistique.

TEMPS 1 : HISTOIRES D'HISTOIRE

Lors de la visite de l'exposition temporaire *Oh my God! Darwin et l'évolution*, les élèves pourront visiter l'exposition permanente consacrée à l'évolution des idées sur l'origine des espèces, en libre accès dans l'Atrium. Organisée en trois parties, elle présente les connaissances avant Darwin, la période autour de Darwin et de son œuvre, puis les développements plus récents.

Les activités proposées dans la partie AVANT peuvent être reprises et complétées grâce aux nombreuses informations qui figurent dans l'exposition permanente.

TEMPS 2 : ESPÈCE DE...

La notion d'espèce, unité fondamentale dans le système de classification du vivant, est le point de départ de la partie scientifique de l'exposition temporaire. Depuis Linné et son ouvrage *Systema naturae* (1758), les espèces sont nommées à l'aide d'un nom de genre et d'un nom d'espèce, tous deux en latin. Mais comment définit-on une espèce ?



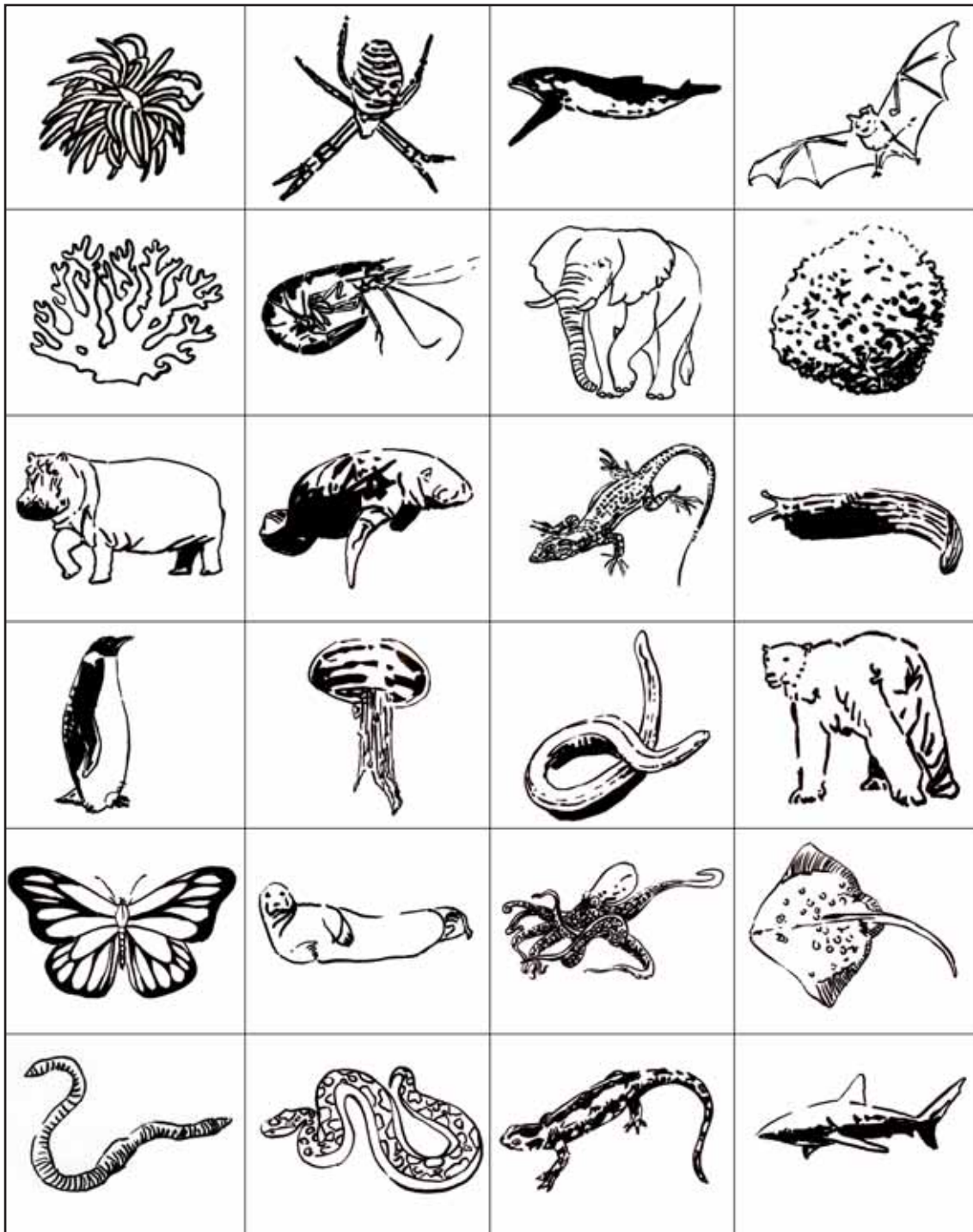
Barrières de reproduction :
le hérisson et la musaraigne.
Evident ! Oui, mais pas toujours...

Les différentes définitions de l'espèce sont exposées. La première, qui se base sur des similitudes ou des différences morphologiques, présente des limites (cf. homologies, analogies). Pour mieux fractionner la diversité du vivant en entités cohérentes, c'est la notion biologique de l'espèce qui est actuellement reconnue. Elle définit comme espèce une population ou un groupe de populations dont les individus sont capables de se reproduire les uns avec les autres dans la nature pour obtenir une descendance viable et féconde.

Les individus d'une espèce donnée sont séparés des autres par isolement reproductif. Les différents facteurs amenant à cet isolement peuvent être séparés en deux groupes : les barrières pré-zygotiques et les barrières post-zygotiques.

Les élèves sont confrontés à la complexité de la notion d'espèce, qui n'est pas toujours évidente. Pour les plantes et pour les fossiles, est-ce facile de définir des espèces, et pourquoi ? Est-ce que les barrières reproductives évoquées sont infailibles ? La reproduction sexuée est-elle le seul moyen de créer de nouveaux individus et quels sont ses avantages d'un point de vue évolutif ? Pour en savoir plus, voir sur www.oh-my-god.ch.

De retour en classe, les élèves pourront classer les espèces de la figure ci-dessous selon les critères de leur choix (photocopier la figure et découper les images). Combien de classifications différentes obtient-on ? Comment trouver un consensus ? Quels critères ont-ils été utilisés ? Quels autres critères sont actuellement couramment utilisés pour définir et classer les espèces ?



