

III E - Activités 1,
2 et 3
III F - Activité 1

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 groupes emboîtés et des arbres phylogénétiques.

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

C5 : Situer l'espèce humaine dans l'évolution des espèces.

C6 : Identifier par l'histoire des sciences et des techniques comment se construit un savoir scientifique.

C7 : Appréhender différentes échelles de la biodiversité.

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.



Problèmes : *Comment appréhender la biodiversité et comment a-t-elle évolué au cours du temps ?
Comment les activités humaines ont impactés l'évolution de la biodiversité au cours du temps ?
Comment trouver et expliquer des liens de parenté entre différentes espèces ?*

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. (**C6**)



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

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 : (C2)

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

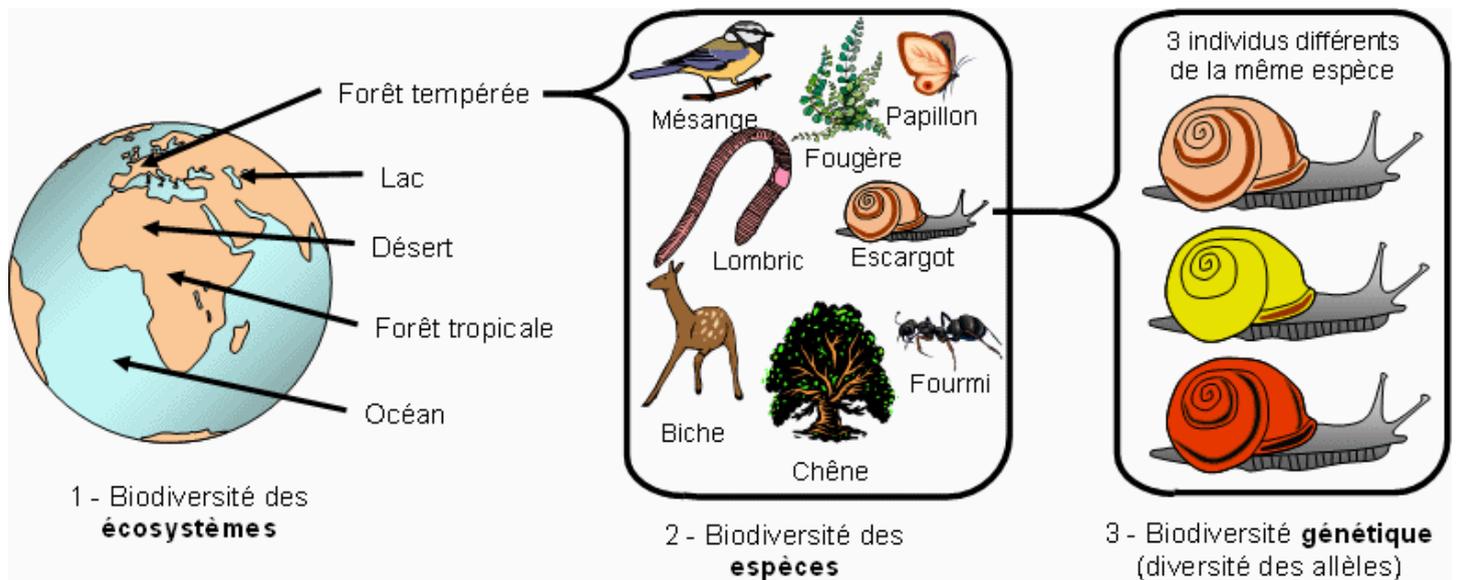
Tableau de comparaison de différents écosystèmes

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).

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.

