

Ch11 - Activité

Sortie au Muséum National d'Histoire Naturelle de Paris

Je suis capable de (compétences travaillées) :

C1 : Lire et exploiter des collections d'êtres vivants actuels et fossiles.

C2 : Compléter une matrice de caractères.

C3 : Réaliser des arbres phylogénétiques.

C4 : Identifier les impacts (bénéfiques et nuisances) des activités humaines sur l'environnement et la biodiversité à différentes échelles.

C5 : Distinguer ce qui relève d'une croyance ou d'une opinion et ce qui constitue un savoir scientifique.

C6 : Situer l'espèce humaine dans l'évolution des espèces.

C7 : Appréhender différentes échelles de la biodiversité.

C8 : Identifier par l'histoire des sciences et des techniques comment se construit un savoir scientifique.

situation de départ : Le Muséum National d'Histoire Naturelle (MNHN) de Paris propose de nombreux échantillons d'êtres vivants (squelettes, fossiles, animaux naturalisés). Grâce à la comparaison des échantillons de la Grande Galerie de l'Évolution (GGE) et des Galeries de Paléontologie et d'Anatomie Comparée (GPAC) situées au Jardin des plantes, on peut comprendre l'évolution des espèces sur Terre et appréhender la biodiversité et son évolution au cours de l'histoire de la Terre.



I – Découverte du Jardin des plantes et histoire des sciences :

Document 1 : Histoire du MNHN

Deux médecins de Louis XIII créent le plus vieux musée d'histoire naturelle du monde en 1635, pour leurs étudiants en médecine et en pharmacie. Sur ce lieu ne tarde pas à fleurir les plantes médicinales connues de l'époque, et Buffon agrandit très vite ce jardin, désormais nommé Jardin des Plantes.

Les rues autour du Jardin des Plantes et les allées à l'intérieur portent des noms de naturalistes zoologistes, minéralogistes ou encore herboristes : Lamarck (**E**), Georges Cuvier (**C**) (dont la maison se trouve dans le Jardin), Antoine-Laurent de Jussieu (**B**), Geoffroy Saint-Hilaire (**D**), Carl von Linné (**A**) ou encore Buffon (**F**), etc.

Ces nombreux savants ont apporté à chaque fois une pierre à l'édifice de la théorie de l'évolution de Wallace et de Darwin, modifiée et améliorée avec l'avènement notamment de la génétique dans le courant des années 1950.

1 – À partir du document 1, du plan ci-dessous et des recherches, **compléter** les deux premières colonnes du tableau ci-dessous avec une lettre et le nom du naturaliste associé. (**C8**)



Plan du Jardin des plantes de Paris

N°	Nom	Données historiques
E	Lamarck	Je suis un des premiers à proposer une théorie d'évolution des êtres vivants grâce à l'étude des fossiles qui ont permis de trouver des points communs avec les espèces actuelles. Selon ma théorie (fausse) appelée transformisme , les espèces évoluent en s'adaptant sans cesse à leur milieu qui développe certains organes utiles. Les caractères acquis se transmettent, selon moi, par hérédité.
C	Cuvier	J'ai comparé l'anatomie des fossiles et des vertébrés actuels. Cette méthode a permis de reconstituer les animaux disparus. J'ai ainsi fondé l'étude de la zoologie du passé ou paléontologie .
F	Buffon	Naturaliste, j'ai amélioré la compréhension des phénomènes géologiques (tectonique, climat, extinction des espèces, astronomie). J'ai proposé un âge de la Terre beaucoup plus ancien que l'âge de 6000 ans admis à l'époque par la Bible. Mon œuvre « Histoire naturelle générale et particulière » en 36 volumes résume toutes les connaissances en géologie et paléontologie de l'époque . J'y révèle ressemblances entre l'espèce humaine et le singe et évoque une généalogie commune. Je fus un des précurseurs de l'anatomie comparative et ai démontré que les espèces changeaient.
B	Jussieu	Botaniste et médecin, j'ai contribué à la classification actuelle des végétaux . J'ai été directeur du Muséum et professeur de botanique.

A	Linné	J'ai établi un système de nomenclature des animaux et végétaux, permettant de classer les espèces. Ce système appelé nomenclature binomiale est toujours utilisé aujourd'hui. Exemple : <i>Homo sapiens</i> . Je suis fixiste : je pensais que Dieu avait créé toutes les espèces et qu'elles n'avaient depuis jamais changé.
D	Saint-Hilaire	Naturaliste et zoologiste, j'ai étudié et classé de nombreuses « monstruosités » et j'ai nommé cette science de l'étude des anomalies de développement, la tératologie . J'ai été professeur puis directeur de la ménagerie au muséum. J'ai émis l'idée révolutionnaire dès 1796 que tous les animaux étaient construits selon le même plan d'organisation .

Tableau de données historiques de différents naturalistes

Problèmes : Comment appréhender la biodiversité ?