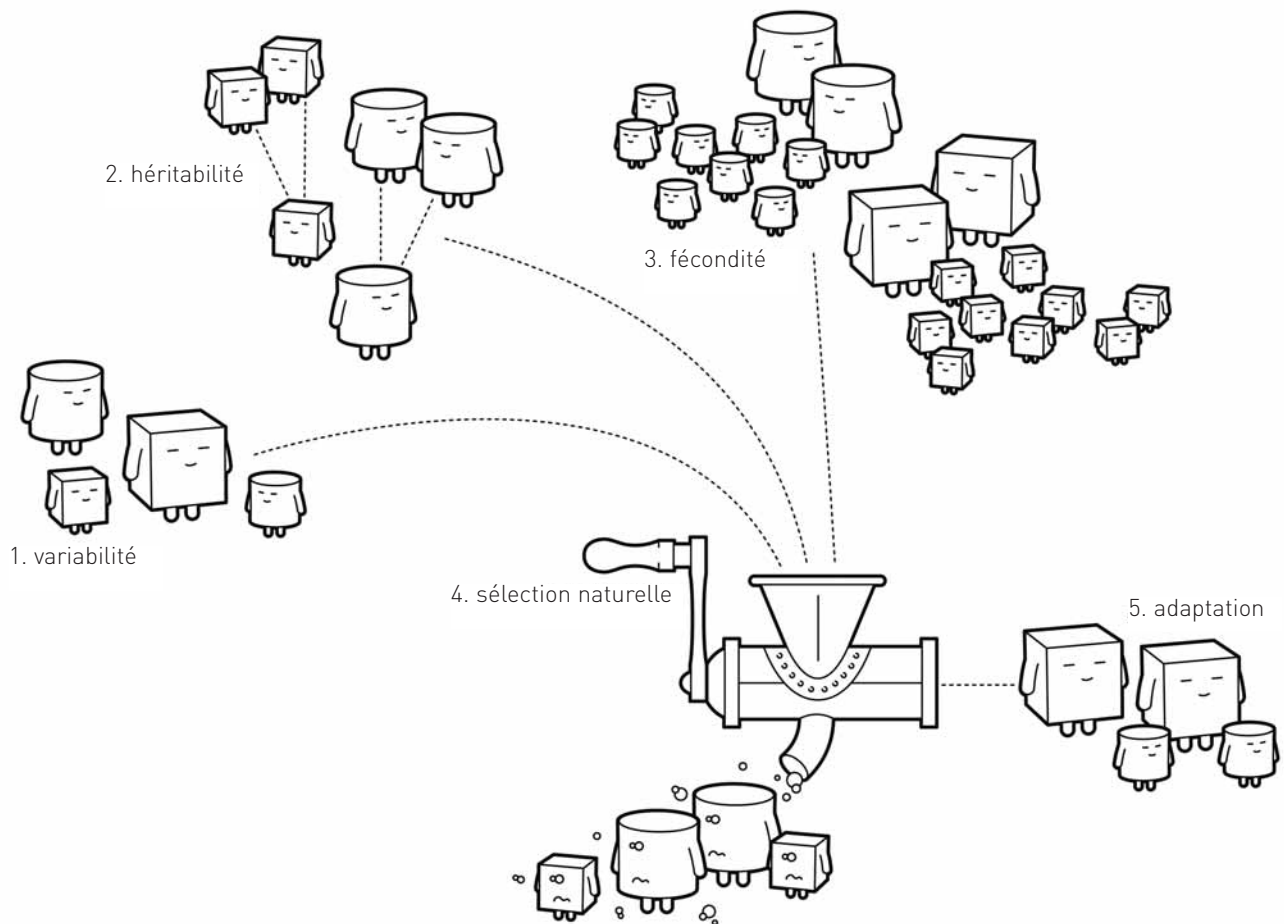
Voici 24 espèces différentes, présentées en vrac. A vous de les classer ! De gauche à droite et de haut en bas : anémone, araignée, baleine, chauve-souris, corail, crevette, éléphant, éponge, hippopotame, lamantin, lézard, limace, manchot, méduse, orvet, ours, papillon, phoque, pieuvre, raie, ver de terre, serpent, salamandre, requin.

TEMPS 3 : L'ÉVOLUTION, (COMMENT) ÇA MARCHE ?

Les mécanismes de l'évolution

Darwin avait constaté les choses suivantes :

1. Les organismes vivants présentent des variations aléatoires de caractères (**notion de variabilité**) ;
2. Certaines de ces variations sont héréditaires (**notion d'hérabilité**) ;
3. Les ressources environnementales sont limitées. Les êtres vivants font plus de descendants (**notion de fécondité**) que l'environnement ne peut en supporter, d'où une compétition entre individus ;
4. Les individus porteurs de variations favorables auront une descendance plus importante (**notion de sélection naturelle**) ;
5. Les caractères favorables se répandent dans la population sous l'effet de la sélection naturelle. En conséquence, les espèces vont peu à peu se transformer, évoluer (**notion d'adaptation**).



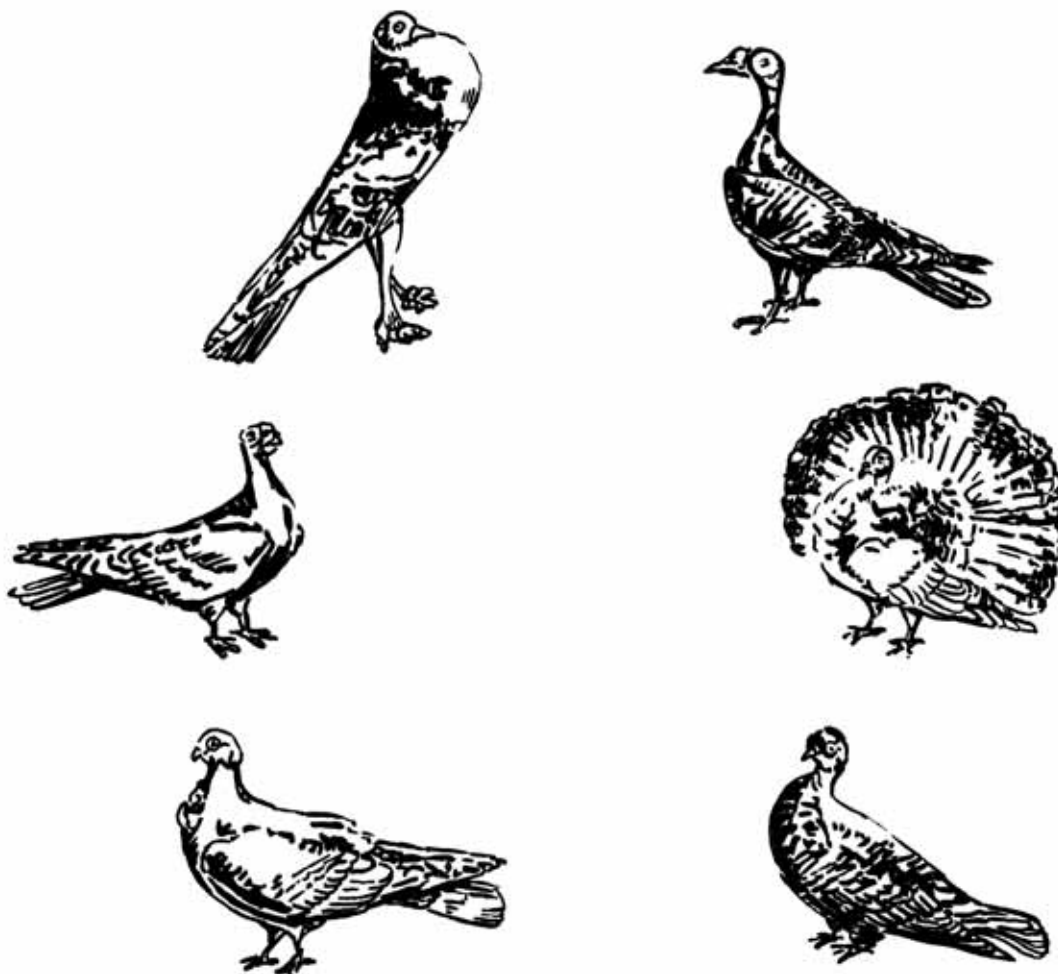
Les facteurs d'évolution.