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

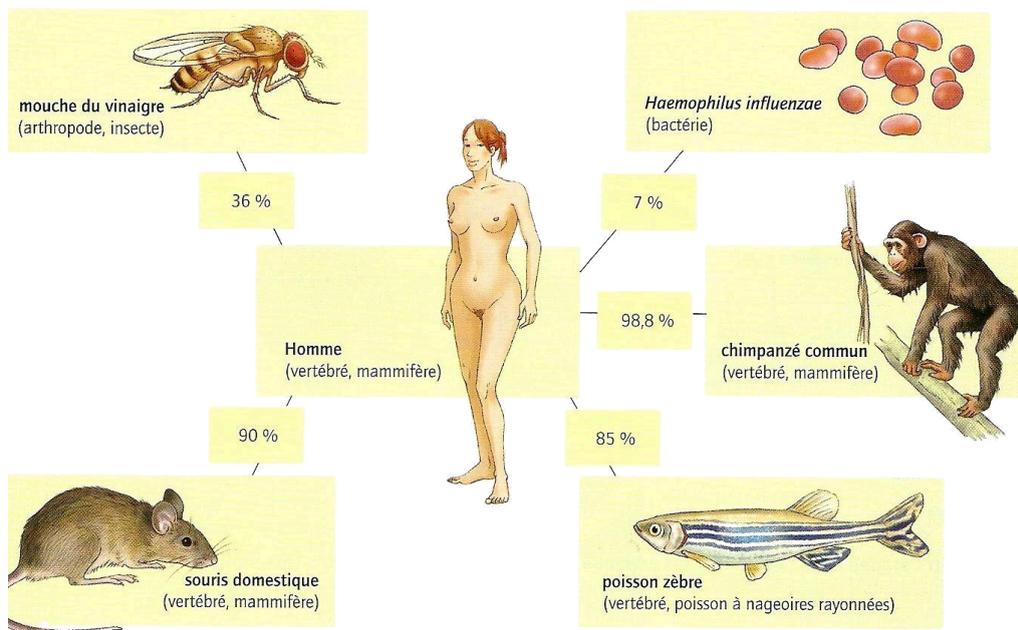
7 – À partir de l'étude du niveau 2 de la GGE, **compléter** le tableau ci-dessous : (C4)

Activités humaines	Description	Impacts sur l'évolution de la biodiversité	Moyens de protéger la biodiversité
Chasse, pêche, cueillette	Activités permettant de se nourrir et d'avoir des matériaux pour fabriquer des objets.	Diminution du nombre d'individus voire disparition d'espèces avec le braconnage ou la surpêche (ex : rhinocéros, harengs).	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).
Transformation des paysages	Transformation d'une forêt au d'un autre milieu en champ ou en ville avec des infrastructures.	Modification voire destruction des habitats d'espèces, changement des zones de nourriture ou de reproduction. Perturbations des relations entre les espèces.	
Pollution	Rejets de déchets (de façon abondante), fabrication de produits ou substances (gaz industriels, insecticides).	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).	

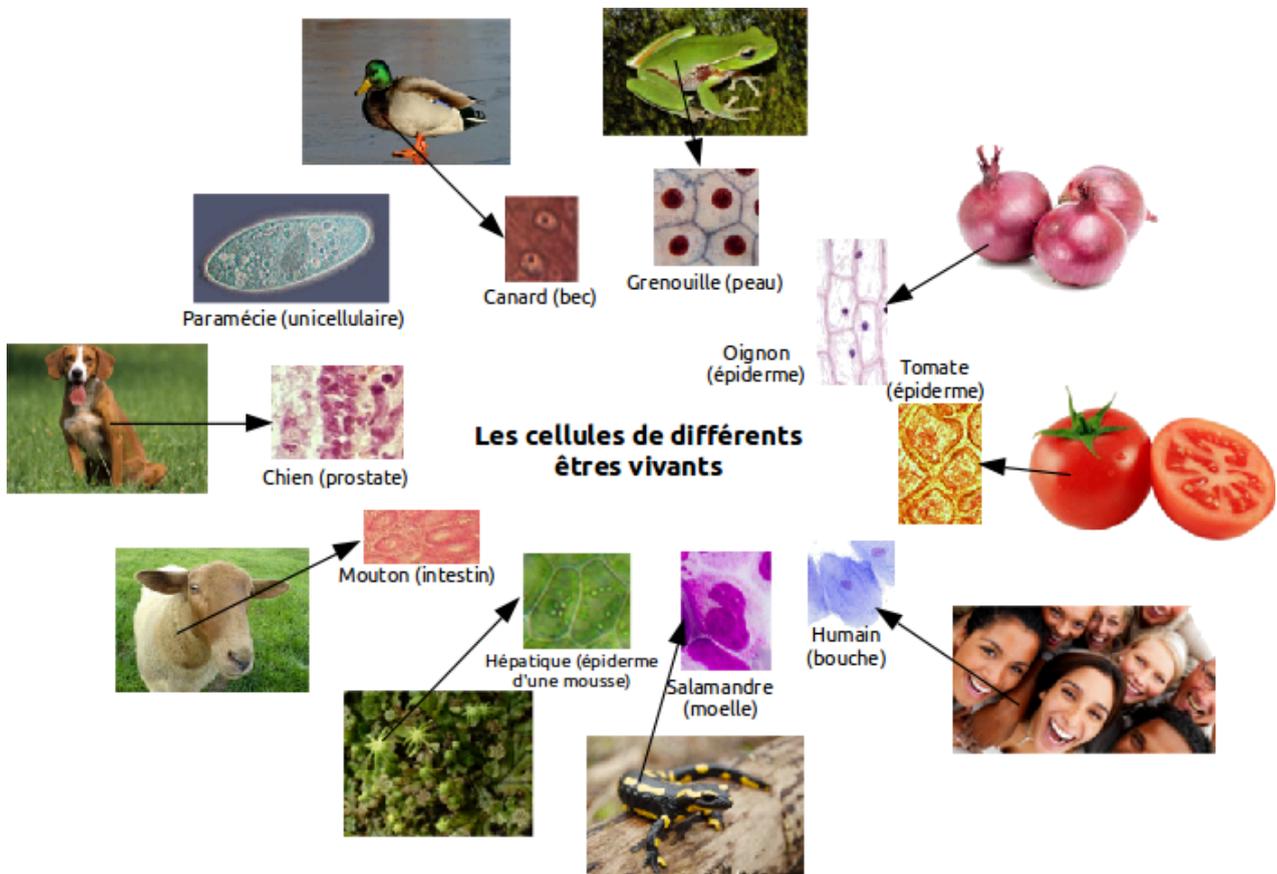
Tableau de comparaison des activités humaines et leurs influences