II – La biodiversité actuelle et ces différentes échelles :

2 – À partir de l'étude des niveaux 0 et 1 de la GGE, **compléter** le tableau ci-dessous : (C1)

Milieux de vie		Peuplement et sa biodiversité (au moins 2 à 3 espèces par milieu)
Marins	Plaines abyssales	Calmar géant, requin serpent, poisson échasse
	Pélagique/Corallien	Sardine, dauphin commun, étoiles de mer
	Littoral	Langoustine, lieu noir, éponges
	Arctique/Antarctique	Manchot empereur, éléphant de mer, ours polaire
Terrestres	Savane africaine	Hyène tachetée, phacochère, vipère heurtante
	Désert saharien	Varan du désert, gazelle dorcas, criquet
	Forêt tropicale	Mygale, tapir terrestre, toucans

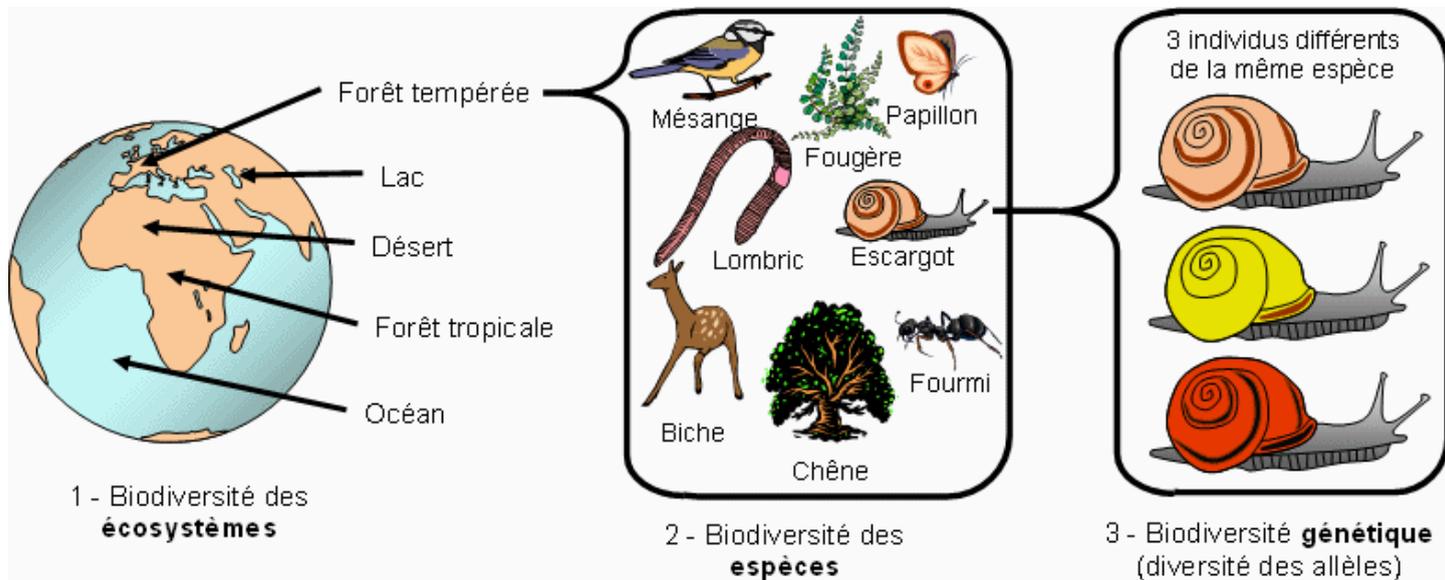
Tableau de comparaison de différents écosystèmes

Document 2 : Une définition de la biodiversité

La biodiversité désigne toutes les variations du monde vivant. Cette diversité biologique est évidente lorsqu'on imagine la quantité fantastique d'espèces différentes (découvertes ou encore inconnues) qui vivent ou ont vécu sur Terre. C'est la biodiversité spécifique. Au sein de chaque espèce, on constate un autre niveau de biodiversité : la biodiversité génétique, c'est-à-dire la diversité des allèles d'un individu à l'autre. Ainsi, différents humains posséderont les mêmes gènes, mais pas les mêmes allèles de ces gènes. Le troisième niveau est la biodiversité des écosystèmes. Il correspond à la diversité des milieux de vie, incluant les espèces qui les habitent et toutes les relations qu'elles ont entre elles (qui mange qui, qui parasite qui, etc.).

Hervé Le Guyader, chercheur en systématique et évolution

Document 3 : Les 3 niveaux de la biodiversité



3 – À partir des documents 2 et 3, **citer** et **décrire** les 3 niveaux de la biodiversité. (C7)

4 – À partir du tableau de comparaison, **décrire** le lien entre le milieu de vie et la biodiversité. (C1)

3 et 4 – À la surface de la Terre, il existe un grand nombre d'écosystèmes différents avec un climat particulier (humide/sec, chaud/froid, etc.). Exemple : forêt tempérée, forêt tropicale, savane, milieu aquatique (profond, littoral, etc.). Dans chacun de ces milieux, on trouve une diversité d'espèces et de groupes adaptée à son milieu de vie.

On apprend que la biodiversité est la diversité des êtres vivants dans un milieu donné. Plus le nombre d'espèces est important, plus la biodiversité l'est. On apprend également qu'un écosystème désigne l'ensemble formé par un peuplement (êtres vivants) et son milieu de vie. La biodiversité se retrouve à plusieurs échelle : à l'échelle des écosystèmes, à l'échelle des espèces et même à l'échelle génétique (allélique).