Que faut-il pour qu'un caractère soit soumis à la sélection naturelle ? Les caractères innés (héréditaires) peuvent être sélectionnés. Est-ce que tous les caractères sont innés ? S'ils ne sont pas innés et donc non transmis génétiquement aux générations suivantes, peuvent-ils être sélectionnés ?

Darwin ne connaissait ni les chromosomes, ni les gènes ou l'ADN, éléments structuraux reconnus aujourd'hui comme « plan de construction » de tout être vivant. Les différents caractères codés par l'ADN sont héréditaires (caractères innés). Lors de la reproduction, la mère et le père donnent chacun la moitié de leur bagage génétique à leurs descendants. Le mélange résultant donne naissance à un être unique. C'est une première source de variabilité. Ensuite, il peut y avoir des erreurs de copie du code génétique, les mutations. Elles représentent une autre source de variation.

Ce qu'il est important de noter et que Darwin avait compris, c'est que cette variabilité est générée au hasard. Les variations peuvent être défavorables, sans incidence, ou favorables.

Pour mettre au point sa théorie de la transmutation par la sélection naturelle, Darwin s'est appuyé sur des expériences de sélection artificielle.



La sélection artificielle : exemple des pigeons de Darwin.

Quelle est la différence fondamentale entre la sélection naturelle et la sélection artificielle? Les élèves décrivent les deux processus de sélection et le résultat obtenu.

Cette différence fondamentale, l'importance du hasard dans les variations naturelles observées et l'absence de finalité, est source de controverse. Comment se positionnent les élèves face à cette notion de hasard, à cette absence de finalité?

C'est par « distraction » que Darwin a mis le doigt sur un point crucial de sa théorie. Pour se changer les idées, il lit l'ouvrage de Thomas Malthus (1766-1834), *Essai sur le principe de population*. C'est ainsi qu'il comprend, en octobre 1838, qu'en cas de compétition, les individus présentant les variations les mieux adaptées à leur environnement seront favorisés. Ils vont alors devenir de plus en plus nombreux dans la population de génération en génération. C'est le principe de sélection naturelle qui est une des possibilités de formation de nouvelles espèces. Darwin relève l'absence de finalisme dans ce processus. C'est par chance qu'un caractère apparu au hasard sera favorable dans un environnement donné.

Plusieurs exemples concrets de sélection naturelle existent, notamment la résistance des insectes aux insecticides. Les élèves peuvent chercher d'autres exemples de sélection et d'évolution des espèces.

D'autres mécanismes d'évolution possibles

La sélection sexuelle, les flux géniques et la dérive génétique sont également présentés comme des mécanismes de l'évolution.

Cherchez des exemples de sélection sexuelle dans différents groupes du règne animal (invertébrés, vertébrés).

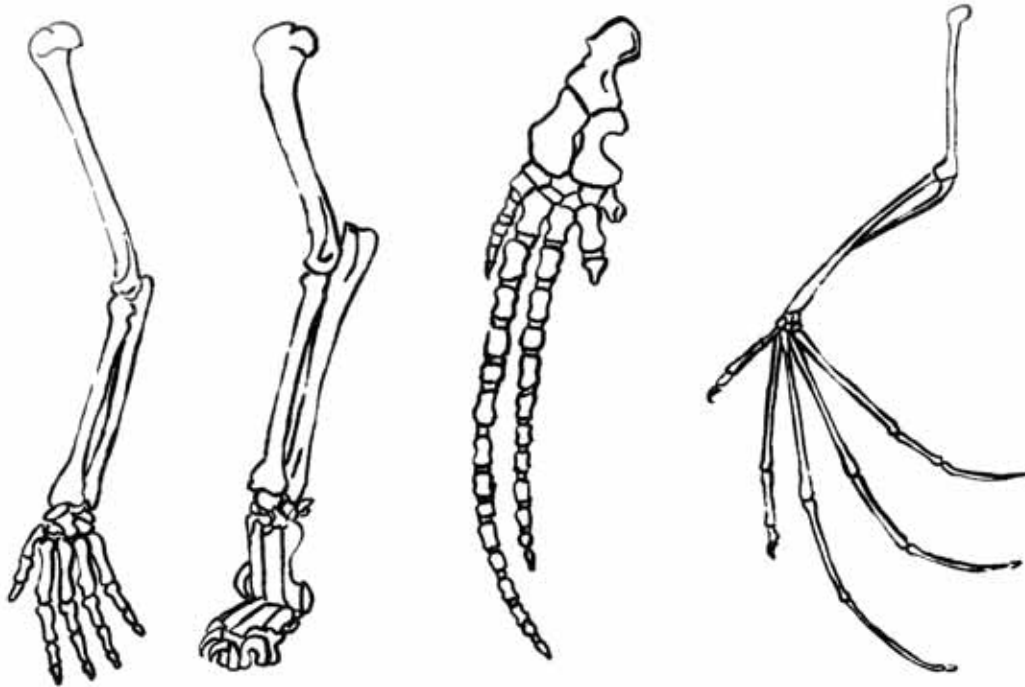
Les flux géniques sont des mécanismes permettant d'augmenter la diversité en permettant l'échange de variations entre différentes populations. La dérive génétique, elle, n'est pas une source de variations supplémentaire, mais plutôt un processus de sélection d'un caractère sans que celui-ci soit soumis à une pression de sélection.

Quel type de variation va-t-il être sélectionné en cas de dérive génétique? Ce mécanisme vous paraît-il plutôt bénéfique ou néfaste pour la population?

