

Accompagnement pédagogique du film *Espèces d'espèces*

Adeline André
professeur agrégée de SVT

Sommaire

Introduction	2
Références aux programmes	3
Découpage en séquences	4
Pistes pédagogiques	10
Fiches élèves et compléments	14
Fiche 1 : Les innovations au cours de l'histoire de la vie (3 ^e / 2 ^{de} / term. S)	15
Fiche 2 : Le tri des êtres vivants (6 ^e)	18
Fiche 3 : Les représentations de l'arbre du vivant (tout niveau)	21
Fiche 4 : La lignée des primates (1 ^{re} ES / 1 ^{re} L / term. S)	24
Fiche 5 : Les convergences évolutives (3 ^e / 2 ^{de})	25
Fiche 6 : Les groupes naturels d'êtres vivants (6 ^e / 3 ^e / 2 ^{de})	26
Fiche 7 : Une nouvelle espèce décrite (6 ^e / 3 ^e / 2 ^{de})	28
Fiche 8 : Un état de la biodiversité actuelle (2 ^{de})	29
Complément 1 : Ranger / Trier / Classer	30
Complément 2 : Les taxons de la classification	31
Complément 3 : L'espèce	31
Complément 4 : Les archées	32

Introduction

Espèces d'espèces est un film documentaire présentant la classification phylogénétique du monde vivant, c'est-à-dire LA classification ; celle qui retrace l'histoire évolutive de l'ensemble des êtres vivants.

L'arbre du vivant a été représenté de différentes façons au cours de l'histoire, comme une échelle ou comme un chêne poussant vers le ciel. Sa représentation la plus moderne est présentée et disséquée ici : il s'agit d'un buisson sphérique possédant trois branches maîtresses : celle des bactéries, celle des archées et celles des eucaryotes. À la périphérie de cet arbre se trouvent toutes les espèces présentes aujourd'hui sur notre planète ; en son centre, l'ancêtre commun se nomme LUCA (*Last universal common ancestor*).

À chaque extrémité d'une branche se trouve une espèce. Certaines espèces se trouvent donc plus proches des unes que des autres. Mais qu'est-ce qu'une espèce ? Comment les classe-t-on ? Quel est le sens de la classification des êtres vivants ? Combien d'espèces existe-t-il et, donc, combien d'extrémités possède cet arbre ?

Voici autant de questions auxquelles ce documentaire apporte des réponses particulièrement claires.

En remontant depuis notre position d'*Homo sapiens*, au cœur de la branche des eucaryotes, vers le centre de l'arbre, un narrateur nous présente nos cousins, des plus proches aux plus lointains, des chimpanzés aux archées, en passant par les géraniums. Chaque comparaison est l'occasion de présenter les points communs aux êtres vivants considérés, rappelant ainsi qu'un groupe d'êtres vivants se définit bien par rapport à des caractéristiques partagées et non pas par rapport à une absence commune de caractéristiques.

Ce film, qui utilise des séquences d'animation, des interviews de spécialistes, des images d'animaux, de lieux de recherche et de musées, aborde la classification du vivant et les questions associées avec beaucoup de rigueur, de pédagogie, de clarté et d'humour ! Vous l'aurez compris, c'est un outil pédagogique à utiliser sans modération !

Références aux programmes

Culture scientifique

Dans les programmes des disciplines scientifiques, les références à la culture scientifique et à l'histoire des sciences sont nombreuses. Ce film offre un support riche à qui veut utiliser cette approche.

Socle commun des connaissances et des compétences (BO n° 29 du 20 juil. 2006)

Compétence 3 : Les principaux éléments de mathématiques et la maîtrise d'une culture scientifique et technologique

Compétence 5 : La culture humaniste

Thèmes de convergence du collège

Thème 2 : Environnement et développement durable

Thème 4 : L'importance du mode de pensée statistique dans le regard scientifique sur le monde

Option de découverte professionnelle en 3^e (BO n° 11 du 17 mars 2005)

Sciences de la vie et de la Terre

• **Collège (BO Spécial n° 6 du 28 août 2008)**

6^e : Partie transversale : diversité, parentés et unité des êtres vivants

4^e : Reproduction sexuée et maintien des espèces dans les milieux

3^e : Diversité et unité des êtres humains ; Évolution des êtres vivants et histoire de la Terre

• **Lycée**

2^{de} (BO Spécial n° 4 du 29 avril 2010) : La Terre dans l'Univers, la vie et l'évolution du vivant

1^{re} ES (BO Hors série n° 7 du 31 août 2000) : Place de l'homme dans l'évolution

1^{re} L (BO Hors série n° 7 du 31 août 2000) : Place de l'homme dans l'évolution

Term. S (BO Hors série n° 5, volume 10, du 30 août 2001) : Parenté entre êtres vivants actuels et fossiles – Phylogénèse – Évolution

Découpage en séquences

Un découpage très précis permet de choisir efficacement la séquence que l'on souhaite exploiter en classe.

0 min 0 s – 3 min 12 s : Combien d'espèces serions-nous capables de nommer ? Il est actuellement accepté qu'il existe entre 5 et 100 millions d'espèces peuplant la planète. L'une d'entre elles, la nôtre – *Homo sapiens* –, a entrepris de mettre de l'ordre grâce à la systématique en classant les êtres vivants.

3 min 12 s – 5 min 5 s : Le zoologiste Frieder Mayer nous accompagne dans le Muséum d'histoire naturelle de Berlin et présente des spécimens de lémuriers d'Afrique, des peaux de léopards de différentes populations, des collections de bois. Cette première approche de la biodiversité actuelle nous incite à l'étudier pour comprendre son origine et son évolution.

5 min 5 s – 6 min 40 s : Jacques Cuisin est le responsable de la zoothèque du Muséum national d'histoire naturelle de Paris. Il nous présente les collections qui s'y trouvent, en particulier les collections d'oiseaux. Il nous propose, en guise de conclusion, la question suivante : « Va-t-on un jour réussir à décrire toutes les espèces vivantes ? »

6 min 40 s – 7 min 49 s : Il est essentiel à ce stade de définir ce qu'est une espèce. Le critère officiel est l'interfécondité. Cet outil permet de ranger des millions d'individus dans une seule boîte à laquelle on attribue un nom scientifique latin, par exemple ici *Oryctolagus cuniculus*.

7 min 49 s – 8 min 42 s : Les spécimens de la zoothèque parisienne qui ont servi à décrire l'individu type de l'espèce portent une étiquette rouge.

8 min 42 s – 9 min 30 s : Philippe Bouchet, taxonomiste au Muséum de Paris, explique en quoi il est utile de définir des noms d'espèces. Il doit en tout cas exister une relation biunivoque entre les espèces naturelles et les noms donnés par l'homme.

9 min 30 s – 10 min 13 s : Néanmoins, donner des noms ne suffit pas à donner une image cohérente de la nature. Un rapide aperçu de la biodiversité nous permet de réaliser que certaines espèces se ressemblent plus que d'autres. La question qui découle de cette séquence est la suivante : « Comment rendre compte des ressemblances qui existent entre des espèces différentes ? »

10 min 13 s – 11 min 36 s : La notion de tri est présentée en utilisant sept individus : un saumon d'Écosse, un canari, un crocodile, un lémurien, une chauve-souris, un escargot et un homme. Réaliser un classement nécessite de choisir un critère de classement. Ici, grâce à une machine de tri virtuelle, des tris sont réalisés avec différents critères (avec et sans ailes, avec ou sans poils, en fonction du nombre de pattes).

11 min 36 s – 11 min 41 s : On constate que chaque opération de tri aboutit à un résultat différent !

11 min 41 s – 13 min 4 s : Cette séquence présente des armoires de rangement de collections dans les muséums ainsi que les critères qui ont pu être utilisés pour ranger les spécimens : taille, durée de vie, ordre alphabétique, répartition géographique, mode de reproduction, habitude alimentaire. Cette séquence se clôt par la présentation ludique d'un classement arbitraire rencontré dans une encyclopédie chinoise.

13 min 4 s – 13 min 35 s : Le buisson sphérique de la vie est le résultat d'un tri qui a plus de sens que les autres.

13 min 36 s – 14 min 51 s : Pascal Duris, historien des sciences à l'université de Bordeaux-1, présente quelques éléments de l'histoire de la représentation des relations entre les êtres vivants. Les premières représentations ressemblaient à une échelle. Charles Bonnet est le premier à représenter une continuité entre les éléments minéraux, les champignons, les plantes, puis les animaux, avec une gradation qui aboutit à l'homme. L'objectif des naturalistes est alors d'ordonner les êtres vivants en fonction de leur complexité, cette dernière étant dévolue par Dieu au moment de leur création.

14 min 51 s – 15 min 21 s : Lecture d'un texte de 1760, de Pons-Denis Écouchard-Lebrun, sur les êtres vivants du monde.

15 min 21 s – 16 min 3 s : En 1735, Carl Von Linné publie *Système naturae*, dans lequel il a l'ambition de classer les 3 règnes du vivant en classes, ordres, genres et espèces. Ces divisions sont toujours utilisées par les classificateurs aujourd'hui, même si d'autres niveaux taxonomiques se sont ajoutés, comme les infra-ordres ou les super-familles.

16 min 3 s – 16 min 32 s : Ainsi *Homo sapiens* appartient au genre Homo, à l'ordre des primates, à la classe des mammifères, au règne animal.