Problèmes : Comment a évolué la biodiversité au cours du temps ?

III – L'évolution de la biodiversité au cours du temps :

5 – À partir de l'étude du premier étage de la GPAC, **compléter** le tableau ci-dessous : (C1)

Époques	Groupes	Espèces (au moins 2 si possible)	Milieu de l'espèce
Paléozoïque (-540 à -250 Ma)	Reptiles	Pareiasaurus, Lystrosaurus	Semi-aquatique
	Amphibiens	Eryops	Aquatique
	Poissons	Dunkleosteus	Aquatique marin
Mésozoïque (-250 à -65 Ma)	Reptiles marins	Ichtyosaure, Plésiosaure	Aquatique marin
	Dinosaures anciens	Carnotaurus, Triceratops	Terrestre
	Crocodiles	Sarcosuchus	Semi-aquatique
Cénozoïque (-65 Ma à nos jours)	Mammifères	Megatherium, Smilodon	Terrestre
	Oiseaux	Aepyornis	Terrestre

Tableau d'aperçu de la biodiversité passée

6 – À partir du tableau, **expliquer** l'intérêt des fossiles et **montrer** alors que les milieux de vie et la biodiversité évoluent au cours du temps.

Les fossiles avec les roches sédimentaires où on les trouve permettent de reconstituer les peuplements à l'époque ainsi que leur milieu de vie et donc les écosystèmes à l'époque. On constate alors qu'au cours du temps, il y a de nouvelles espèces différentes et d'autres qui disparaissent associés aussi à une évolution du milieu de vie. Donc les milieux de vie et la biodiversité ne font qu'évoluer au cours du temps.

Problèmes : *Comment les activités humaines ont impactés l'évolution de la biodiversité au cours du temps ?*

IV – Les impacts et les influences de l'espèce humaine sur la biodiversité :

7 – À partir de l'étude du niveau 2 de la GGE, **donner** les 5 grands types d'activités humaines modifiant la biodiversité au cours du temps : **(C4)**

La chasse/pêche/cueillette, la domestication, les transferts entre êtres vivants, la transformation des paysages et la pollution.

8 – À partir de l'étude du niveau 2 de la GGE, **donner** au moins 3 impacts sur la biodiversité provoqués la transformation des paysages et la pollution : **(C4)**

- Modification voire destruction des habitats d'espèces, changement des zones de nourriture ou de reproduction.
- Perturbations des relations entre les espèces.
- Intoxication d'espèces (disparition, baisse de la variabilité génétique, difficultés à se reproduire, modification du comportement).
- Invasion d'espèces opportunistes (ex : goélands avec les déchets).
- Destruction d'écosystème (ex : forêt des Vosges).

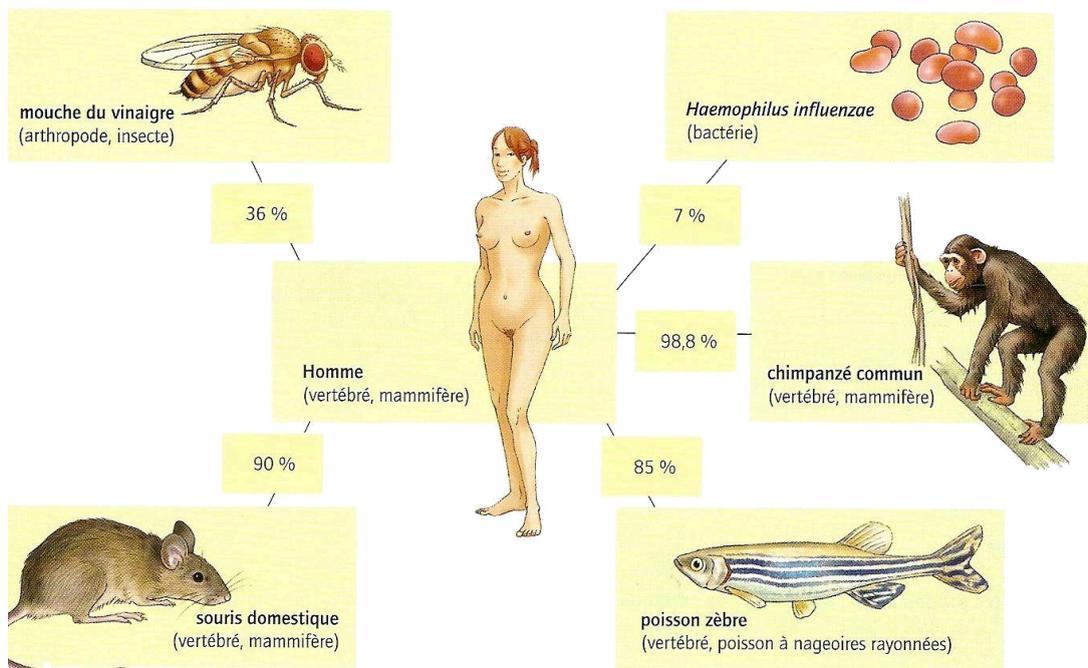
9 – À partir de l'étude du niveau 2 de la GGE, **proposer** au moins 3 moyens de protéger la biodiversité des activités humaines : **(C4)**

Créer des espaces protégés (ex : Baie de Somme). Conserver des espèces sauvages. Diminuer les activités humaines (surpêche, braconnage, surconsommation, déchets). Changer les pratiques agricoles (moins d'agriculture intensive).