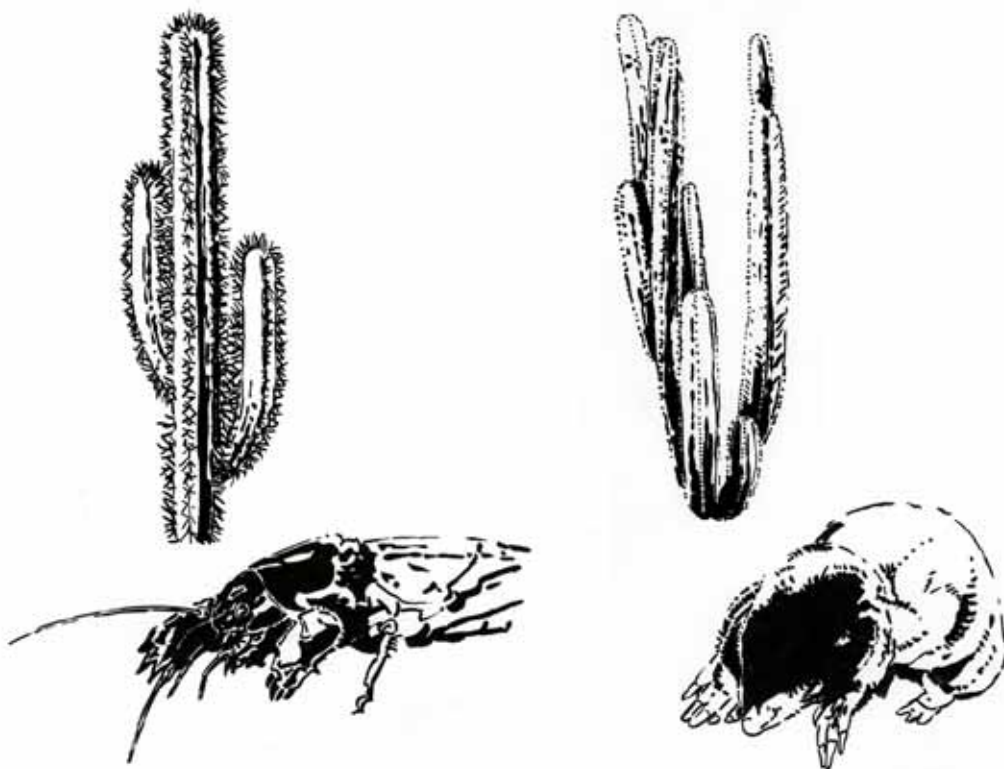
Evidences de l'évolution (exemples choisis)

Les homologues et les analogues sont des évidences de l'évolution. Le concept de descendance avec modification permet d'expliquer les similarités qu'on observe entre des espèces apparentées, même si la fonction du caractère en question n'est plus la même, comme c'est le cas des membres antérieurs chez les mammifères par exemple. A l'inverse, les analogues résultant de

la convergence évolutive sont témoins de pressions de sélection similaires aboutissant à des caractères analogues qui sont d'origine différente. Elles sont le résultat de deux évolutions indépendantes dans des conditions environnementales semblables.



Homologie : exemple des membres antérieurs chez les mammifères : l'homme, le chat, la baleine et la chauve-souris.



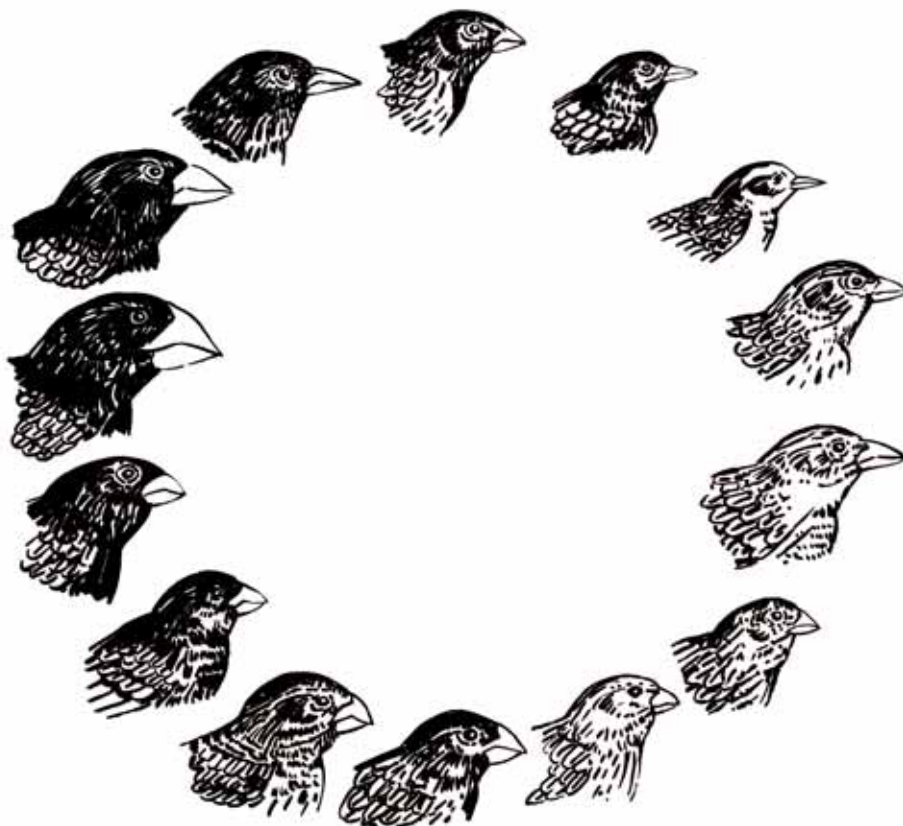
Analogie : exemple des cactus cierges en Amérique et des euphorbes cactiformes en Afrique chez les plantes, et de la courtilière et de la taupe chez les animaux.

Les homologies permettent d'établir des liens de parentés entre différentes espèces ; des caractères aujourd'hui différents trouvent leur origine dans un caractère parent, présent dans une espèce ancestrale qui peut avoir disparu à l'heure actuelle. On arrive ainsi à reconstituer l'histoire évolutive des espèces sur la base de ces caractères.

Les analogies (convergence), elles, ne sont pas témoins de liens de parentés entre les espèces. Comment interpréter ces analogies ? De quoi résultent-elles ? Peuvent-elles poser des problèmes pour classer les êtres vivants sur la base de critères morphologiques externes ?

TEMPS 4 : L'ÉVOLUTION, ÇA VOUS BRANCHE ?