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

8 – 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



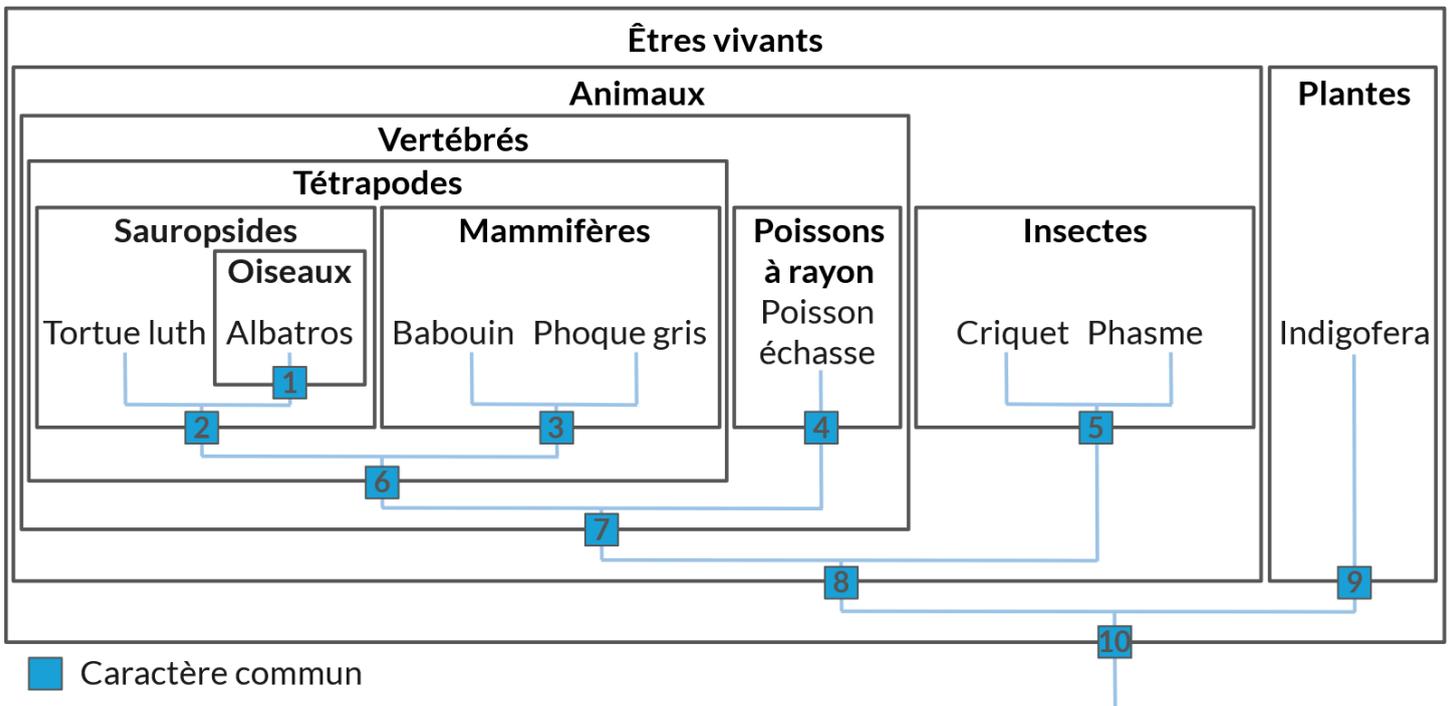
Document 4 : Comparaison de l'information génétique portée par l'ADN de l'espèce humaine avec celle d'autres espèces (le chiffre indique le pourcentage d'information génétique en commun)