16 min 32 s – 17 min 54 s : Une troisième image de la nature réconcilie les continuistes et les discontinuistes. Augustin Augier représente ainsi le vivant sous la forme d'un arbre : le tronc assure une certaine continuité entre les êtres et l'existence de feuilles implique des discontinuités. Cette représentation permet d'introduire un discours historique, avec une échelle de temps, et permet de sortir du fixisme.

17 min 54 s – 18 min 37 s : En 1859, Charles Darwin publie *L'Origine des espèces*. Il y représente l'histoire du développement de la vie à la surface de la Terre au cours du temps : l'arbre du vivant devient généalogique.

18 min 37 s – 19 min 27 s : Lecture d'un texte écrit par Charles Darwin décrivant son arbre de la vie.

19 min 27 s – 20 min 25 s : La systématique a un nouvel objectif, découvrir l'histoire évolutive des êtres vivants pour reconstituer leur arbre généalogique commun.

Au XIX^e siècle, cet arbre présente un tronc avec des rameaux représentant les espèces habitant ou ayant habité la Terre à un moment donné ; tout en haut se trouve *Homo sapiens*. Mais cet arbre raconte une histoire fautive : la direction du tronc qui place certaines espèces en haut et d'autres en bas n'a aucune justification objective. L'arbre de la vie doit donc plutôt être envisagé comme un buisson sphérique (le voilà !).

20 min 25 s – 21 min 37 s : Le buisson sphérique est donc un arbre sans tronc qui ne pousse pas vers le haut mais dans tous les sens ; les branches qui s'arrêtent en chemin représentent

les espèces éteintes et celles qui atteignent la périphérie représentent les espèces vivantes aujourd'hui. *Homo sapiens* est donc au bout d'une branche comme n'importe quelle autre espèce.

21 min 37 s – 21 min 49 s : Dans le buisson sphérique de la vie, *Homo sapiens* se trouve au bout d'une branche. La bonne nouvelle de cette nouvelle vision, c'est qu'en remontant vers le centre de l'arbre, on rencontre les espèces qui nous sont apparentées, soit une série d'embranchements qui nous relie à l'ensemble des espèces vivant sur Terre. Ainsi, en remontant vers le centre du buisson, on découvre ses liens de parenté avec les autres espèces du monde vivant.

21 min 49 s – 22 min 28 s : Remonter vers le centre du buisson permet d'identifier dans un premier temps les liens de parenté avec les hommes préhistoriques, puis avec les chimpanzés et les bonobos. L'ancêtre commun de ce groupe vivait il y a 6 millions d'années. On rencontre ensuite la branche qui mène vers le gorille des montagnes, puis vers l'orang-outan.

22 min 28 s – 24 min 23 s : L'étude des embryons (collection d'embryologie du Muséum de Berlin) peut s'avérer utile pour réaliser une classification. En effet, au cours du développement embryonnaire, des caractères s'exprimant de manière transitoire renseignent sur des liens de parenté. Ainsi, les hominoïdes ont la caractéristique commune de voir leur queue régresser au cours du développement embryonnaire.

24 min 23 s à 24 min 57 s : Les singes sans queue et les singes à queue forment la super-famille des catarhiniens, qui possèdent tous des narines dirigées vers le bas et séparées par une cloison.

24 min 57 s – 27 min 19 s : Cette séquence nous fait entrer dans l'atelier de taxidermie du Muséum. Le taxidermiste prépare un mangabey à joue grise et nous parle de son métier.

27 min 19 s – 28 min 21 s : En remontant encore dans l'arbre de la vie, on rencontre l'infra-ordre des simiiformes, puis le sous-ordre des haplorhiniens, puis l'ordre des primates. Ces derniers sont présents sur tous les continents et comptent 188 espèces différentes ; leur ancêtre commun vivait il y a 63 millions d'années.

28 min 21 s – 29 min 17 s : Une visite dans la Galerie d'anatomie comparée du Muséum de Paris, en compagnie de Guillaume Lecointre, nous apprend que le pouce opposable est une des innovations partagées par l'ensemble des primates. Ce caractère n'existe pas chez les autres mammifères. Selon Guillaume Lecointre, un être vivant peut être considéré comme une série d'innovations acquises au cours de la vie.

29 min 25 s – 30 min 53 s : Les innovations partagées sont les clés qui permettent de faire des groupes d'êtres vivants et de les classer. Chacune de nos caractéristiques nous relie à l'un de nos ancêtres. Ainsi, l'homme est présenté comme un puzzle d'innovations comme le pouce, la station debout, le nez, la mamelle, les poumons à alvéoles, la nageoire charnue, la symétrie bilatérale ou la colonne vertébrale. Certaines de ces innovations sont très récentes ; d'autres très anciennes (comme le noyau cellulaire).

30 min 53 s – 33 min 21 s : Cette séquence présente, entre autres, le groupe des thériens. C'est l'occasion de comparer la taupe européenne placentaire et la taupe australienne marsupiale. Ayant le même mode de vie, elles présentent des convergences évolutives morphologiques.

33 min 21 s – 34 min 21 s : Une rencontre avec Jean-Pierre Gasc, biologiste au Muséum de Paris, complète la séquence précédente. L'analyse des mouvements que les taupes réalisent pour creuser montre que la taupe marsupiale d'Australie creuse avec ses pattes dans un plan perpendiculaire à celui utilisé par la taupe commune d'Europe.

34 min 21 s – 38 min 0 s : Cette séquence analyse le mode de déplacement des thériens grâce à des films réalisés en utilisant des rayons X au laboratoire d'anatomie comparée du Muséum de Paris. On découvre ainsi que chez les thériens, l'omoplate est un segment à part entière du membre antérieur qui réalise un mouvement de rotation. La même analyse sur un grand lézard sud-américain permet une comparaison : chez cet animal, l'omoplate est solidaire d'autres os de la cage thoracique, et donc seul le membre antérieur se déplace : les enjambées sont plus restreintes et la main doit se poser plus loin du corps. Chez les primates, l'omoplate ne glisse plus latéralement mais dorsalement ce qui permet un mouvement plus ample.

38 min 0 s – 40 min 0 s : Cette séquence aborde la notion de mammifère. Une présentation du groupe des monotrèmes – mammifères pondant des œufs – aborde le cas de l'ornithorynque.

40 min 0 s – 40 min 40 s : Certaines parties de l'arbre du vivant semblent vides mais elles cachent en réalité des espèces qui sont actuellement éteintes.

40 min 40 s – 43 min 14 s : Cette séquence présente le taxon des amniotes. L'amnios est une membrane qui enveloppe et protège l'embryon. C'est l'occasion, pour Mark-Olivier Rödel, du Muséum de Berlin, de redire que le groupe d'animaux que l'on appelle « les reptiles » (constitués par les tortues, les crocodiles et les serpents) n'est pas un groupe naturel. Un groupe naturel est constitué par l'ensemble des descendants d'un ancêtre commun. Or l'ancêtre commun aux tortues, aux serpents et aux crocodiles est également l'ancêtre commun aux oiseaux. De plus, les oiseaux et les crocodiles partagent des caractères communs, comme une fenêtrure mandibulaire, que ni les serpents ni les tortues ne possèdent.

43 min 14 s – 43 min 50 s : Cette séquence présente les tétrapodes. Les tétrapodes possèdent un nombre pair de membres locomoteurs portant de un à huit doigts.

43 min 50 s – 47 min 19 s : Une nouvelle espèce de grenouille a été découverte. Cette séquence montre comment des caractères morphologiques, anatomiques ou comportementaux sont complétés par des caractères génétiques. Ceux-ci n'ont pas plus de valeur que les autres mais ils sont beaucoup plus nombreux, ils apportent donc beaucoup plus d'informations.

47 min 19 s – 48 min 49 s : Le coelacanthe et l'homme sont tous les deux des sarcoptérogens car un os unique rattache leurs membres au reste du squelette. Cette innovation, apparue il y a – 420 millions d'années, a permis une diversification des formes et des fonctions des membres et a rendu la vie terrestre possible.

48 min 49 s – 49 min 18 s : L'homme et ses cousins aux nageoires non charnues sont des ostéichthyens possédant des os au lieu d'un simple cartilage.

49 min 18 s – 54 min 16 s : Cette séquence présente la biodiversité spécifique. En 2006, Philippe Bouchet a dirigé une campagne d'inventaire sur l'île de Santo en Mélanésie. L'objectif était de recenser de manière la plus exhaustive possible toutes les formes de vies existant dans tous les écosystèmes de cette île. Sont également abordés la méthodologie et les contraintes du travail de terrain.

54 min 16 s – 54 min 40 s : Les espèces peuvent disparaître avant même d'avoir été décrites.

54 min 40 s – 57 min 9 s : *Homo sapiens* est un gnathostome, car il possède de l'hémoglobine et une mâchoire pour capturer des proies ; un vertébré, car il possède des vertèbres ; un craniate, comme la myxine, car il possède une boîte pour protéger son cerveau ; un myomérozoaire, comme l'amphoxius ; un chordé, comme l'ascidie ; un deutérostomien, comme le balanoglosse, car le système nerveux est dorsal et non pas ventral et qu'au cours du développement embryonnaire, l'anus se forme en premier, la bouche en second.

57 min 09 s – 59 min 45 s : *Homo sapiens* est également un bilatérien, car il est traversé par un plan de symétrie ; il présente donc une orientation avec, par exemple, un avant et un arrière. Les insectes présentés ici par Hannelore Hoch, entomologiste au Muséum de Berlin, sont également des bilatériens. Quelques éléments de l'écologie des insectes sont présentés (petite taille mais grandes populations, vie en société).