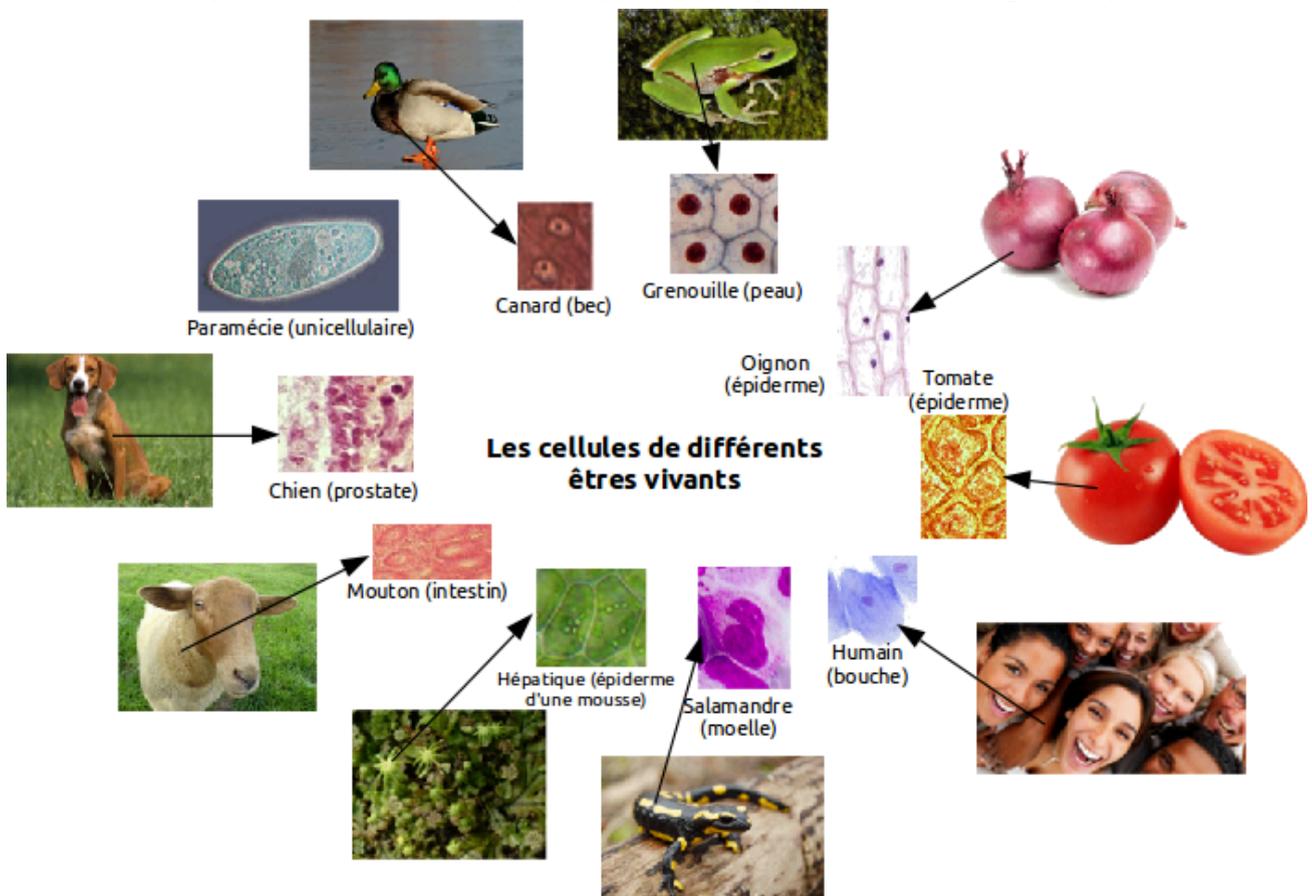
Problèmes : *Comment trouver et expliquer des liens de parenté entre différentes espèces ?*

V – Étude des liens de parenté entre les êtres vivants actuels :

10 – À partir des documents 4 et 5, **donner** deux caractères qu'on peut trouver chez l'ensemble des êtres vivants sur Terre : L'ADN (information génétique) et la présence de cellules



Document 4 : Comparaison de l'information génétique portée par l'ADN de l'espèce humaine avec celle d'autres espèces (le chiffre indique le pourcentage d'information génétique en commun)



Document 5 : Comparaison des cellules de divers êtres vivants

VI – Étude des liens de parenté entre les espèces passées et actuelles :

11 – À partir de la GPAC, **compléter** le tableau (matrice) de caractères n°2 ci-dessous. (C2)

Aides :