Document 5 : Comparaison des cellules de divers êtres vivants

9 – À partir des niveaux 0 et 1 de la GGE, **compléter** le tableau (matrice) de caractères n°1 sur la page d'après (**mettre** une croix lorsque l'être vivant possède le caractère). **(C2)**

10 – À partir de la matrice et du document 6, **compléter** les groupes emboîtés avec les espèces du tableau et **légénder** les caractères ci-dessous. **(C3)**



Groupes emboîtés et arbre phylogénétique

- Légendes :**
- | | | |
|-----------------------|---------------|-------------------|
| 1 : Plumes | 5 : 6 pattes | 9 : Feuilles |
| 2 : Écailles soudées | 6 : 4 membres | 10 : ADN/Cellules |
| 3 : Poils | 7 : Mâchoire | |
| 4 : Nageoires à rayon | 8 : Tête | |

	Poisson échasse	Tortue luth	Phoque gris	Albatros	Babouin	Criquet	Phasme	Indigofera
ADN/cellules	X	X	X	X	X	X	X	X
Feuilles								X
Tête	X	X	X	X	X	X	X	
Mâchoire	X	X	X	X	X			
4 membres		X	X	X	X			
Écailles soudées		X		X				
6 pattes						X	X	
Nageoires à rayon	X							
Poils			X		X			
Plumes				X				

Matrice de caractères n°1

Document 6 : Arbre phylogénétique

À partir des groupes emboîtés qui montrent les caractères communs entre les espèces, on peut réaliser un arbre phylogénétique. Il représente les liens de parenté (ou relations de parenté) entre les êtres vivants. Ainsi il montre qui est proche de qui, et non pas qui descend de qui.

Il est fondé sur l'analyse de nombreux caractères chez les espèces qu'il présente, qu'on place sur les branches et chaque branche montre une évolution au cours du temps. Donc ces caractères représentent des innovations (ou transformations) évolutives. En général, ses branches sont agencées de manière à supposer le minimum de transformations de caractères le long des branches.

En nous montrant les liens de parenté, l'arbre phylogénétique nous permet de nous rendre compte que les caractères chez un groupe d'êtres vivants sont hérités d'un ancêtre commun (hypothétique, c'est-à-dire qu'on ne pourra jamais connaître) qui a légué ses caractères (ou innovations évolutives) à ses descendants et donc aux espèces actuelles.

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 :