59 min 45 s – 1 h 05 min 21 s : Philip C. J. Donogue et Neil Gostling, paléontologues à l'université de Bristol, étudient des fossiles microscopiques à l'aide d'un synchrotron. Des fossiles d'embryons datant de 590 millions d'années sont analysés et modélisés en trois dimensions. Le premier résultat analysé dans cette séquence présente des caractères très primitifs, comme une bouche avec trois rangées de dents. Le second exemple est un embryon bilatérien qui ressemblerait à l'embryon d'un pré-insecte.

1 h 05 min 21 s – 1 h 7 min 11 s : La limite du monde animal, soit le monde métazoaire, se situe vers – 700 millions d'années. Un animal, ou métazoaire, est un organisme pluricellulaire mobile.

Puis l'homme, tout comme le romarin ou le géranium, est un eucaryote, c'est-à-dire un être vivant dont les cellules possèdent des organites et, entre autres, un noyau.

1 h 7 min 11 s – 1 h 7 min 56 s : La branche des eucaryotes est constituée par les animaux, les végétaux et d'autres organismes qui ne sont ni l'un ni l'autre : les unicellulaires, comme les diatomées ou les paramécies.

1 h 7 min 56 s – 1 h 9 min 5 s : La branche des eucaryotes et l'une des trois branches maîtresses de l'arbre du vivant. Une autre est la branche des bactéries (entre 10 000 et plusieurs millions d'espèces) auxquelles on doit la coqueluche, le choléra, ou d'autres bactéries qui participent à la nutrition azotée des plantes ou à la digestion des animaux.

La troisième branche maîtresse de l'arbre est celles des archées. On en connaît 100 espèces aujourd'hui mais il en reste des millions à découvrir.

1 h 9 min 5 s – 1 h 10 min 59 s : Une archée, *Pyrococcus abyssi*, nous est présentée par Julien Gardès, à l'Institut de génétique et microbiologie d'Orsay. Cette archée a été découverte dans les fonds océaniques thermophiles ; elle vit dans des milieux dépourvus de dioxygène à 85 °C.

Elle possède entre autres, et comme l'ensemble des êtres vivants, la protéine KE1. Cette protéine universelle a forcément une fonction très importante dans la cellule.

1 h 10 min 59 s – 1 h 11 min 34 s : *Homo sapiens* et *Pyrococcus abyssi* sont tous deux des êtres vivants car ils possèdent le même code génétique et des protéines identiques.

1 h 11 min 34 s – 1 h 13 min 1 s : Patrick Forterre, microbiologiste à l'Institut Pasteur de l'université Paris-Sud, nous présente certains points communs à l'ensemble des êtres vivants : les quatre bases azotées, les vingt acides aminés. Des protéines universelles ont justement été utilisées pour faire un arbre du vivant. Elles permettent à nouveau de définir les trois grandes lignées : les bactéries, les archées et les eucaryotes. Il apparaît que l'immense majorité de la biosphère est composée par les micro-organismes.

1 h 13 min 1 s – 1 h 14 min 43 s : Au centre de l'arbre du vivant, se trouve LUCA (*Last universal common ancestor*). Tous les êtres vivants actuels dérivent de LUCA.

1 h 14 min 43 s – 1 h 15 min 52 s : Laquelle des deux espèces, *Pyrococcus abyssi* ou *Homo sapiens*, est plus évoluée que l'autre ?

Aucune, bien que cela paraisse surprenant, étant donné qu'il a fallu exactement le même temps évolutif pour qu'elles apparaissent.

1 h 15 min 52 s – 1 h 16 min 54 s : Les bactéries sont fascinantes et nous apprennent l'humilité. Cette séquence permet de discuter la relation entre les deux notions « évolué » et « complexe » : être plus complexe cela signifie-t-il être plus évolué ? Patrick Forterre nous invite à étudier le monde vivant plutôt en termes de stratégie de vie.

1 h 16 min 54 s – 1 h 20 min 41 s : *Homo sapiens* n'est donc pas l'aboutissement de l'évolution. Mais alors quelles sont ses particularités ? Les chercheurs qui nous ont accompagnés au cours de ce film documentaire s'interrogent sur les caractéristiques propres à notre espèce.

FIN

Pistes pédagogiques

Plusieurs pistes s'ouvrent au professeur pour exploiter le film ; elles sont présentées dans l'ordre chronologique du film.

Pour certaines d'entre elles, l'enseignant trouvera des exercices et des documents prêts à l'étude à proposer aux élèves, ainsi que des compléments pour son propre usage.

1 - Tout niveau

La première piste pédagogique concerne la culture scientifique des élèves.

Le professeur pourra profiter de la moindre opportunité pour présenter un extrait du film à la classe et ouvrir le débat sur la science et les modalités selon lesquelles elle se fait.

2 - Tout niveau

En classe et en intégralité, en fin d'année. Le professeur pourra ouvrir la discussion en évoquant les points de programme étudiés dans l'année qui se retrouvent dans le film et indiquer aux élèves dans quelle mesure le travail effectué marque une étape dans le chemin qui mène à la compréhension du monde vivant.

3 - Tout niveau. Piste à aborder sous différents angles selon le niveau de connaissances.

Le professeur ayant fourni un arbre du vivant ou un tableau à compléter, les élèves devront ajouter les caractéristiques propres aux taxons présentés tout au long du film.

► **Fiche élève 1 : Les innovations au cours de l'histoire de la vie (3^e, 2^{de}, terminale S)**

4 - Tout niveau – Histoire des sciences

3 min 12 s – 6 min 40 s : Les visites des deux zoothèques des Muséum d'histoire naturelle de Berlin et de Paris permettent d'évoquer le problème de place lié au nombre de spécimens conservés.

Plusieurs séquences permettent ainsi de comprendre le rôle des Muséum d'histoire naturelle dans la conservation des spécimens et donc des différentes formes du vivant. Elles permettent en outre de visiter des pièces non accessibles comme les zoothèques.

5 - Tout niveau – Découverte des métiers

De nombreuses séquences permettent de présenter des métiers :

- le métier de chercheur comme un métier de terrain mais également de laboratoire (par ex. : 8 min 42 s – 9 min 30 s / 43 min 50 s – 47 min 19 s / 49 min 18 s – 54 min 16 s) ;
- le métier de taxidermiste : 24 min 57 s – 27 min 19 s.

6 - 6^e / 4^e / 3^e / 2^{de}. Piste à aborder sous différents angles selon le niveau de connaissances.

6 min 40 s – 9 min 30 s : Cette séquence permet d'aborder la notion d'espèce, en la définissant de manière visuelle et ludique.

7 - 6^e

10 min 13 s – 11 min 41 s : Cette séquence peut constituer une situation de départ pour une activité sur la méthodologie du tri des êtres vivants en fonction de différents critères.

▶ **Fiche élève 2 : Le tri des êtres vivants (6^e)**

8 - Tout niveau. Histoire des sciences

13 min 36 s – 21 min 37 s : Cette séquence présente l'histoire des représentations du monde vivant depuis l'échelle des êtres de Charles Bonnet à l'arbre du vivant de Charles Darwin. Elle permet d'aborder la question des taxons, de l'espèce. Ces catégories sont-elles des catégories naturelles ou des catégories artificielles construites par l'homme ?

▶ **Fiche élève 3 : Les représentations de l'arbre du vivant (Tout niveau)**

9 - Tout niveau. Histoire des sciences

15 min 21 s – 16 min 3 s : Carl Von Linné est le fondateur de la taxinomie moderne et a inventé le système binomial encore utilisé aujourd'hui. Cette séquence permet donc d'aborder ces deux notions : À quoi correspond le nom d'espèce ? Quels sont les taxons utilisés par la classification ?

10 - Tout niveau. Piste à aborder sous différents angles selon le niveau de connaissances.

20 min 25 s – 21 min 37 s : Le monde du vivant est représenté actuellement comme un buisson sphérique. Une courte séquence permet de le présenter de manière très visuelle.

11 - 3^e / 1^{re} ES / 1^{re} L / terminale S. Piste à aborder sous différents angles selon le niveau de connaissances.

21 min 37 s – 28 min 21 s : Cette séquence aborde l'histoire de la lignée des primates depuis *Homo sapiens* jusqu'à leur ancêtre commun. Elle permet d'aborder les différents taxons qui forment les primates et leurs caractéristiques.

▶ **Fiche élève 4 : La lignée des primates (1^{re} ES / 1^{re} L / terminale S)**

12 - 3^e / 1^{re} ES / 1^{re} L / terminale S. Piste à aborder sous différents angles selon le niveau de connaissances.

29 min 25 s – 30 min 53 s : L'histoire de la vie peut être vue comme une acquisition successive d'innovations. Ainsi *Homo sapiens* est un puzzle d'innovations comme le pouce, la station debout, le nez, les poumons à alvéoles, la mamelle, la nageoire charnue, la symétrie bilatérale ou le noyau enfermant le matériel génétique. Une vision originale de nous-mêmes !

13 - 3^e / 2^{de} / terminale S. Piste à aborder sous différents angles selon le niveau de connaissances.

30 min 53 s – 33 min 21 s : Une séquence riche qui compare la taupe commune européenne placentaire et la taupe australienne marsupiale et aborde donc la notion de convergence évolutive.