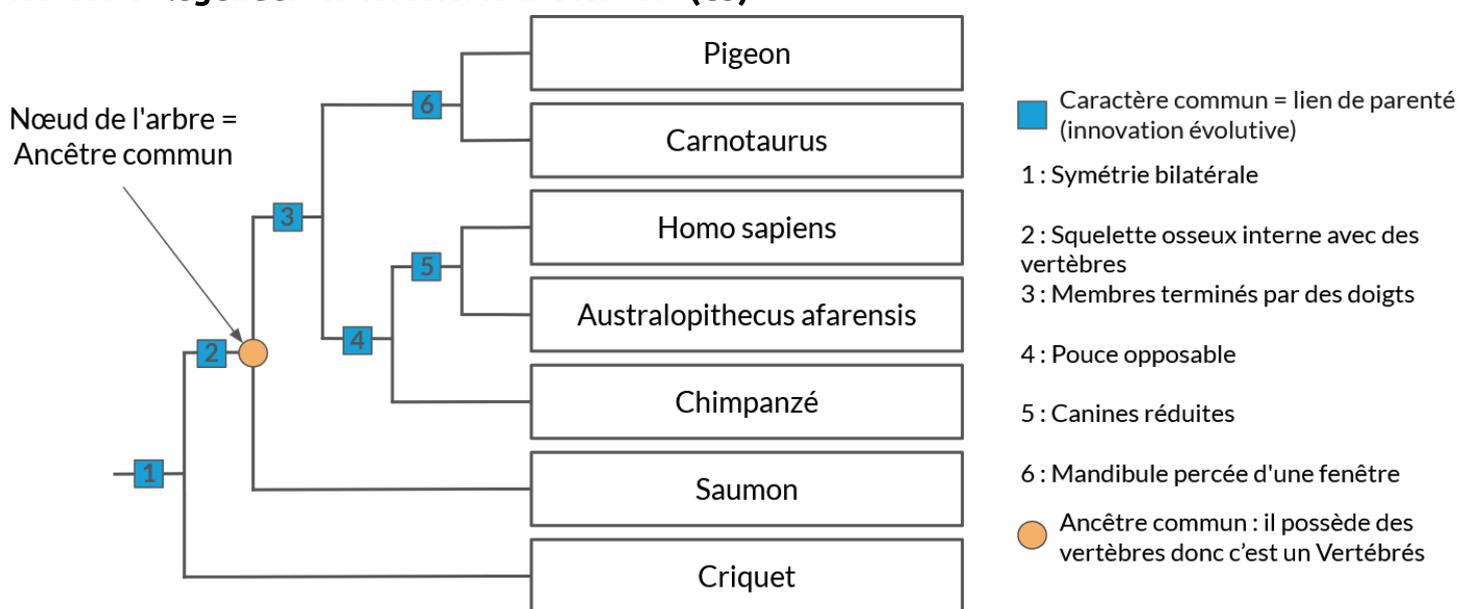
- La symétrie bilatérale signifie qu'il y a deux côtés (droite/gauche).
- La mandibule percée d'une fenêtré : il s'agit de l'os de la mâchoire inférieure avec un trou sur les bords droit et gauche (à ne pas confondre avec l'orbite). Il faudra bien l'observer en se mettant sur les côtés.

	Saumon	Homo sapiens	Criquet	Chimpanzé	Pigeon	Carnotaurus*	Australopithecus afarensis*
Symétrie bilatérale	X	X	X	X	X	X	X
Squelette osseux interne avec des vertèbres	X	X		X	X	X	X
Membres terminés par des doigts		X		X	X	X	X
Canines réduites		X					X
Pouce opposable		X		X			X
Mandibule percée d'une fenêtre					X	X	

*Espèces fossiles

Matrice de caractères n°2

12 – À partir de la matrice, **compléter** l'arbre phylogénétique ci-dessous avec les espèces du tableau et **légender** les caractères ci-dessous : (C3)



Arbre phylogénétique des Vertébrés

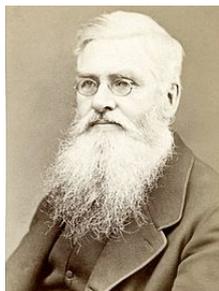
13 – À partir de l'arbre et du document 6, **expliquer** l'origine du caractère vertèbres chez les animaux qui en possèdent. (C3)

14 – **Justifier** le fait que *Homo sapiens* et *Australopithecus afarensis* soient plus proches entre eux qu'entre *Homo sapiens* et le saumon. (C6)

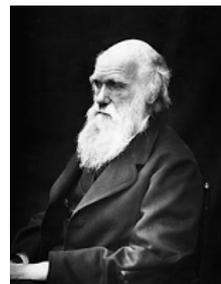
13 et 14 – On constate qu'au cours du temps, plusieurs liens de parenté (innovations évolutives) apparaissent les uns après les autres. Ces innovations se retrouvent ainsi chez les ancêtres communs (le nœud des branches) des espèces. C'est le cas de l'apparition du squelette osseux avec vertèbres. L'ancêtre commun a ainsi transmis ce caractère à l'ensemble de ses descendants. Avec l'arbre phylogénétique, on peut voir les degrés de parenté, c'est-à-dire les espèces les plus proches. Par exemple, on constate que *Homo sapiens* et *Australopithecus afarensis* sont très proches et possèdent les mêmes liens de parenté, notamment un caractère commun particulier : les canines réduites. Alors que l'humain et la carpe possèdent moins de liens de parenté.