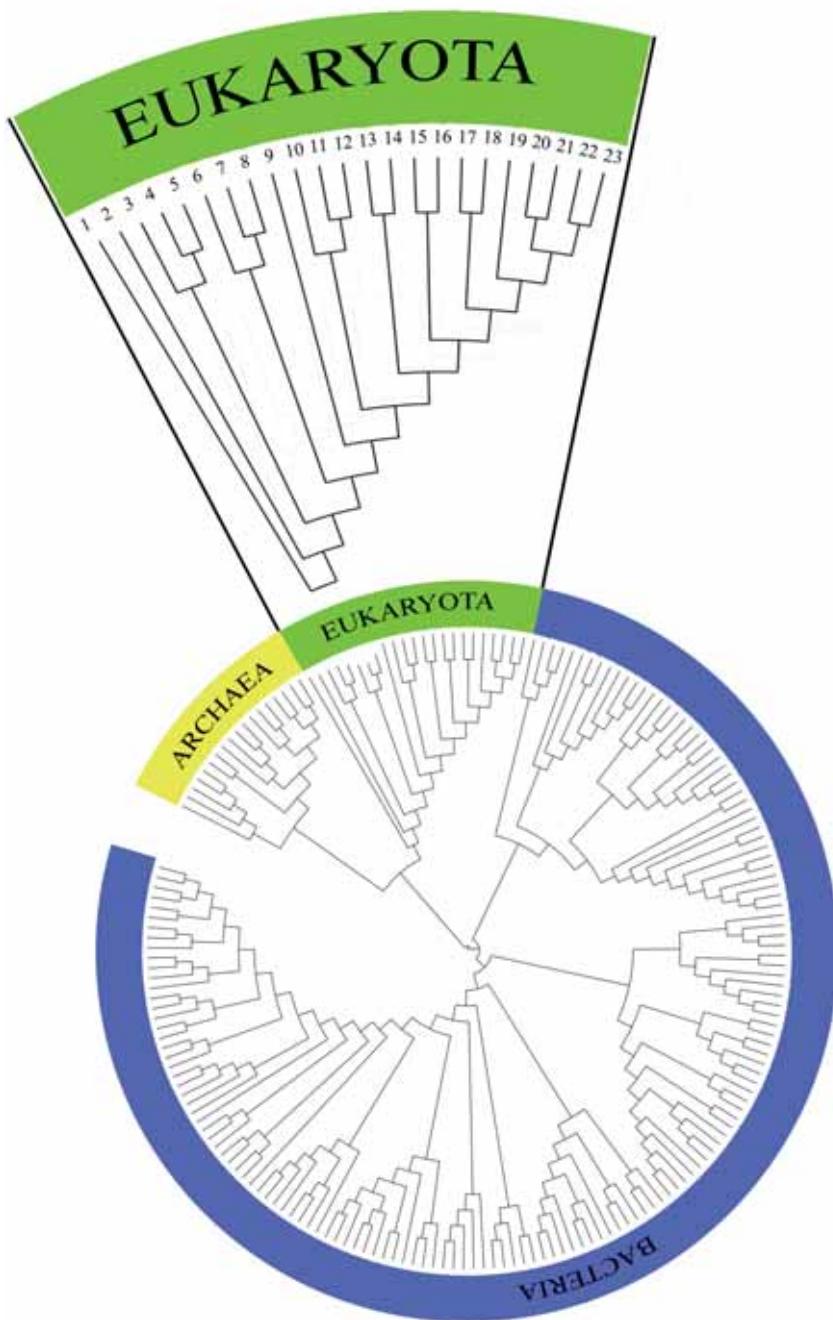
La spéciation est le processus évolutif par lequel apparaissent de nouvelles espèces, un moment particulier dans le processus de différenciation. Elle peut soit se faire par anagenèse (une lignée descendante remplace une lignée ancestrale) ou cladogenèse (une lignée ancestrale se sépare en deux lignées descendantes). Le deuxième processus conduit à une augmentation de la biodiversité.



Spéciation : les géospizes récoltés par Darwin et identifiés comme des espèces différentes par l'ornithologue John Gould.

La spéciation par sélection naturelle a permis l'émergence du principe de filiation : les espèces actuelles sont issues d'espèces ancestrales qui, elles-mêmes, étaient issues d'autres ancêtres... Cette filiation entre les espèces, Darwin l'avait représentée sous la forme d'un « arbre de la vie ». Cette image montre que l'évolution n'est pas linéaire, mais ramifiée. Ainsi l'homme ne « descend » pas du singe, mais il a un ancêtre commun avec les grands singes actuels. Cela est bien illustré dans la figure ci-dessous.

Aujourd'hui la représentation qui nous semble la plus cohérente est la « roue de la vie ». Elle permet de placer le premier être vivant apparu sur Terre au centre et non plus à la base, avec ensuite tout autour le foisonnement d'espèces qu'a abrité (une multitude d'espèces se sont éteintes en cours de route) et qu'abrite notre planète.



La roue de la vie (exemples choisis de certains organismes vivants).
Zoom avant sur les eucaryotes :

- 1: **Giardia lamblia**
(Protistes ; Diplomonadines)
- 2: **Leishmania major**
(Protistes ; Euglénobiontes)
- 3: **Thalassiosira pseudonana**
(Protistes ; Straménopiles ; Algues brunes)
- 4: **Cryptosporidium hominis**
(Protistes ; Alvéolobiontes ; Apicomplexés)
- 5: **Plasmodium falciparum**
(Protistes ; Alvéolobiontes ; Apicomplexés)
- 6: **Cyanidioschyzon merolae**
(Protistes ; Algues rouges)
- 7: **Oryza sativa** (Végétaux ; Angiospermes)
- 8: **Arabidopsis thaliana**
(Végétaux ; Angiospermes)
- 9: **Dictyostelium discoideum** (Amibozoaires)
- 10: **Schizosaccharomyces pombe**
(Eumycètes ; Ascomycète)
- 11: **Eremothecium gossypii**
(Eumycètes ; Ascomycète)
- 12: **Saccharomyces cerevisiae**
(Eumycètes ; Ascomycète)
- 13: **Caenorhabditis elegans**
(Animaux ; Invertébrés ; Nématodes)
- 14: **Caenorhabditis brigssae**
(Animaux ; Invertébrés ; Nématodes)
- 15: **Drosophila melanogaster**
(Animaux ; Invertébrés ; Insectes)
- 16: **Anopheles gambiae**
(Animaux ; Invertébrés ; Insectes)
- 17: **Takifugu rubripes**
(Animaux ; Vertébrés ; Poissons)
- 18: **Danio rerio**
(Animaux ; Vertébrés ; Poissons)
- 19: **Gallus gallus**
(Animaux ; Vertébrés ; Oiseaux)
- 20: **Mus musculus**
(Animaux ; Vertébrés ; Mammifères)
- 21: **Rattus norvegicus**
(Animaux ; Vertébrés ; Mammifères)
- 22: **Homo sapiens**
(Animaux ; Vertébrés ; Mammifères)
- 23: **Pan troglodytes**
(Animaux ; Vertébrés ; Mammifères)

Pour cette activité proposant des jeux de piste à la recherche de nos ancêtres, des informations supplémentaires doivent être téléchargées sur le site www.oh-my-god.ch avant la visite de l'exposition.

Les élèves vont partir à la recherche de leurs ancêtres en parcourant la roue de la vie depuis l'homme jusqu'au nœud central, où se trouve l'ancêtre commun à toutes les espèces vivantes : LUCA (Last Universal Common Ancestor). Où l'homme est-il positionné dans la roue de la vie ? Est-ce que cela correspond à ce qu'imaginaient les élèves (reprendre la représentation graphique qui avait été réalisée dans la première activité sur la question de nos origines) ? Se sentent-ils différents, proches des autres espèces ? Qu'a-t-on de commun avec le plus proche parent sur cette roue de la vie ? Si on remonte les ramifications de la roue, quels sont les points communs avec nos voisins ? Continuez l'exercice jusqu'au centre de la roue. Là les points communs seront plus durs à trouver, mais essayez !