▶ **Fiche élève 5 : Les convergences évolutives (3^e / 2^{de})**

14 - 6^e / 2^{de}. Piste à aborder sous différents angles selon le niveau de connaissances.

34 min 21 s – 38 min 0 s : Cette séquence compare les modes de locomotion de deux vertébrés : la souris et le lézard américain.

15 - 6^e / 3^e / 2^{de}. Piste à aborder sous différents angles selon le niveau de connaissances.

38 min 0 s – 40 min 0 s : Les mammifères ne constituent pas un groupe d'animaux ne pondant pas d'œufs comme le croient souvent les élèves ! Cette séquence est l'occasion de découvrir les mammifères qui pondent des œufs et que l'on nomme les monotrèmes. Ainsi, un mammifère est un animal qui possède des poils et allaite ses petits.

16 - 6^e / 3^e / 2^{de}. Piste à aborder sous différents angles selon le niveau de connaissances.

40 min 40 s – 43 min 14 s : Certains groupes d'animaux dont on parle de manière courante, comme les reptiles ou les poissons, ne sont pas des groupes naturels. Cette séquence explique pourquoi.

▶ **Fiche élève 6 : Les groupes naturels d'êtres vivants (6^e / 3^e / 2^{de})**

17 - 6^e / 3^e / 2^{de}. Piste à aborder sous différents angles selon le niveau de connaissances.

43 min 14 s – 47 min 19 s : Aujourd'hui encore, de nouvelles espèces sont décrites, comme c'est le cas pour la grenouille africaine présentée dans cette séquence. Les différents critères permettant de statuer sur la nature de cette population de grenouilles sont présentés : caractères anatomiques, comportementaux et génétiques.

▶ **Fiche élève 7 : Une nouvelle espèce décrite (6^e / 3^e / 2^{de})**

18 - 2^{de}

47 min 19 s – 48 min 49 s : Les sarcoptérygiens présentés dans cette séquence présentent la particularité d'avoir un os unique rattachant leurs membres au squelette. Cette innovation, apparue il y a – 420 millions d'années, a permis une diversification des formes et des fonctions des membres et a rendu la vie terrestre possible.

19 - 6^e / 3^e / 2^{de}. Piste à aborder sous différents angles selon le niveau de connaissances.

49 min 18 s – 54 min 16 s : La biodiversité est en danger ! Pour évaluer ce danger, encore faut-il avoir une bonne connaissance de la biodiversité actuelle. Tel a été l'objectif de la campagne d'inventaire sur l'île de Santo, Mélanésie, en 2006, présentée dans cette séquence. Sont également abordés la méthodologie et les contraintes du travail de terrain.

▶ **Fiche élève 8 : Un état de la biodiversité actuelle (2^{de})**

20 - 2^{de}

57 min 09 s – 1 h 5 min 21 s : Une caractéristique commune à de très nombreux êtres vivants est la symétrie bilatérale du corps permettant de définir le groupe des bilatériens. Des études sur des embryons fossiles microscopiques à l'aide d'un synchrotron permettent d'approcher au plus près l'ancêtre commun de ce groupe.

21 - 2^{de}

1 h 5 min 21 s – 1 h 7 min 56 s : Les points communs aux métazoaires, puis aux eucaryotes, sont présentés dans cette séquence. C'est l'occasion de présenter les eucaryotes unicellulaires qui ne sont ni animaux ni végétaux et qui sont bien souvent méconnus.

22 - 3^e / 2^{de}. Piste à aborder sous différents angles selon le niveau de connaissances.

1 h 7 min 56 s – 1 h 13 min 1 s : Cette séquence présente les trois branches maîtresses du vivant : les eucaryotes, les bactéries et les archées. C'est l'occasion de présenter ce groupe peu connu à partir de l'exemple de *Pyrococcus abyssi*.

23 - 3^e / 2^{de}. Piste à aborder sous différents angles selon le niveau de connaissances.

1 h 13 min 1 s – 1 h 14 min 43 s : Au centre de l'arbre du vivant se trouve LUCA (*Last universal common ancestor*).

24 - 3^e / 2^{de}. Piste à aborder sous différents angles selon le niveau de connaissances.

1 h 14 min 43 s – 1 h 15 min 52 s : Peut-on dire qu'une espèce est plus évoluée qu'une autre ? Cette séquence aborde cette question en comparant *Homo sapiens* et *Pyrococcus abyssi*. La réponse peut paraître surprenante, mais aucune espèce présente aujourd'hui sur Terre n'est plus évoluée qu'une autre, puisqu'il a fallu exactement le même temps évolutif pour les produire toutes.

Récapitulatif par niveaux

6^e : pistes 3, 6, 7, 10, 14, 15, 16, 17, 19

4^e : pistes 6, 10

3^e : pistes 2, 3, 6, 10, 11, 12, 13, 15, 16, 17, 19, 22, 23, 24

2^e : pistes 2, 3, 6, 10, 13, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24

1^{re} ES : pistes 10, 11, 12

1^{re} L : pistes 10, 11, 12

Terminale S : pistes 3, 12, 13

Pistes permettant d'aborder l'histoire des sciences : pistes 1, 4, 8, 9

Fiches élèves et compléments

Fiches élèves

Fiche élève 1 : Les innovations au cours de l'histoire de la vie (3^e / 2^{de} / term. S) – Film entier

Fiche élève 2 : Le tri des êtres vivants (6^e) – Piste 7

Fiche élève 3 : Les représentations de l'arbre du vivant (tout niveau) – Piste 8

Fiche élève 4 : La lignée des primates (1^{re} ES / 1^{re} L / term. S) – Piste 11

Fiche élève 5 : Les convergences évolutives (3^e / 2^{de}) – Piste 13

Fiche élève 6 : Les groupes naturels d'êtres vivants (6^e / 3^e / 2^{de}) – Piste 16

Fiche élève 7 : Une nouvelle espèce décrite (6^e / 3^e / 2^{de}) – Piste 17

Fiche élève 8 : Un état de la biodiversité actuelle (2^{de}) – Piste 19

Compléments

Complément 1 : Ranger / Trier / Classer

Complément 2 : Les taxons de la classification

Complément 3 : L'espèce

Complément 4 : Les archées

Fiche élève 1

Les innovations au cours de l'histoire de la vie

Consigne

- a) Au cours du film, notez les noms des différents taxons cités et la ou les innovation(s) partagées par les êtres vivants de ce taxon.
- b) Synthétisez l'ensemble des innovations actuellement présentes chez *Homo sapiens* sur un axe du temps et y superposer les noms des taxons.

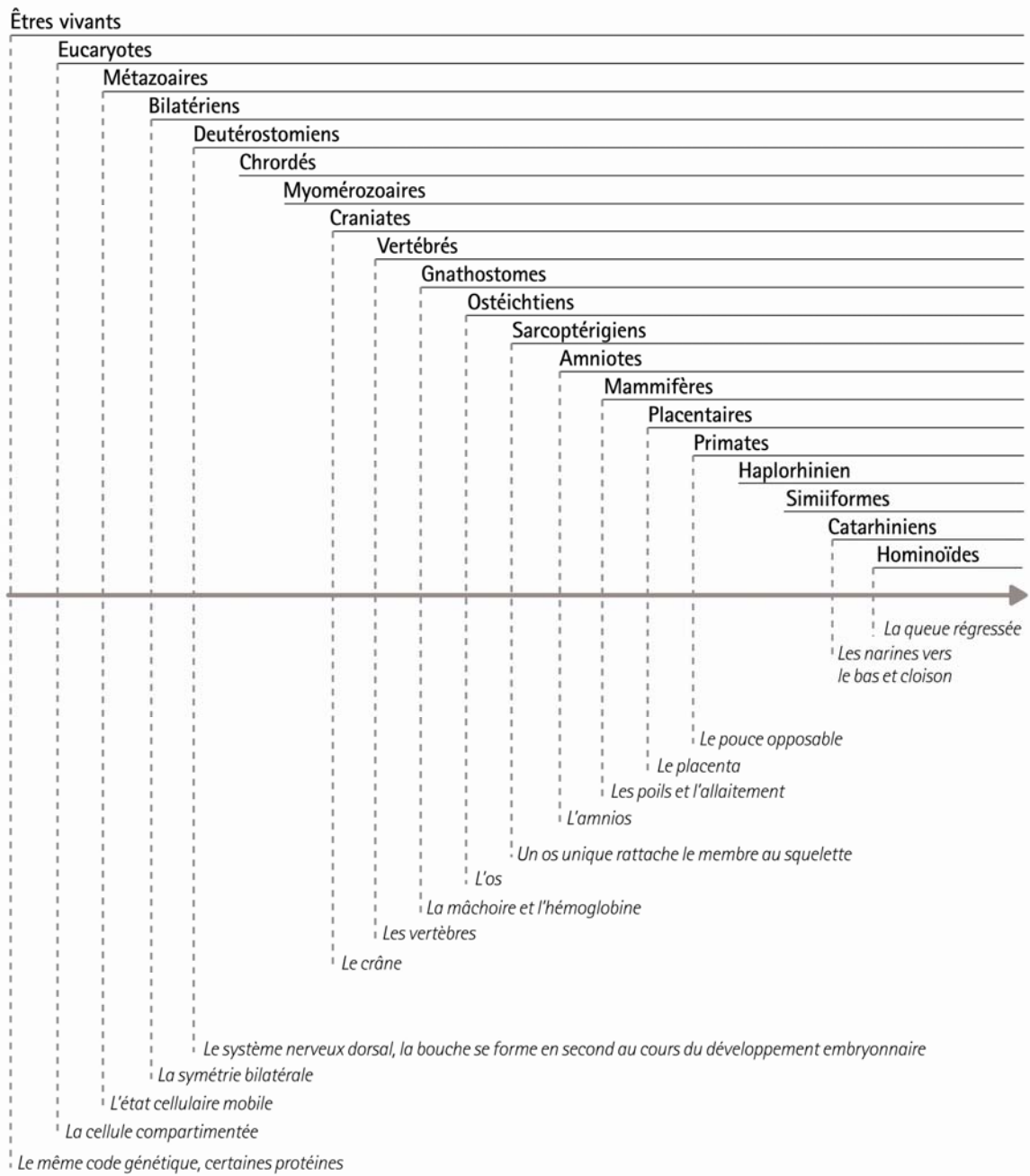
Éléments de réponse

a)