Situation de départ : À l'époque de Wallace et de Darwin, de grands scientifiques à l'origine de l'évolution des espèces (XIX^e siècle), il y a de très nombreuses critiques contre cette théorie scientifique. En effet, il était admis à cette époque et depuis le Moyen-âge que les êtres vivants étaient apparus comme ça et il n'y avait aucune notion d'évolution. Or l'évolution des espèces

explique l'apparition ou la disparition de certains caractères qui amènent à l'apparition ou la disparition des espèces.



Alfred Russel Wallace



Charles Darwin

Problème : Comment expliquer l'évolution des espèces ?

VII – Théorie de l'évolution au cours du temps et ses mécanismes :

15 – À partir de la vidéo « C'est pas sorcier sur la Théorie de l'évolution » (lien sur mon site internet : pavot-svt.fr) et du questionnaire de la sortie, **répondre** au QCM ci-dessous : **(C8)**

15.1 – Comment s'appelle la théorie de Lamarck ? 15.2 – Comment s'appelle l'ouvrage de Carl von Linné ?

- | | |
|--|---|
| <input type="checkbox"/> A – Créationnisme. | <input type="checkbox"/> A – Origines des espèces |
| <input type="checkbox"/> B – Évolution | <input checked="" type="checkbox"/> B – Systema naturae |
| <input checked="" type="checkbox"/> C – Transformation | <input type="checkbox"/> C – Philosophie zoologique |
| <input type="checkbox"/> D – Sélection naturelle | <input type="checkbox"/> D – Origines |

15.3 – Sur quelles idées se base la théorie de Jean-Baptiste Lamarck ?

- A – Les espèces restent très longtemps fixes avant d'évoluer.
- B – Les espèces évoluent dans n'importe quelle circonstance.
- C – L'utilisation des fossiles a permis de trouver un point commun avec des espèces actuelles.
- D – Les fossiles sont des espèces qui n'ont pas changé mais qui possèdent un lien avec les espèces actuelles.

15.4 – Qu'est-ce qu'a apporté Carl von Linné ?

- Mettre en place une classification.
- Apporter une preuve de plus dans la théorie de Lamarck.
- Apporter une preuve de plus dans la théorie de Darwin.
- Aider Darwin et Wallace dans la description de la sélection naturelle.

15.5 – Quel est le (ou les) nom(s) du (ou des) scientifique(s) qui a apporté le plus à la compréhension de l'évolution ?

- Jean-Baptiste de Lamarck
- Charles Darwin et Wallace
- Cuvier et Buffon
- Carl von Linné

15.6 – Qu'est-ce qu'une mutation ?

- Une modification obligatoire des caractères (formant plusieurs gènes).
- Une modification de l'ensemble des chromosomes.
- Une modification de la séquence d'un gène (formant un allèle).
- Une modification n'ayant jamais de conséquences sur les gènes.

15.7 – Comment sont transmises les mutations aux enfants ?

- Par les cellules de tous les organes.
- Par les organes du haut du corps.
- Par les cellules de la peau.
- Par les gamètes après la méiose lors de la fécondation.

16 – À partir des réponses, **compléter** alors la frise chronologique simplifiée de l'évolution de la théorie de l'évolution ci-dessous avec les légendes ci-dessous : **(C8)**

A – Wallace et Darwin mettent en place la D – Avènement de la génétique avec la théorie de l'évolution qui se fait par sélection découverte de l'hérédité des caractères, des