Au cours de l'évolution, de nouvelles espèces apparaissent alors que d'autres disparaissent. On sait sur la base de l'étude des fossiles que l'histoire du vivant est ponctuée de grandes crises d'extinction. En quittant l'exposition, les élèves prendront connaissance de l'extinction de certaines espèces.

Les élèves peuvent relever le nom des espèces disparues. Cela les aidera pour une activité proposée en fin de document sur la crise de biodiversité.



TEMPS 5 : À VOUS DE JOUER !

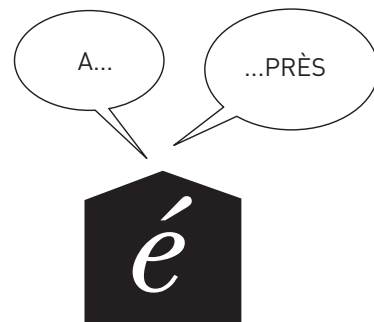
Avant de quitter l'exposition, des activités ludiques vous sont proposées dans la dernière salle ; vous pourrez alors observer et expérimenter l'évolution en direct !

Une espèce disparue : les mammouths se sont éteints dans le nord-est de la Sibérie, il y a moins de 4000 ans. Un squelette presque complet, trouvé dans le Jura vaudois, est exposé au Musée cantonal de géologie.

Les élèves vont pouvoir s'intéresser aux questions suivantes :

- Comment des robots prédateurs vont-ils évoluer pour mieux capturer leurs proies? (Mot-clé : relation proie-prédateur)
- Quelle est l'influence réciproque du bec des colibris et de la longueur des fleurs dans lesquelles ils puisent le nectar? (Mot-clé : coévolution)
- Comment la couleur des insectes va affecter leur taux de survie? (Mot-clé : camouflage)

RÉTRO - ET « FUTURO » SPECTIVE



VENI, VIDI, DISCUTI.

1) *Organiser une table de discussion par rapport à ce qu'ils ont vu durant l'exposition.*

Qu'ont-ils retenu de la visite de l'exposition ? Qu'ont-ils le plus apprécié ? Est-ce que quelque chose les a dérangés ? Vont-ils désormais porter un autre œil sur le monde qui les entoure et les processus qui s'y déroulent ?

2) *Reprendre les travaux effectués avant la visite et les développer.*

Les élèves peuvent reprendre leur travail sur l'évolution ou leur composition sur la question de nos origines. Ils mettent en évidence ce qui a changé à la suite de la visite de l'exposition par rapport à leur vision et à leur compréhension de ces deux thèmes centraux.

LES GRANDS DÉFIS.

3) *Changements climatiques et évolution*

Quelles vont être les conséquences des changements climatiques ? Comme nous l'avons vu, plusieurs facteurs sont nécessaires à l'évolution : variabilité, hérédité, fécondité, sélection naturelle et adaptation. En quoi les changements climatiques vont-ils jouer un rôle ? Est-ce que les espèces vont pouvoir s'adapter à ces nouvelles conditions ?

Le chapitre « modifications climatiques » du dp Ecole-Musée n° 19 (2007) intitulé *Les milieux extrêmes font leur cinéma* peuvent fournir des pistes de réflexion.

4) *Crise de biodiversité et évolution*

Dans la dernière partie de l'exposition, la perte de biodiversité a été évoquée par un aperçu des espèces éteintes au cours des dernières dizaines de milliers d'années. Comment expliquer cette perte de diversité, alors que nous avons vu que les espèces peuvent évoluer et s'adapter ? Quelles sont les principales causes de la disparition des espèces ? Quels phénomènes interviennent-ils ? De quoi ont manqué/manquent/manqueront ces espèces pour évoluer ?

BIBLIOGRAPHIE

Sélection d'ouvrages de Charles Darwin

DARWIN Charles, *L'Origine des espèces*, traduction Edmond Barbier, Paris, GF-Flammarion, 1992, 619 p.
Edition mise à jour et corrigée en 2008 de l'œuvre majeure de Darwin publiée en 1859 sous le titre original : *On the Origin of Species by Means of Natural Selection or the Preservation of Favoured Races in the Struggle for Life*.

DARWIN Charles, *La Filiation de l'homme et la sélection liée au sexe*, traduction Michel Prum, Syllepse, 2000, 825 p.

Dans cet ouvrage, Darwin applique sa théorie de l'évolution à l'Homme. L'Homme y est inscrit généalogiquement au sein de la série animale. Darwin explique la civilisation humaine comme résultante des instincts sociaux et de l'intelligence. La civilisation promeut la protection des faibles à travers l'émergence de sentiments affectifs, du droit et de la morale, également sélectionnés chez l'Homme.

DARWIN Charles, *Voyage d'un naturaliste autour du monde*, traduction Edmond Barbier, Paris, La Découverte, 2003, 552 p.

Cet ouvrage contient les notes que Darwin avait prises tout au long de son voyage à bord du H. M. S. Beagle entre 1831 et 1836.

DARWIN Charles, *L'Autobiographie*, traduction Jean-Michel Goux, Paris, Seuil, 2008, 244 p.

Cette édition restitue l'autobiographie de Charles Darwin telle qu'il l'avait écrite pour satisfaire la curiosité de ses enfants et de leurs descendants.

Pour les élèves

BLOCH Corinne, *Le sel. De la mine à l'assiette*, Lausanne, Service des affaires culturelles - Département de la formation et de la jeunesse du canton de Vaud, 2009 (collection dp. Ecole-Musée ; n° 30).

Dans ce dossier pédagogique, les élèves trouveront de nombreuses suggestions pour préparer l'éloge funèbre de Darwin sous forme de journal par exemple (pp. 26-32).

CONTINENZA Barbara, *Darwin, l'arbre de la vie*, Paris, Pour la Science - Série Les génies de la science n° 18, 2004, 96 p.

Un tour d'horizon richement illustré de la vie et de l'œuvre de Charles Darwin.

Forum biodiversité Suisse, *Darwin et la biodiversité*, HOTSPOT n° 19, février 2009, 24 p.

Ce numéro reprend les différents apports de Darwin pour l'étude de la biodiversité et la biologie de la conservation.

GIRAUD Marc, *Darwin c'est tout bête! Mille et une histoires d'animaux pour comprendre l'évolution*, Paris, Robert Laffont, 2009, 345 p.

Au travers de différentes anecdotes animalières, ce livre permet de mieux comprendre l'histoire de la pensée de Charles Darwin. Un festival animalier pour approcher de manière ludique la sélection naturelle et apprécier la diversité du vivant.

PANAFIEU Jean-Baptiste de, *Sur les traces de Charles Darwin*, Paris, Gallimard-Jeunesse, 2004, 127 p.

De son voyage sur le Beagle à l'avènement de sa théorie de l'évolution, ce livre nous propose de suivre Darwin pas à pas tout au long de sa vie.