Nom du taxon	Caractéristiques communes à l'ensemble des êtres vivants de ce taxon	Exemples d'êtres vivants appartenant à ce taxon
Le genre <i>Homo</i>		l'homme
Les hominoïdes	Leur queue régresse au cours du développement embryonnaire.	le chimpanzé, le bonobo, le gorille, l'orang-outan, le gibbon et l'homme
Les catarhiniens	Leurs narines sont dirigées vers le bas et séparées par une cloison.	le mangabey à joue grise, les macaques, les babouins et l'homme
Les simiiformes		le sajou versicolore et l'homme
Les haplorhiniens		le tarsier de Horsfield et l'homme
Les primates	Ils possèdent le pouce opposable et une omoplate qui glisse non plus latéralement mais dorsalement.	le lémurien laineux, le propitèque et l'homme
Les thériens	Ils possèdent une grande mammaire. L'omoplate est un segment à part entière du membre antérieur et réalise un mouvement de rotation.	la taupe et la souris
Les placentaires		la taupe européenne, le hérisson et l'homme
Les marsupiaux		la taupe australienne
Les monotrèmes	Ce sont des mammifères qui pondent des œufs.	l'ornithorynque et les échidnés
Les mammifères	Poils et allaitent leurs petits.	l'homme
Les amniotes	Amnios est une poche qui enveloppe et protège l'embryon	le flamand rose, le serin, le toucan, le crocodile du Nil, le boa, la tortue et l'homme
Les chéloniens		les tortues
Les archosaures	Ils possèdent une fenêtre mandibulaire.	les crocodiles et les oiseaux
Les lépidosauriens		les serpents, les lézards, les varans
Les tétrapodes	Ils possèdent un nombre pair de membres locomoteurs portant de un à huit doigts.	la chèvre, l'ours, la tortue, la grenouille, la salamandre et l'homme
Les sarcoptérigiens	Un os unique rattache leurs membres au reste du squelette.	le coelacanthe et l'homme
Les ostéichthyens	Ils possèdent des os au lieu d'un simple cartilage.	la sardine, le saumon d'Écosse et l'homme

Les gnatostomes	Ils possèdent de l'hémoglobine et une mâchoire pour capturer des proies.	le grand requin blanc, le panda, la baleine à bosse et l'homme
Les vertébrés	Ils possèdent des vertèbres.	l'homme
Les craniates	Ils possèdent une boîte pour protéger leur cerveau.	la myxine et l'homme
Les myomérozoaires		l'amphoxius et l'homme
Les chordés		L'ascidie et l'homme
Les deutérostomiens	Le système nerveux est dorsal et non pas ventral ; au cours du développement embryonnaire, l'anus se forme en premier, la bouche en second.	le balanoglosse, le stolon noir et l'homme
Les bilatériens	Ils sont traversés par un plan de symétrie.	les insectes (la mouche du vinaigre), les arthropodes (le crabe), les mollusques (l'escargot de Bourgogne) et l'homme
Les métazoaires	Ce sont tous des êtres vivants pluricellulaires mobiles.	l'éponge à crevette et l'homme
Les unicellulaires	Ils sont des eucaryotes composés d'une seule cellule.	la diatomée et la paramécie
Les eucaryotes	Ils possèdent une cellule compartimentée (avec entre autres un noyau).	le géranium, le romarin, le séquoia géant et l'homme
Les bactéries		
Les archées		<i>Pyrococcus abyssi</i>
les êtres vivants	Ils possèdent le même code génétique et des protéines identiques.	<i>Homo sapiens</i> et <i>Pyrococcus abyssi</i>

b)



Fiche élève 2

Le tri des êtres vivants

Consigne

L'enseignant propose à ses élèves des photographies d'individus appartenant aux espèces citées dans la séquence vidéo, à savoir : un saumon d'Écosse, un canari, un crocodile, un lémurien, une chauve-souris, un escargot et un homme.

- a) Associez chaque image à son nom vernaculaire.
- b) Identifiez plusieurs critères de tri possibles de ces êtres vivants.
- c) Transcrivez par écrit les résultats des différentes opérations de tri.
- d) Comparez-les.
- e) Dans la classification fournie, placez chaque être vivant dans la boîte qui lui correspond.
- f) Identifiez des caractères communs à ces êtres vivants.
- g) Rédigez une conclusion.



Éléments de réponse

b) On peut trier ces sept individus (représentant de sept espèces différentes) en utilisant les critères suivants (d'autres critères sont bien sûr possibles !) :

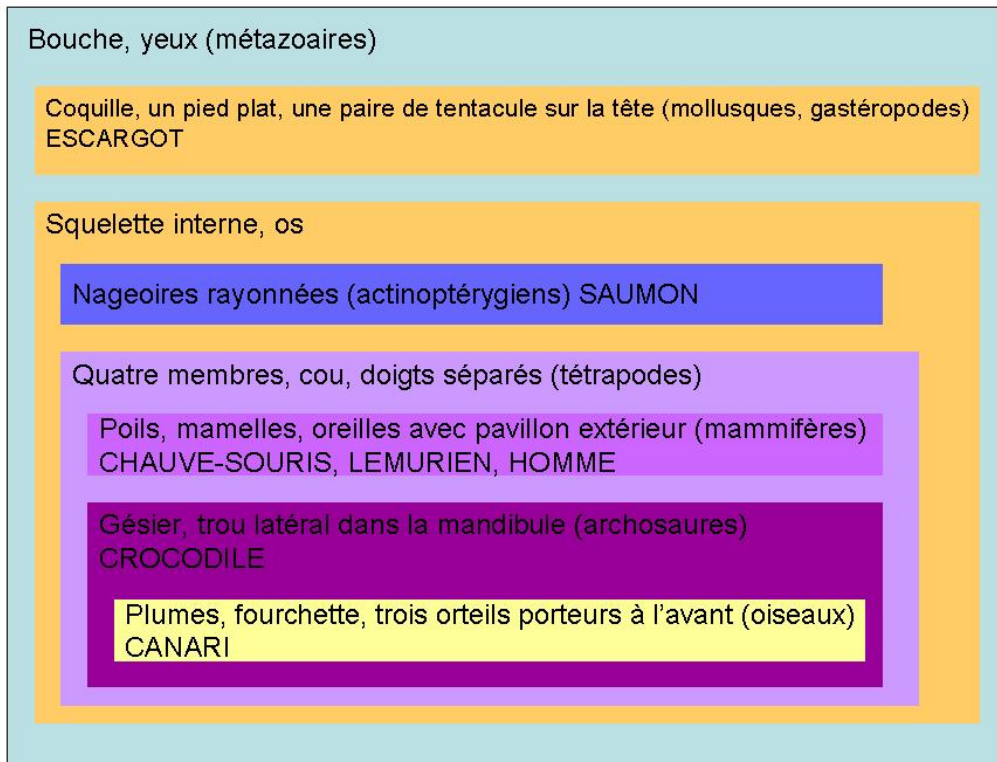
- qui a ou qui n'a pas des ailes
- qui a ou qui n'a pas de poils
- en fonction du nombre de pattes
- en fonction du régime alimentaire.

c)

Critère utilisé pour le tri	Nombre de groupes obtenus	Individus du groupe 1	Individus du groupe 2	Individus du groupe 2
Les ailes	2	Les sans ailes : saumon, crocodile, lémurien, escargot, homme	Les avec ailes : canari, chauve-souris	
Les poils	2	Les sans poils : saumon, canari, crocodile, escargot	Les avec poils : lémurien, chauve-souris, homme	
Le nombre de pattes	3	Les sans pattes : saumon, escargot	Les avec deux pattes : canari, chauve-souris, homme	Les avec quatre pattes : crocodile, lémurien
Le régime alimentaire	3	Les zoophages : saumon, crocodile	Les phytophages : canari, chauve-souris, escargot, lémurien	Les omnivores : homme

d) Il apparaît clairement que le résultat de l'opération de tri est différent en fonction du critère utilisé.

e)



f) Le canari et le crocodile sont des archosaures ; ils ont entre autres en commun un gésier et un trou latéral dans le squelette mandibulaire.

La chauve-souris, le lémurien et l'homme sont des mammifères ; ils ont entre autres en commun des poils, des mamelles et des oreilles avec pavillon extérieur.

Les archosaures et les mammifères sont des tétrapodes ; ils ont entre autres en commun d'avoir quatre membres, un cou et des doigts séparés.

Les tétrapodes et le saumon ont en commun de posséder un squelette interne osseux.