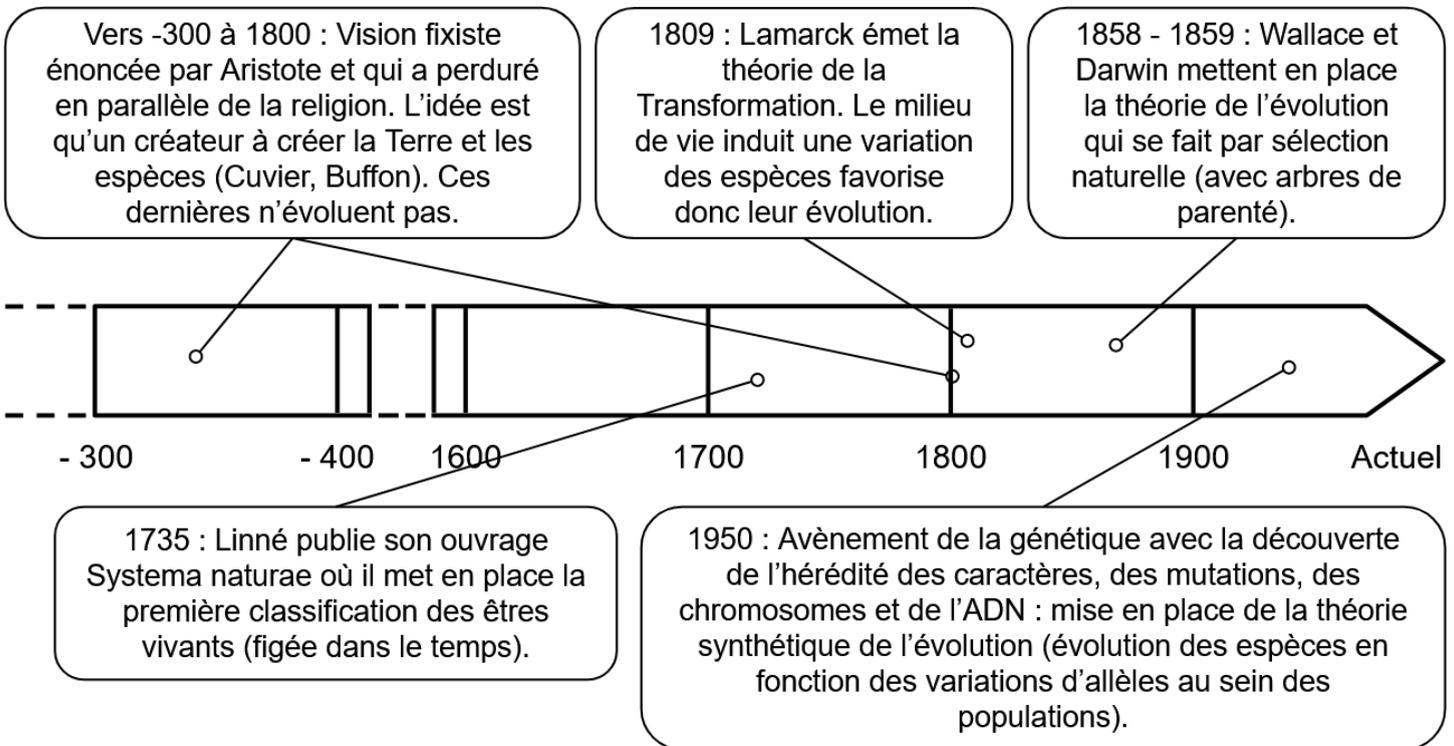
naturelle (avec arbres de parenté).

B – Linné publie son ouvrage *Systema naturae* en place de la première classification des êtres vivants (figée dans le temps).

C – Lamarck émet la théorie de la Transformation. Le milieu de vie induit une variation des espèces et favorise donc leur évolution.

mutations, des chromosomes et de l'ADN : mise en place de la théorie synthétique de l'évolution (évolution des espèces en fonction des variations d'allèles au sein des populations).

E – Vision fixiste énoncée par Aristote et qui a perduré en parallèle de la religion. L'idée est qu'un créateur a créé la Terre et les espèces (Cuvier, Buffon). Ces dernières n'évoluent pas.



Frise chronologique simplifiée de l'évolution de la Théorie synthétique de l'évolution

17 – À partir des documents 6 à 8, **expliquer** pourquoi l'évolution des espèces est considérée comme une théorie solide scientifiquement et pas comme une croyance parmi tant d'autres. (C5)

On remarque qu'une théorie scientifique se fonde sur des faits comme la découverte de fossiles, des observations actuelles, etc. Elle est admise par la communauté scientifique. Elle ne se base pas sur d'éventuellement croyance ou autre. Et donc la théorie de l'évolution est une théorie scientifique permettant d'expliquer comment les espèces évoluent : elle se fonde sur des faits, des hypothèses et des modèles, elle est testable par des expériences et permet de prédire dans une certaine mesure des résultats ou des observations. Et surtout elle peut encore évoluer sur certains points, être affinée, etc. avec l'apport de nouvelles observations, faits ou encore expériences.

Document 6 : La théorie au sens scientifique

Objection ! « L'évolution, ce n'est qu'une "théorie" parmi d'autres, et elle n'est pas prouvée ».

Le mot théorie a plusieurs sens dans la langue française. Dans le langage courant, une théorie est un ensemble d'idées sur un sujet qui relève parfois de l'opinion, sans preuve voire de croyance. Mais en science, une théorie n'a pas la même signification.

Dans les sciences, le mot « théorie » désigne un ensemble de connaissances apportant une explication. Une théorie scientifique se distingue par le fait que son élaborateur se donne les moyens de la **réfuter** en la testant. Or, 150 ans de travaux scientifiques n'ont pas réussi à invalider

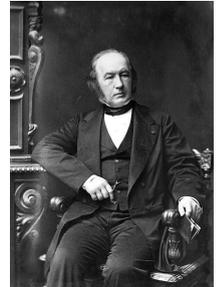
la théorie de l'évolution mais l'ont affinée et complétée. Cependant, il reste des points de discussions, des imprécisions et des compléments à apporter. La théorie de l'évolution continue donc de s'enrichir des travaux des chercheurs.

D'après www.sciencesetavenir.fr, 24/02/2016

Document 7 : Une théorie scientifique peut évoluer

Une théorie scientifique a un statut provisoire et correspond à la vérité scientifique du moment :

« Une théorie, pour rester bonne, doit toujours se modifier avec le progrès de la science et demeurer constamment soumise à la vérification et la critique des faits nouveaux qui apparaissent. Si l'on considérait une théorie comme parfaite et si l'on cessait de la vérifier par l'expérience scientifique, elle deviendrait une doctrine (ensemble de conceptions théoriques enseignées comme vraies) ».