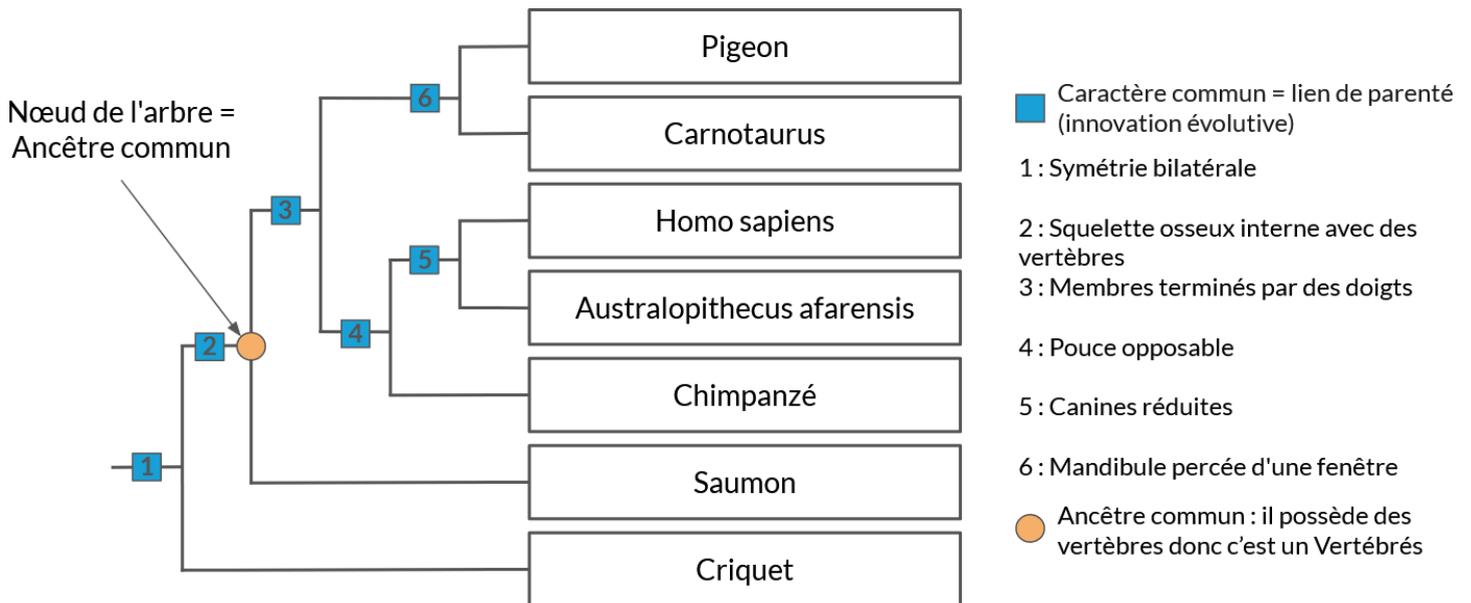
- La symétrie bilatérale signifie qu'il y a deux côtés (droite/gauche).
- La mandibule percée d'une fenêtre : il s'agit de l'os de la mâchoire inférieure avec un trou sur les bords droit et gauche (à ne pas confondre avec l'orbite). Il faudra bien l'observer en se mettant sur les côtés.

	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	

Matrice de caractères n°2

* Espèces fossiles

12 – À partir de la matrice, **compléter** l'arbre phylogénétique ci-dessous avec les espèces du tableau et **légender** les caractères ci-dessous : (C3 et 5)



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.

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

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.

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

15 – **Compléter** les bilans 1, 2, 3 et 4 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

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*).

Annexe 1 : Niveaux 0, 1 et 2 de la Grande Galerie de l'Évolution

LE PARCOURS DE VISITE

NIVEAU 3 L'ÉVOLUTION DE LA VIE

- Espace historique
- Sur les traces du vivant
- Se reproduire et transmettre
- L'évolution, du nouveau ?
- Transmettre et sélectionner
- Reconstruire l'histoire
- Cabinet de réalité virtuelle

NIVEAU 2 L'HOMME, FACTEUR D'ÉVOLUTION

Introduction

- Chasse, pêche, cueillette
- Tout se complique
- Domestication
- La planète aujourd'hui
- Transferts
- Salle des espèces menacées et disparues
- Transformation des paysages
- Pollutions
- Revivre, les animaux disparus en réalité augmentée

NIVEAU 1 DIVERSITÉ DU VIVANT - MILIEUX TERRESTRES

- Arctique / Antarctique
- Forêts tropicales d'Amérique
- Savane africaine
- La classification des espèces
- Désert saharien
- Collections : de la nature au musée

NIVEAU 0 DIVERSITÉ DU VIVANT - MILIEUX MARINS

- Plaines abyssales
- Récifs coralliens
- Sources hydrothermales
- Littoral
- Milieux pélagiques
- Arctique / Antarctique

NIVEAU -1 EXPOSITION TEMPORAIRE

CONSIGNES DE VISITE



Les animaux exposés sont fragiles, merci de ne pas les toucher.
Les prises de vues photographiques sans flash et sans pied sont autorisées.