Les sept individus présentés dans cette vidéo ont entre autres en commun d'avoir une bouche et des yeux : ce sont des métazoaires.

g) Conclusion : Les résultats de tri dépendent des critères utilisés. L'un des tris possibles correspond à LA classification des êtres vivants qui utilisent des critères définis par des scientifiques. Elle traduit les relations de parenté entre les êtres vivants.

Fiche élève 3

Les représentations de l'arbre du vivant

Consigne

a) Associez à chaque représentation de l'arbre du vivant son auteur et sa date.

Titres :

- L'arbre du vivant selon Charles Darwin
- L'échelle des êtres selon Charles Bonnet
- L'arbre du vivant selon Augustin Augier

Dates : 1745 – 1801 – 1859

■ Représentation n° 1

IDE'E D'UNE ECHELLE

DES ETRES NATURELS.

L'HOMME.	COQUILLAGES.	PIERRES.
Orang-Outang.	Vers à tuyau.	Pierres figurées.
Singe.	Teignes.	CrySTALLISATIONS.
QUADRUPEDES.	INSECTES.	SELS.
Ecureuil volant.	Gallinectes.	Vitriols.
Chauvefouris.	Tenia, ou Solitaire.	METAUX.
Autruche.	Polypes.	DEMI-METAUX.
OISEAUX.	Orties de Mer.	SOUFRES.
Oiseaux aquatiques.	Sensitive.	Bitumes.
Oiseaux amphibies.	PLANTES.	TERRES.
Poisons volans.	Lichens.	Terre pure.
POISSONS.	Mouffures.	EAU.
Poisons rampans.	Champignons, Agarics.	AIR.
Anguilles.	Truffes.	FEU.
Serpens d'eau.	Coraux & Coralloïdes.	Matières plus subtiles.
SERPENS.	Lithophytes.	
Limaces.	Amianthe.	
Limaçons.	Tales, Gyps, Sélénites.	
COQUILLAGES.	Ardoises.	

L'échelle des êtres de Charles Bonnet, biologiste et philosophe suisse, (1720 – 1793).

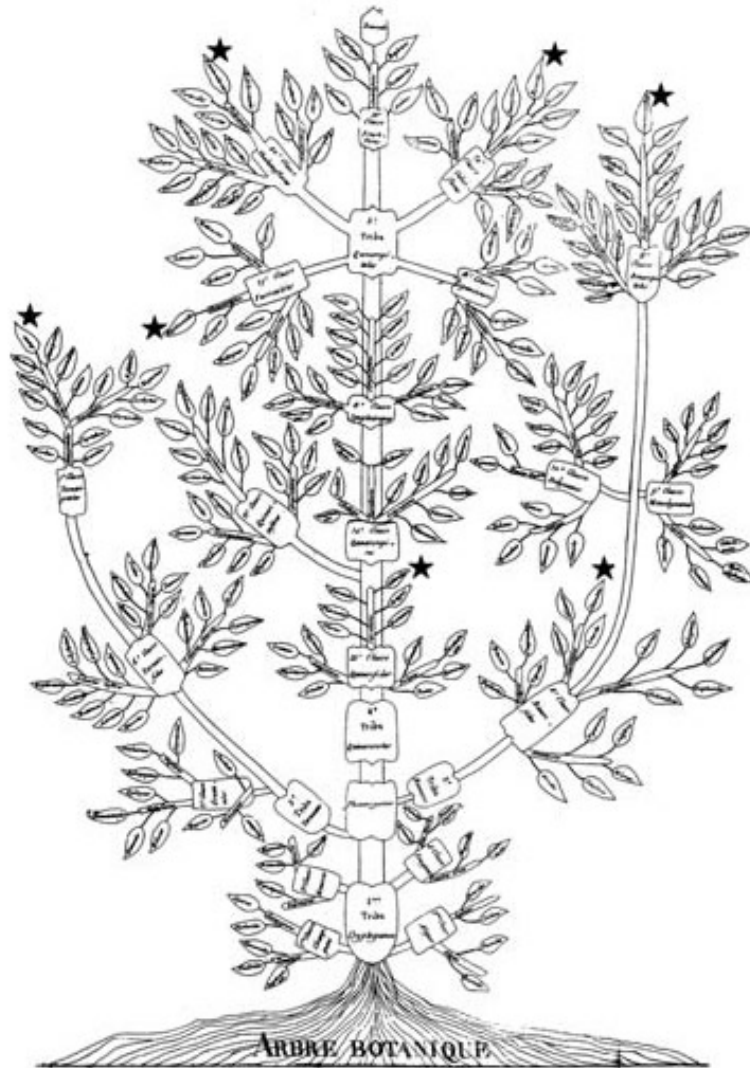
Extrait de : *Œuvres d'Histoire naturelle et de philosophie.*

Neuchâtel, 1779, chez Samuel Fauche, Père & Fils, imprimeurs et libraires du Roi.

Source: Wikimedia commons :

http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Bonnet_echelle_des_etres_17.png

■ Représentation n° 2



L'arbre botanique ou *Arbre généalogique des plantes* du botaniste français Augustin Augier.
Essai d'une nouvelle classification des végétaux. Lyon, 1801.

Source :

<http://www.google.fr/imgres?imgurl=http://chickenoreggblog.files.wordpress.com/2009/0>

■ Représentation n° 3

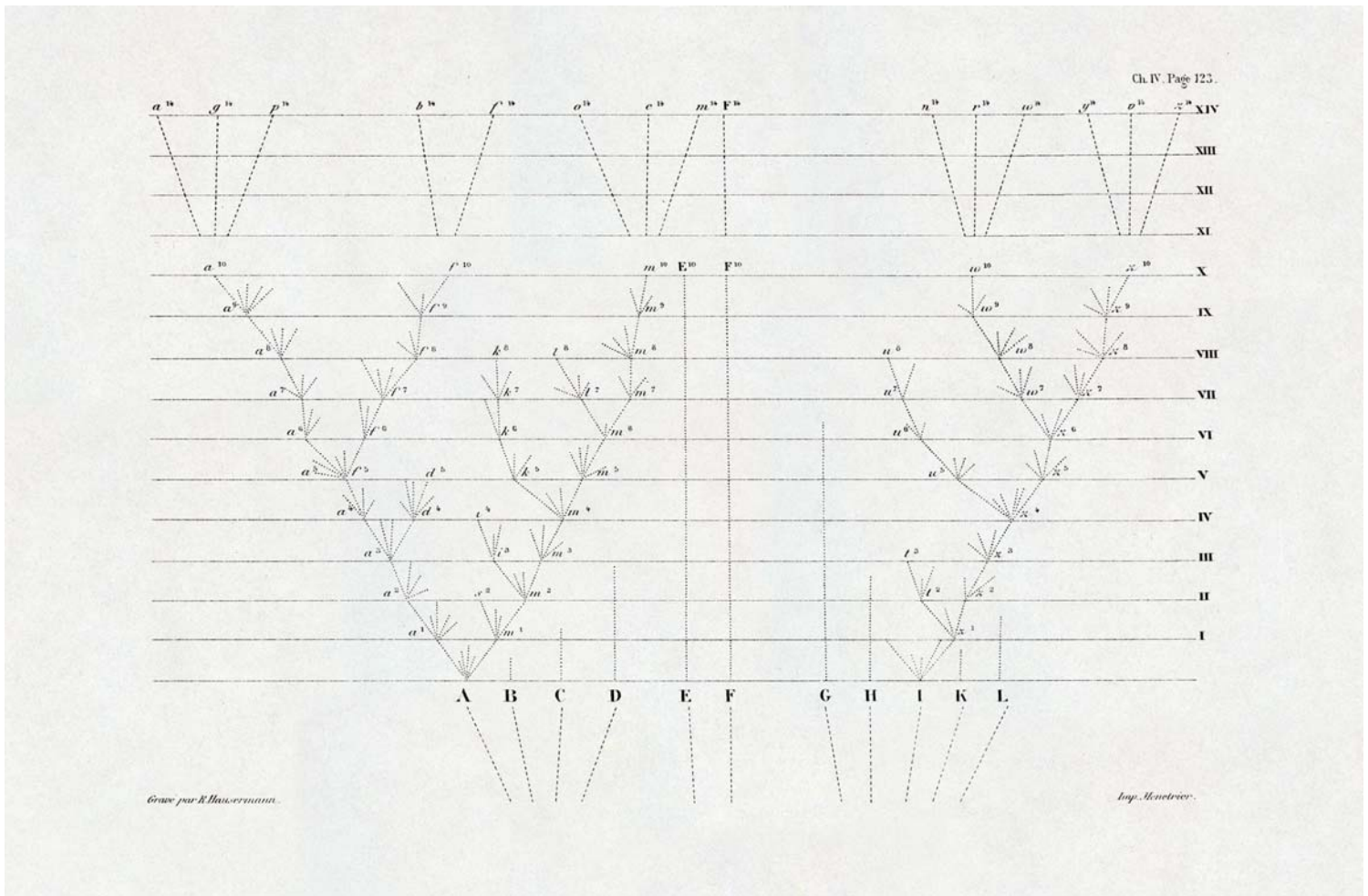


Schéma de l'évolution extrait de *L'origine des espèces au moyen de la sélection naturelle ou la lutte pour l'existence dans la nature* de Charles Darwin, 1859.

© Infatti / Leemage

b) Expliquer la vision de la nature induite par chacun de ces trois arbres.