PICQ Pascal, *Darwin et l'évolution expliqués à nos petits enfants*, Seuil, 2009

L'auteur explique l'évolution des espèces selon Charles Darwin aux plus petits. Pourquoi des espèces apparaissent, certaines se diversifient, d'autres disparaissent ? Le tout expliqué dans une chronique fascinante, avec des arguments scientifiques que les plus petits pourront comprendre.

PYE Claire [et al.], *Les animaux du futur*, Nathan, 2008, 96 p.

En s'aidant des connaissances scientifiques actuelles, des climatologues, des biologistes et des géologues nous projettent dans le futur (100 et même 500 millions d'années) et nous décrivent d'étranges créatures, fruits d'une évolution possible.

VON AESCH Leïla, *Les milieux extrêmes font leur cinéma*, Lausanne, Service des affaires culturelles - Département de la formation et de la jeunesse du canton de Vaud, 2007 (collection dp. Ecole-Musée ; n° 19).

Dans ce dossier pédagogique, les élèves pourront trouver des informations sur les changements climatiques (pp. 23-24).

Collectif, *L'héritage Darwin*, Paris, numéro anniversaire : 150 ans de théorie de l'évolution - Les Dossiers de la Recherche n° 33, 2008, 98 p.

Un vaste panorama de la théorie de l'évolution, de son contexte historique et idéologique ainsi que des principaux héritiers qui ont repris, adapté et réaménagé la théorie de l'évolution.

Collectif, *L'évolution – Comment les espèces s'adaptent*, Paris, Les Dossiers de La Recherche n° 27, 2007, 98 p. Evocation des développements récents de la recherche et état des lieux des savoirs contemporains au sujet de l'évolution à travers ses moteurs : sélection, hasard, compétition, reproduction sexuée, hybridation, perturbations environnementales...

Collectif, *L'histoire de la vie : les grandes étapes de l'évolution*, Paris, Les Dossiers de La Recherche n° 19, 2005, 98 p.

Trois milliards d'années d'évolution sont présentés au travers de thèmes comme l'origine de la vie, le rôle des grandes extinctions, l'apparition des vertébrés, l'évolution des organismes, etc.

LECLERCQ Bénédicte, *L'évolution : rien ne l'arrête !*, Paris, Dossier pour la Science n° 63, 2009, 120 p.

Après Darwin, des générations de biologistes ont découvert comment s'élabore la nouveauté, et identifié divers mécanismes de sélection. Un grand nombre de disciplines (paléontologie, génétique des populations, étude des génomes, embryologie, écologie, éthologie...) ont fait émerger de nouvelles idées et nourri la théorie de l'évolution.

Pour les enseignant-e-s

BUICAN Denis, *Darwin dans l'histoire de la pensée biologique*, Paris, Ellipses, 2008, 232 p.

Cet ouvrage, avec pour noyau central l'œuvre monumentale de Darwin, présente l'avant et l'après Darwin dans l'histoire de la pensée biologique.

LAWSON Kristan, *Darwin and Evolution for Kids*, Chicago, Chicago Review Press, 2003, 146 p. (en anglais)

Retrace la vie de Darwin et ses idées et propose 21 activités ludiques pour les enfants, pour mieux comprendre tout ce qui a trait à l'évolution.

LECOINTRE Guillaume, LE GUYADER Hervé, *Classification phylogénétique du vivant*, Paris, Belin, 2001, 543 p.

Cette synthèse fait le point sur les progrès récents en systématique et propose une classification phylogénétique des êtres vivants. Elle est désormais fondée sur un arbre évolutif qui tente de retracer l'histoire de la vie.

LE GUYADER Hervé [et al.], *L'évolution*, Paris, Pour la Science – Dossier Hors-Série, 1997, 145 p.

Ce dossier spécial consacré à l'évolution permet de bien comprendre les concepts fondamentaux de la théorie de l'évolution, son historique et les différents mécanismes évolutifs.

PALLEN Mark, *The rough guide to Evolution*, London, Rough Guides Ltd, 2009, 352 p. (en anglais)

Ce livre fournit une introduction accessible aux théories évolutives et à leurs conséquences. Il reprend notamment la vie et les travaux de Darwin, expose les évidences de l'évolution et retrace l'histoire évolutive de la vie sur terre.

TORT Patrick, *L'effet Darwin, sélection naturelle et naissance de la civilisation*, Paris, Seuil, 2008, 232 p.

L'auteur fait la lumière sur la véritable pensée de Darwin, qui n'a jamais été en accord avec la théorie du darwinisme social, ni l'eugénisme. Darwin dit exactement le contraire, à savoir que la civilisation humaine protège les plus faibles, car la sélection naturelle a sélectionné des instincts sociaux chez l'homme.

FILMOGRAPHIE

FOUCHER Roger [et al.], *La Terre, Le Temps, Le Vivant – Histoire de la Vie et Evolution*, Paris, SCEREN-CNDP, 2005.

Ce DVD permet d'aborder « L'histoire de la vie » et « L'évolution » au travers de films et séquences pédagogiques faisant appel à des domaines variés comme la biologie, l'embryologie, l'anthropologie, et en recensant les divers outils et méthodes qui ont servi les théories relatives aux origines du vivant.

MORRIS Patrick, MURRAY Andrew, *Galápagos - Ces îles qui ont changé le monde...*, France, BBC/National Geographic Channel, 2006.

Les îles Galápagos, véritable laboratoire à ciel ouvert de l'évolution, ont inspiré Charles Darwin pour élaborer sa célèbre théorie de l'évolution. Ce documentaire en trois épisodes, examine l'incroyable diversité de cet archipel et relate l'histoire et la spécificité de chacune de ses îles.

Sea Studios Foundation and National Geographic Television, *La fabrique de la vie*, France, STUDIO CANAL, 2009.

Ce coffret de quatre DVDs retrace l'histoire de la vie sur terre au travers des différents groupes animaliers. Sur les traces des scientifiques, nous découvrons ce que chaque groupe peut nous apporter pour mieux comprendre l'évolution de la vie sur terre.

TAZUKE Hideki [et al.], *Planète Terre : à la découverte des mystères de l'évolution*, France, NHK/TF1 Vidéo, 2006.

Cette série (six épisodes de 52 min.) retrace l'histoire de la planète bleue, depuis sa genèse jusqu'à la naissance des dinosaures, de l'*Homo sapiens* et du langage, en passant par la sortie de l'eau des vertébrés et la naissance des mammifères.

VAN WAEREBEKE Denis [et al.], *Espèces d'espèces*, France, Ex-Nihilo & Agat Films/ARTE France/France 5/RTBF, 2008.

Ce documentaire original et didactique nous explique avec humour comment classer le vivant et quels sont les liens de parentés entre les différentes espèces. En remontant l'arbre de la vie, on fait connaissances avec nos proches parents, puis nos ancêtres, les ancêtres de nos ancêtres, etc., jusqu'à LUCA, l'ancêtre commun à tous les êtres vivants.