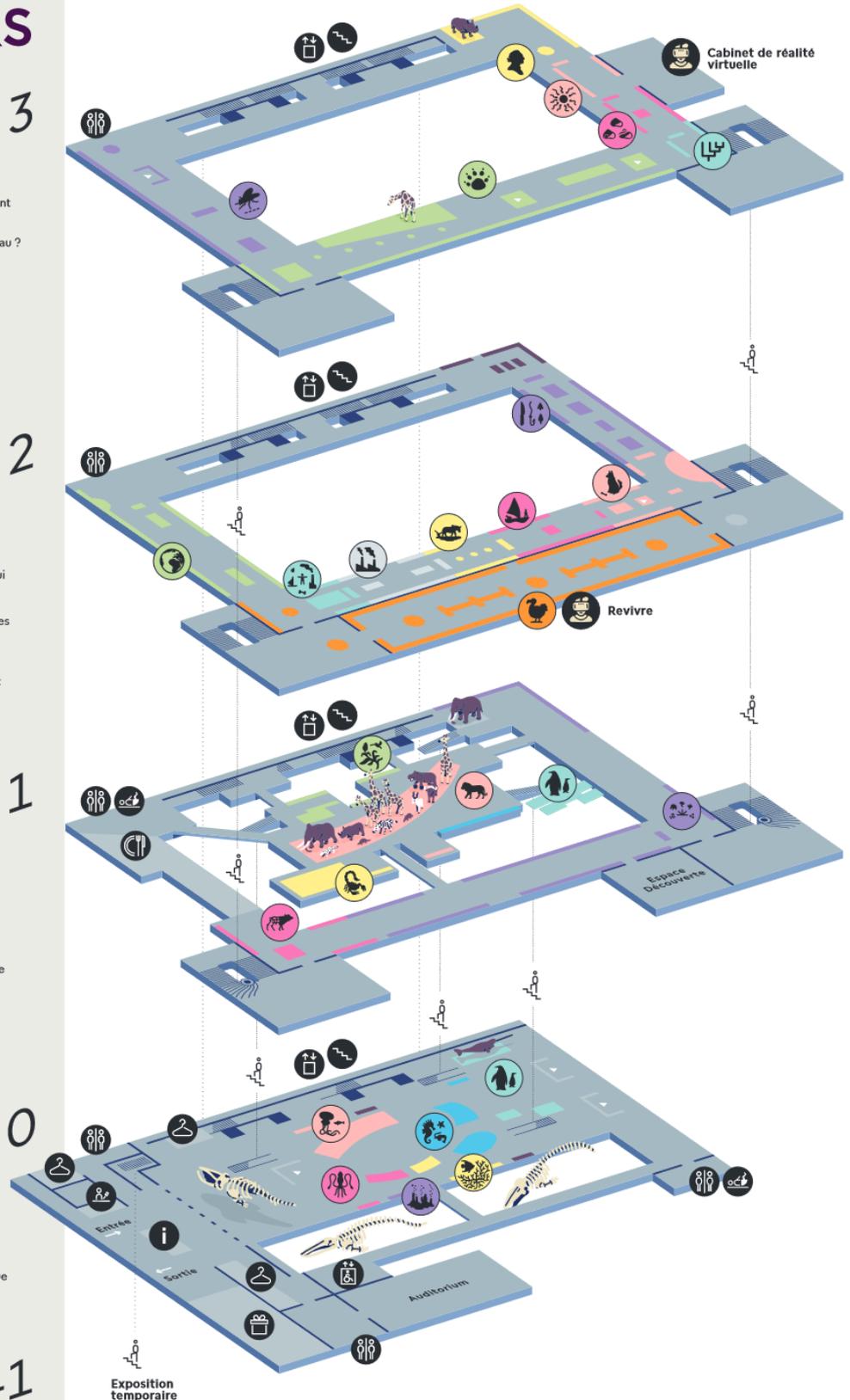
3

2

1

0

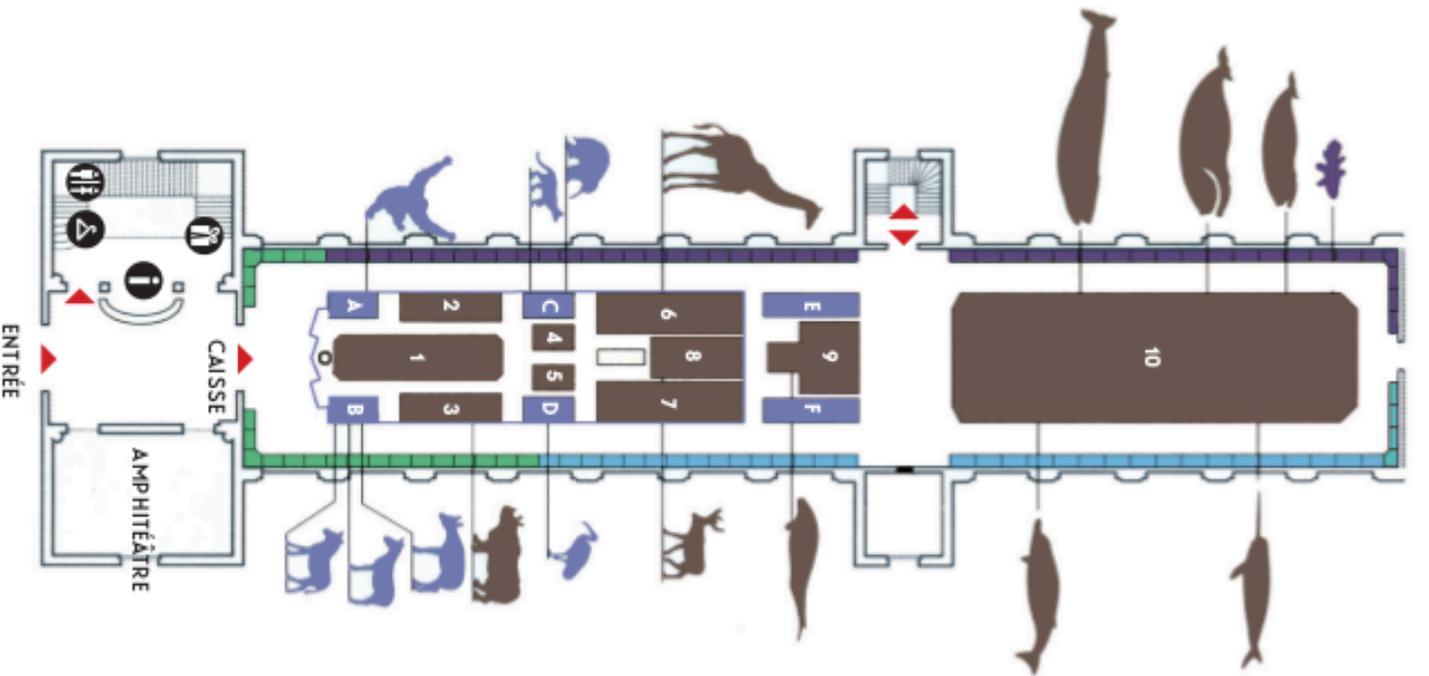
-1



SERVICES

- Accueil / information
- Billetterie
- Vestiaires
- Cafétéria
- Boutique
- Toilettes
- Table à langer
- Ascenseurs panoramiques
- Ascenseur exposition temporaire

Annexe 2 : Rez-de-chaussée (Galerie d'Anatomie Comparée)



VITRINES LATÉRALES

- Vitrines consacrées à "l'alphabet du squelette" et à la locomotion : elles donnent les clés de lecture de la galerie.
- Anatomie comparée des organes liés aux grandes fonctions de l'organisme (respiration, circulation...).
- Foetus et anomalies du développement.
- Squelettes exposés en ordre linéaire, des poissons à l'Homme, montrant les similitudes entre groupes.

TROUPEAU CENTRAL

Les nombreux squelettes réunis dans le troupeau et les vitrines centrales constituent des illustrations de la diversité des adaptations aux conditions du milieu.

- 1 - panthère - lion - jaguar - loup
hyène - ours - otarie - morse...
- 2 - rhinocéros - tapir
- 3 - rhinocéros - cheval - hémiomne
- 4/5 - hippopotame
- 6 - girafe - dromadaire - chameau
buffle - antilope - yack
- 7 - girafe - taureau - buffle - bison - élan
- 8 - mouflon - renne - antilope - cerf
- 9 - éléphant - lamantin - dugong - rhytine
baleine - cachalot - orque
- 10 - marsouin - béluga - dauphin..