Éléments de réponse

a)

Représentation 1 : L'échelle des êtres selon Charles Bonnet, 1745

Représentation 2 : L'arbre du vivant selon Augustin Augier, 1801

Représentation 3 : L'arbre du vivant selon Charles Darwin, 1859

b)

La représentation 1 implique une continuité entre les éléments inertes du monde et les êtres vivants, puis une continuité entre des catégories d'êtres vivants. Cette continuité est doublée d'une gradation des êtres selon une hiérarchie qui aboutit à l'homme. L'objectif de

cette représentation est d'ordonner les êtres vivants en fonction de leur complexité, dévolue par Dieu au moment de leur création.

La représentation 2 combine continuité entre certains êtres vivants au niveau du tronc et discontinuités entre d'autres, entre les feuilles. Cette représentation introduit la notion de temps et d'histoire du monde vivant. Il existe toujours une gradation entre les espèces.

La représentation 3 est la base théorique utilisée pour l'arbre du vivant sphérique. Son objet est de retracer l'histoire évolutive des êtres vivants au cours de l'histoire de la Terre. Cet arbre est donc un arbre généalogique. La continuité du monde vivant s'envisage dans le temps. À un moment donné, les discontinuités se visualisent en passant d'une branche de l'arbre à une autre.

Fiche élève 4

La lignée des primates

Consigne

- a) Définissez les termes suivants : plésiomorphie, apomorphie, synapomorphie, autapomorphie, homologie, homoplasie.
- b) Pour le groupe des primates, à quel type de caractère correspond le pouce opposable ?
- c) Citez une plésiomorphie de l'ordre des primates.
- d) Résumez l'ensemble des informations apportées par la séquence vidée sur la lignée des primates sur un arbre.

Éléments de réponse

a)

Plésiomorphie : caractère qui, dans une séquence de transformations évolutives, a conservé un état ancestral.

Apomorphie : caractère qui, dans une séquence de transformations évolutives, a acquis un état dérivé par rapport à un état ancestral.

Synapomorphie : caractère apomorphe partagé par deux ou plusieurs taxons.

Autapomorphie : lors de la comparaison de caractères entre deux groupes frères, se dit d'un caractère propre à l'un de ces deux groupes.

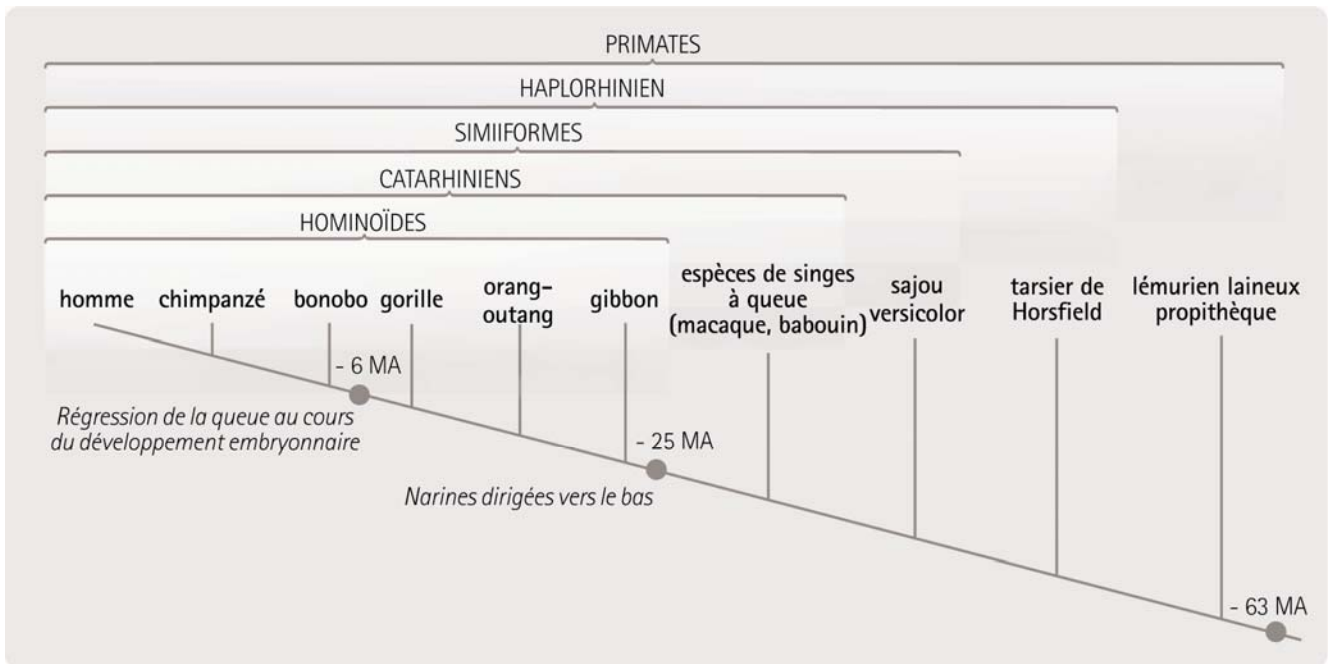
Homologie : similarité d'organes ou de parties d'organes chez plusieurs espèces, dont on peut faire le pari qu'elle est héritée par ascendance commune.

Homoplasie : similarité d'attributs chez plusieurs espèces qui n'est pas héritée par ascendance commune. C'est l'arbre phylogénétique qui, au final, établit l'homoplasie.

b) Le pouce opposable est donc une autapomorphie.

c) La présence de poils, au contraire, est une plésiomorphie.

d)



Fiche élève 5

Les convergences évolutives

Consigne

- a) Quel est le mode de vie d'une taupe ? Quelles adaptations à ce mode de vie présentent à la fois la taupe européenne et la taupe australienne ?
- b) Expliquer la caractéristique des animaux marsupiaux par rapport aux animaux placentaires.
- c) Retrouver les arguments qui prouvent que la taupe européenne et la taupe australienne n'ont pas hérité d'un ancêtre commun leurs adaptations au mode de vie fouisseur.
- d) Définir ce qu'est une convergence évolutive.

Éléments de réponse

- a) Mode de vie de la taupe : fouissage dans un sol meuble.

Adaptations particulières et communes à toutes les taupes : perte des yeux, perte des pavillons de l'oreille externe, pattes antérieures très renforcées.

- b) La taupe australienne est un marsupial (comme le kangourou). Les marsupiaux sont des mammifères dont les fœtus naissent avant terme ; à leur naissance, ils rejoignent une poche ventrale appelée le marsupium où ils finissent leur développement, allaités par des mamelles. La taupe européenne est un placentaire (comme le hérisson). Les placentaires sont des mammifères dont les fœtus naissent à terme ; ils mettent en place au cours du développement embryonnaire un vrai placenta qui nourri l'embryon.

- c) Même si la taupe australienne et la taupe européenne ont des caractéristiques morphologiques proches, la première appartient à l'infra-classe des marsupiaux et la seconde à l'infra-classe des placentaires. Leurs modes de reproduction différents prouvent qu'elles n'ont pas d'ancêtre commun malgré leurs caractéristiques morphologiques externes semblables.

Ces caractéristiques, liées à un mode de vie fouisseur, sont donc apparues deux fois, de manière indépendante.

- d) « Dans un même contexte de pression sélective, c'est-à-dire quand des contraintes du milieu comparables s'exercent, la sélection naturelle peut conduire à l'émergence de formes semblables chez des organismes qui, pourtant, ne sont pas étroitement apparentés » (Guillaume Lecointre, *Guide critique de l'évolution*, Belin, 2009, p. 355). Ces structures qui se ressemblent sont appelées des convergences évolutives.

Fiche élève 6

Les groupes naturels d'êtres vivants

Voici une classification présentée sous forme de groupes emboîtés. Chaque boîte (même si elle en contient d'autres plus petites) possède un ancêtre commun et présente des caractéristiques communes. Elle constitue un groupe naturel dans la mesure où l'ancêtre commun a engendré tous les êtres vivants de la boîte, et uniquement eux. (Un système de boîtes avec les photographies dans les boîtes permet une manipulation très utile.)

- **Représentation de la collection « Vertébrés actuels » sous forme d'ensemble emboîtés**
(Guillaume Lecointre, *Comprendre et enseigner la classification du vivant*, Belin)



Consigne

- a) Repérer les animaux que l'on nomme les mammifères. Est-ce un groupe naturel ?
- b) Repérer les animaux que l'on nomme les reptiles (serpents, crocodiles et tortues). Est-ce un groupe naturel ?
- c) Repérez les animaux que l'on nomme les poissons. Est-ce un groupe naturel ?

Éléments de réponse

- a) Les mammifères constituent un groupe naturel puisque leur ancêtre commun a engendré tous les mammifères, et uniquement des mammifères.
- b) Les reptiles ne constituent pas un groupe naturel. En effet, l'ancêtre commun aux reptiles a également engendré les oiseaux.
- c) Les poissons ne constituent pas un groupe naturel. En effet, l'ancêtre commun à tous les poissons est également l'ancêtre commun à tous les vertébrés, dont les êtres humains.

Fiche élève 7

Une nouvelle espèce décrite

Consigne

- a)** Résumez l'ensemble des indices qui permettent d'affirmer que la grenouille étudiée dans cette séquence appartient à une nouvelle espèce.
- b)** Les caractères génétiques sont-ils plus importants que les autres caractères ?