WEBOGRAPHIE

<http://blogs.rsr.ch/darwin>

Le dossier de la Radio Suisse Romande consacré à Darwin, avec de multiples interviews et chroniques.

<http://classiques.uqac.ca>

On y trouve, en format électronique, quelques livres de Darwin en français.

www.cnrs.fr/cw/dossiers/dosevol/

Dossier sagascience du CNRS sur l'évolution : de l'origine de la vie aux origines de l'homme.

www.darwinisme.org

Site de l'Institut Charles Darwin International, fondé par Patrick Tort.

<http://darwin-online.org.uk> (en anglais)

La plupart des œuvres de Darwin sont consultables sur ce site.

www.hominides.com

Un site dédié à l'évolution de l'homme, qui reprend notamment l'historique des théories de l'évolution et une biographie de Charles Darwin.

www.oh-my-god.ch

Site Internet de l'exposition *Oh my God! Darwin et l'évolution* qui contient de nombreuses informations sur Darwin, avec notamment une liste des événements s'y rapportant tout au long de cette année.



© 2009 Ecole-Musée / Canton de Vaud

DÉPARTEMENT DE LA FORMATION, DE LA JEUNESSE ET DE LA CULTURE – SERVICE DES AFFAIRES CULTURELLES

Coordination	Ana Vulić
Contenu et rédaction	Véronique Helfer, collaboratrice de recherche au Musée cantonal de zoologie
Collaboration	Comité scientifique de l'exposition <i>Oh-my-god ! Darwin et l'évolution</i> : Musée et jardins botaniques: Joëlle Magnin-Gonze, Jean-Louis Moret, Gino Müller; Musée de géologie: Gilles Borel, Robin Marchant; Musée de zoologie: Daniel Cherix, Olivier Glaizot (commissaire de l'exposition).
Validation pédagogique	Charles-Étienne Vullioud, professeur formateur HEP VAUD sciences
Relecture	Corinne Chuard
Mise en forme	Anne Hogge Duc
Impression	Centre d'édition de la Centrale d'achats de l'Etat de Vaud (CADEV)

Sources et copyrights des illustrations ainsi que crédits photographiques
Couverture et pp. 4 et 12: © Studio KO; dessins pp. 10-11, 13, 15, 16, 18 et feuille de réponse enseignants: Michel Krafft, © Musée cantonal de zoologie, Lausanne; p. 17: Musée cantonal de zoologie, Lausanne, d'après Letunic and Bork [2006] *Bioinformatics* 23(1), pp. 127-8

Le présent dossier pédagogique est téléchargeable sur www.ecole-musee.vd.ch et www.oh-my-god.ch.

Couverture Affiche de l'exposition *Oh my God! Darwin et l'évolution*. Réalisation: Studio KO.

NUMÉROS DISPONIBLES

2005	1	<i>Eau et vie dans le Léman</i> , Musée du Léman, Nyon
	2	<i>Des jeux et des hommes. Aspects didactiques, historiques et culturels des jeux de société</i> , Musée suisse du jeu, La Tour-de-Peilz (2 ^e version revue et corrigée : 2008)

2006	3	<i>Du baiser au bébé</i> , Fondation Claude Verdan – Musée de la main, Lausanne
	4	<i>Flore sauvage dans la ville</i> , Musée et jardins botaniques cantonaux, Lausanne
	5	<i>Baselitz. La peinture dans tous les sens</i> , Fondation de l'Hermitage, Lausanne
	6	<i>Créations hors du commun</i> , Collection de l'art brut, Lausanne
	7	<i>Feuille, caillou, ciseaux. A la découverte des matériaux</i> , Espace des inventions, Lausanne
	8	<i>Des Alpes au Léman. Images de la préhistoire</i> , Musée cantonal d'archéologie et d'histoire, Lausanne
	9	<i>Charles Gleyre (1806-1874). Le génie de l'invention</i> , Musée cantonal des beaux-arts / Lausanne
	10	<i>Le bel ambitieux. A la découverte du Palais de Rumine</i> , Palais de Rumine, Lausanne
	11	<i>Des Celtes aux Burgondes</i> , Musée d'Yverdon et région, Yverdon-les-Bains
	12	<i>Le chemin de Ti'Grain. Une histoire socio-culturelle</i> , Maison du blé et du pain, Echallens

2007	13	<i>Les cailloux racontent leur histoire</i> , Musée cantonal de géologie, Lausanne
	14	<i>Paris-Lausanne-Paris 39-45. Les intellectuels entre la France et la Suisse</i> , Musée historique de Lausanne
	15	<i>L'art du verre contemporain. Reflets d'une collection et d'un catalogue</i> , mudac – Musée de design et d'arts appliqués contemporains, Lausanne
	16	<i>Du vent et des voiles</i> , Musée Olympique, Lausanne (en français / in english / auf Deutsch)
	17	<i>Denis Savary</i> , Musée Jenisch Vevey
	18	<i>Les coulisses de l'histoire vaudoise</i> , Archives cantonales vaudoises, Chavannes-près-Renens
	19	<i>Les milieux extrêmes font leur cinéma</i> , Ciné du musée: Musée d'archéologie et d'histoire, Musée et jardins botaniques, Musée de géologie, Musée de zoologie
	20	<i>Splendeurs ignorées</i> , Vivarium de Lausanne
	21	<i>De la fragile porcelaine à la géôle oppressante. Un itinéraire contrasté</i> , Château de Nyon - Musée historique et des porcelaines, Nyon

2008	22	<i>La bibliothèque facile. Clés pour la recherche d'informations</i> , Bibliothèque cantonale et universitaire de la Riponne, Lausanne
	23	<i>Une journée au XIX^e siècle dans la région de Montreux...</i> , Musée de Montreux
	24	<i>Avenches la romaine</i> , Musée romain, Avenches (en français / auf Deutsch)
	25	<i>Steinlen. L'œil de la rue</i> , Musée cantonal des beaux-arts / Lausanne
	26	<i>A l'abri des murailles. La vie d'un château à l'époque savoyarde</i> , Château de Chillon, Chillon-Veytaux (en français / auf Deutsch)
	27	<i>Au fil du temps. Le jeu de l'âge</i> , Fondation Claude Verdan - Musée de la main, Lausanne
	28	<i>Le pactole du passé</i> , Musée monétaire cantonal, Lausanne

2009	29	<i>Aventure, exploration, connaissance</i> , Espace Jules Verne – Maison d'Ailleurs, Yverdon-les-Bains
	30	<i>Le sel. De la mine à l'assiette</i> , Mines de sel, Bex
	31	<i>Oh my God! Darwin et l'évolution</i> , Musées cantonaux de botanique, géologie et zoologie, Lausanne



Les dossiers pédagogiques (dp) sont produits par le Service des affaires culturelles (SERAC), Département de la formation, de la jeunesse et de la culture du Canton de Vaud (DFJC).