Claude Bernard, médecin français (1813-1878)

Document 8 : L'évolution reconnue comme un fait* par les scientifiques

« Depuis Darwin, un très grand nombre de données d'ordre divers (anatomiques, cellulaires, moléculaires, paléontologiques, etc.) ont confirmé cette théorie et on n'a jamais trouvé de données qui l'affirment.

C'est pourquoi E. Mayr dit que toutes ces preuves sont considérées à ce point incontestables qu'aucun biologiste ne parle plus d'évolution comme d'une proposition théorique et que, considérant l'évolution comme un fait, aucun évolutionniste (scientifique spécialisé dans l'étude de l'évolution des êtres vivants) ne s'attarde plus à en chercher des preuves supplémentaires. »

*Enseigner la classification et l'évolution,
Monique Dupuis et Jean-Claude Hervé,
Éditions Hatier*

* **Fait** : événement, objet ou résultat, considéré comme indiscutable.

VIII – Conclusion sur l'évolution de la biodiversité et des espèces au cours du temps :

18 – **Compléter** les bilans 1, 2, 3, 4 et 5 avec les mots suivants :

- des espèces, différentes échelles, dépendre, génétique, biodiversité
- biodiversité, reconstituer, évolue, paléoenvironnements, fossiles
- prendre conscience, impacts, modifie les paysages, pour limiter, pollution, pour se nourrir
- caractères nouveaux, liens de parenté, Primates, origine commune, évolution des espèces, ADN, ancêtre commun, apparition, arbre phylogénétique
- sélection naturelle, au cours du temps, mutation, théorie de l'évolution

Bilan 1 : La **biodiversité** est la diversité du monde du vivant à **différentes échelles** : la **diversité des écosystèmes**, la **diversité des espèces** et la **diversité génétique** (ou **allélique**) chez les individus de chaque espèce. La biodiversité va **dépendre** de son milieu de vie.

Bilan 2 : L'étude des **fossiles** et des **roches sédimentaires** permettent de **reconstituer** les milieux de vie et les peuplements anciens : on parle de **paléoenvironnements**.

L'étude des paléoenvironnements suggère que les **écosystèmes**, et donc la **biodiversité**, sont différents dans le passé et aujourd'hui. La biodiversité **évolue** au cours des temps géologiques.

Bilan 3 : L'espèce humaine exploite les espèces pour se nourrir (ex : chasse, pêche, cueillette), modifie les paysages pour réaliser ses infrastructures et engendre de la pollution à cause de ses différentes activités. Cela provoque des impacts sur la biodiversité et la modifie : diminution, disparition ou encore création de biodiversité.

L'espèce humaine doit prendre conscience de ses impacts sur l'environnement et sur la biodiversité. Des mesures peuvent être adoptées pour limiter ces impacts : préservation ou réhabilitation des écosystèmes, protection de la biodiversité, atténuation de la pollution, etc.

Bilan 4 : Tous les êtres vivants sont constitués de cellules et tous possèdent de l'ADN comme support de leur information génétique. Ces deux caractéristiques indiquent une origine commune à tous les êtres vivants.

L'existence de ressemblances dans un arbre phylogénétique, appelées liens de parenté, entre des groupes apparus successivement suggère la parenté des espèces qui les constituent. Une espèce nouvelle présente des caractères anciens venant d'un ancêtre commun mais aussi des caractères nouveaux (innovations évolutives) par rapport à une espèce antérieure dont elle serait issue : on parle d'évolution des espèces.

L'espèce humaine, en tant qu'espèce, est apparue sur la Terre en s'inscrivant aussi dans le processus d'évolution. Elle fait partie du groupe des Primates avec le chimpanzé connu comme étant l'espèce actuelle la plus proche.

Grâce aux fossiles, on a pu constater l'évolution de la lignée humaine (avec l'apparition des genres australopithèque, paranthrope et homo) au sein du groupe des Primates comme l'espèce humaine (*Homo sapiens*) ou Lucy (*Australopithecus afarensis*).

Bilan 5 : La théorie de l'évolution est basée sur un ensemble de faits, d'observations, reliés entre eux de façon logique. Cette théorie a évolué au cours du temps et continuera d'évoluer suivant les recherches dans le domaine. Grâce notamment à Darwin et Wallace et la génétique, elle a permis de comprendre comment les espèces évoluent au cours du temps.

Au sein d'une espèce, il peut apparaître des caractères héréditaires nouveaux suite à des modifications de l'information génétique (formation de nouveaux allèles) qu'on appelle mutations.

La sélection naturelle peut trier certains de ces caractères nouveaux et conduire à l'apparition d'une nouvelle espèce ou à la disparition d'autres espèces.

Les mutations (hasard) et la sélection naturelle (liée à l'environnement) sont deux mécanismes qui permettent l'évolution des espèces.

IX – Jeu sur les mécanismes de l'évolution :

4 – En utilisant les règles du jeu et par groupe de 5, **jouer** au jeu « Les pinsons de Darwin », **remplir** les tableaux en annexe et **analyser** les résultats.