Éléments de réponse

a) Deux indices ont été utilisés : celui lié à l'analyse acoustique des chants et celui lié à l'analyse génétique des séquences d'ADN. L'analyse acoustique des populations de grenouilles a en effet mis en évidence deux chants différents ; or ces chants sont essentiels puisque c'est par eux que les mâles attirent les femelles.

De plus, les séquences génétiques montrent des divergences.

b) Les caractères génétiques ne sont pas plus importants que les autres caractères mais ils sont beaucoup plus nombreux et fournissent donc beaucoup plus d'informations d'un point de vue purement statistique.

Fiche élève 8

Un état de la biodiversité actuelle

Consigne

- a)** Décrivez l'objectif de la campagne de Santo 2006.
- b)** Quel peut être l'utilité d'une telle opération ?

Éléments de réponse

- a)** L'objectif de la campagne de Santo 2006 était de réaliser un inventaire aussi exhaustif que possible de l'ensemble des espèces présentes dans l'ensemble des écosystèmes afin de posséder comme un instantané de la biodiversité à un moment donné, à un endroit donné.
- b)** Cet instantané servira ensuite comme point de référence pour suivre l'évolution de cette biodiversité, mesurer par exemple les vitesses d'extinction d'espèces.

Compléments

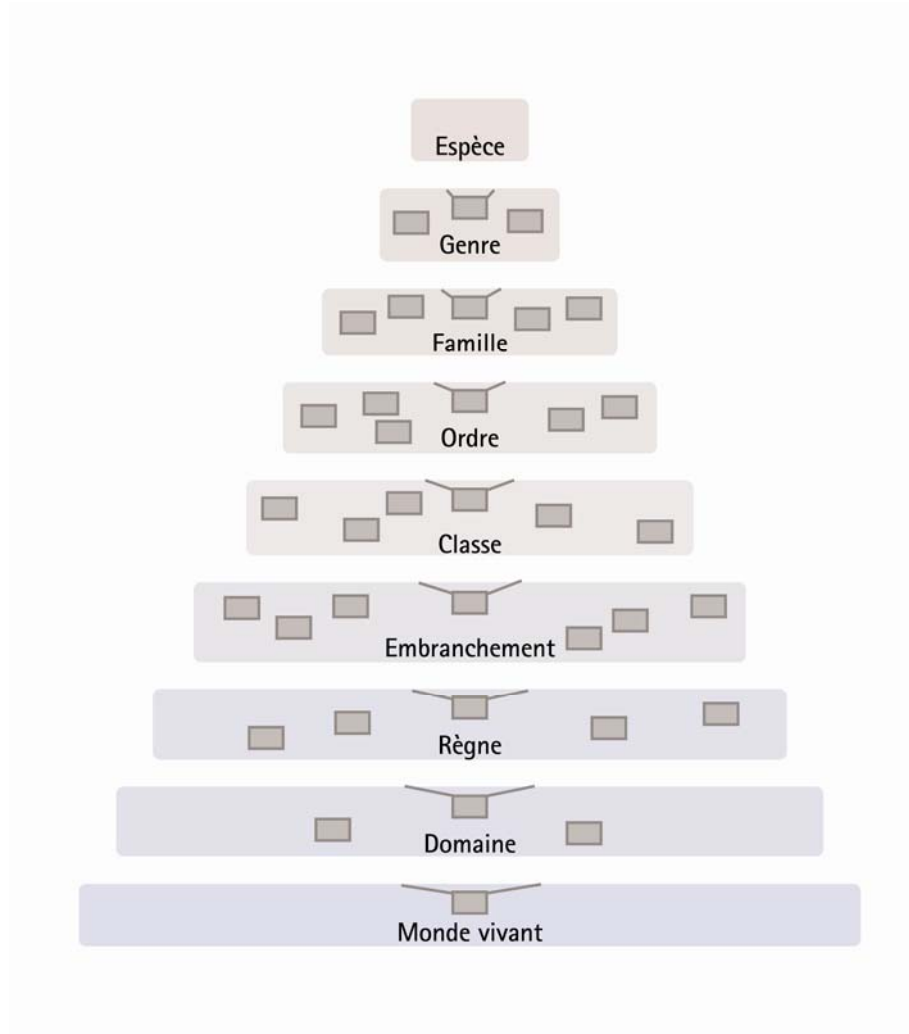
Complément 1 : Ranger / Trier / Classer

Ranger, trier et classer sont trois mots qui, en biologie, ont chacun une définition très précise.

- Ranger consiste à organiser des êtres vivants selon un critère continu : du plus petit au plus grand, du plus doux au plus rugueux, etc.
- Trier consiste à séparer en deux lots des êtres vivants selon un critère qui est donc binaire. Ce critère binaire sera classiquement du type « a » ou « n'a pas ». Ainsi dans les exemples de tri présentés, dans le film *Espèces d'espèces*, le tri est fait entre les animaux qui ont des poils et ceux qui n'en n'ont pas ; les animaux qui ont des ailes et ceux qui n'en n'ont pas ; les animaux qui ont des pattes et ceux qui n'en n'ont pas, puis les animaux qui ont quatre pattes et ceux qui n'en n'ont pas quatre.
- Classer consiste à regrouper des êtres vivants qui partagent des caractéristiques communes de manière à ce que ces groupes reflètent l'histoire évolutive du monde vivant. L'histoire évolutive commune est alors la raison pour laquelle un groupe d'êtres vivants partage une caractéristique ou innovation. Ainsi, posséder un pouce opposable est un caractère utilisé dans la classification, posséder des ailes non. Le groupe des animaux qui possède un pouce opposable a un ancêtre commun qui possédait lui-même un pouce opposable. En revanche, les animaux qui ont des ailes ont un ancêtre commun qui a engendré des individus qui ne possèdent pas d'ailes et n'avait lui-même pas d'aile. Il est difficile (impossible) pour un élève de savoir *a priori* si une caractéristique partagée est utilisée par la classification phylogénétique. C'est pourquoi les élèves doivent comprendre cette classification et doivent savoir l'utiliser, en aucun cas la construire.

Complément 2 : Les taxons de la classification

- **Les principaux taxons du monde vivant hiérarchisés**
(source : <http://fr.wikipedia.org/wiki/Taxinomie>)



Voici, hiérarchisés, les principaux taxons utilisés en systématique pour classer les êtres vivants :

Monde vivant

Règne – Sous-règne – Infra-règne

Super-embranchement – Embranchement – Sous-embranchement

Super-classe – Classe – Sous-classe – Infra-classe

Super-ordre – Ordre – Sous-ordre – Infra-ordre

Super-famille – Famille – Sous-famille – Infra-famille

Genre – Sous-genre – Section – Série

Espèce – Sous-espèce

Complément 3 : L'espèce

Dans la classification, l'espèce est le taxon de base. Néanmoins, il existe de nombreuses définitions de cette entité. La définition admise pour l'enseignement dans le primaire et le secondaire est celle du concept biologique de l'espèce énoncé par Ernst Mayr en 1942 : une espèce est un ensemble d'individus qui peuvent effectivement ou potentiellement se reproduire entre eux et dont la descendance est fertile. Ainsi, une espèce correspond à un pool de gènes mis en commun par la reproduction.

Cependant, le critère d'interfécondité n'est pas toujours vérifiable, par exemple pour des individus fossiles ou des individus asexués. D'autres définitions peuvent alors être utilisées, comme la définition morphologique de l'espèce qui propose qu'une espèce est un ensemble d'individus qui se ressemblent (l'appréciation d'une ressemblance étant relativement subjective).

Le film documentaire *Espèces d'espèces* pose à ce titre une question intéressante : « L'espèce est-elle fille de la nature ou fille du naturaliste ? »

Complément 4 : Les archées

En 1977, l'unité du groupe des procaryotes vole en éclat et se scinde en deux groupes distincts : les bactéries et les archées.

Ces dernières forment un groupe monophylétique (ou groupe naturel) d'êtres vivants unicellulaires non compartimentés. Sur le plan morphologique, elles ne se distinguent pas ou peu des bactéries. Elles mesurent entre 0,1 et 15 micron(s) et présentent des formes variées (sphérique, spirale, bâtonnet, rectangle). Elles vivent dans des milieux extrêmes (aérobie ou non, forte salinité, température très élevée ou très basse, grande profondeur) ou non (sols, mares...).

Les archées présentent :

- des caractéristiques communes avec les bactéries, comme un chromosome circulaire, des plasmides, certaines protéines, etc. ;
- des caractéristiques communes avec les eucaryotes, comme des mécanismes et protéines impliqués dans les processus de réplication, de transcription et de traduction ;
- des caractéristiques qui leur sont propres, comme une structure et une chimie atypiques de leur paroi cellulaire avec, entre autres, une absence de peptidoglycane, des lipides constitués de longues chaînes d'alcool isoprénique attachées au glycérol par des liaisons éther (et non deux chaînes d'acide gras liées à un glycérol par des liaisons ester).

Des analyses de séquences d'acides nucléiques (ARNr 16S) ont mis en évidence que les séquences d'archées étaient plus proches de celles des eucaryotes que de celles des bactéries. Il est donc proposé actuellement que, dans l'arbre du vivant, les archées et les eucaryotes soient groupés. Néanmoins, les relations entre les trois branches maîtresses du monde du vivant n'ont pas encore dévoilé tous leurs secrets et les rôles des archées dans nos écosystèmes (qui pourraient représenter jusqu'à 20 % de la biomasse terrestre) restent largement inexplorés.