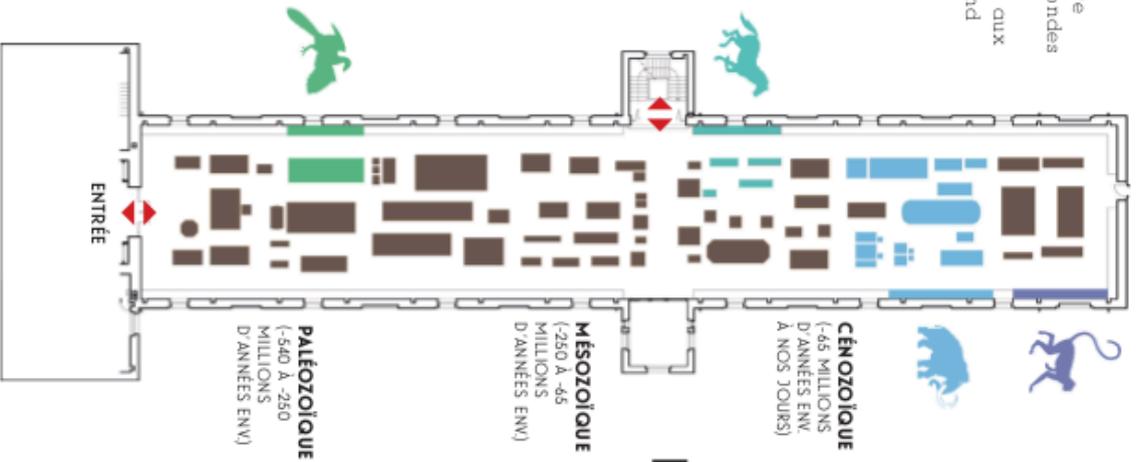
VITRINES CENTRALES

- A - Primates
- B - Animaux rares, disparus ou menacés
- C - Marsupiaux et monotrèmes
- D - Animaux momifiés
- E - Oiseaux
- F - Crocodiliens, chéloniens et lépidosauriens

Annexe 3 : Premier étage et balcon (Galerie de Paléontologie)

VERTÉBRÉS FOSSILES

Les squelettes du troupeau central donnent une image saisissante des mondes anciens à l'entrée, aux plus récents au fond de la galerie.



DES ÎLOTS THÉMATIQUES À DÉCOUVRIR

- De l'origine des primates à l'émergence de l'Homme
- *Adapis*, un innovateur malchanceux
- *Proconsul* une découverte-clé
- *Lucy*, une Australopithecus célèbre
- *Proboscidiens, origine et évolution des éléphants*
- *Archaeobelodon*, mastodonte à quatre défenses
- *Mammuthus meridionalis*, le plus grand des Proboscidiens
- *Mammuthus primigenius*, des glaces de Sibérie
- *Évolution des équidés, le cheval et ses cousins*
- *Hipparion*, 10 millions d'années, trois doigts
- *Hémione*, 50 000 ans, un seul doigt!
- *Des dinosaures aux oiseaux*
- *Allosaurus*, grand dinosaure carnivore
- *Compsognathus*, petit dinosaure carnivore
- *Archaeopteryx*, premier oiseau, 150 millions d'années
- *Dodo*, oiseau disparu au 17^e siècle

FOSSILES REMARQUABLES

- PALÉOZOÏQUE** (- 540 à - 250 millions d'années env.)
 - *Dunkleosteus*, gigantesque poisson cuirassé
 - *Eryops*, un des premiers amphibiens
 - *Pareiasaurus*, grand reptile primitif
 - *Lystrosaurus*, reptile précurseur des mammifères
- MÉSOZOÏQUE** (- 250 à - 65 millions d'années env.)
 - *Ichtyosaure*, reptile marin en forme de requin
 - *Diplodocus*, dinosaure herbivore tout en longueur
 - *Plesiosaure*, grand reptile marin
 - *Iguanodon*, le célèbre dinosaure de Belgique
 - *Tyrannosaurus*, terrible dinosaure carnivore
 - *Sarcosuchus*, crocodile géant
 - *Carnotaurus*, dinosaure carnivore d'Argentine
 - *Mosasaurus*, le kaiméon lézard de Macarichti
 - *Triceratops*, dinosaure à collerette
 - *Pteranodon*, reptile volant
- CÉNOZOÏQUE** (- 65 millions d'années env. à nos jours)
 - *Megatherium*, énorme paresseux sud-américain
 - *Guthiacetus*, cétacé fossile du Pérou
 - *Glyptodon*, surprenant mammifère d'Amérique du sud
 - *Smilodon*, félin à dents de sabre
 - *Carnivores* contemporains de l'Homme des cavernes
 - *Aepyornis*, le plus grand des oiseaux
 - *Megaceros*, cerf à bois gigantesques

INVERTÉBRÉS FOSSILES ET PALÉOBOTANIQUE

La biodiversité vue à travers les très riches collections.

