

CONCEPT GENERAL: L'évolution de la terre et du monde vivant.

SOUS CONCEPT I: l'histoire de l'évolution de la terre et des êtres vivants.

Activités :

Pré-évaluation :

- Cite les continents que tu connais.
- Qu'est-ce le système solaire ?
- Quel est le principal lien de parenté entre les êtres vivants ?

Situation problème :

La terre appartient au système solaire. Elle est la seule planète qui possède une couche constituée d'eau liquide (hydrosphère) et une couche riche en dioxygène (l'atmosphère).

La présence de dioxygène rend la vie possible sur cette planète.

L'étude de la structure du globe terrestre montre qu'il est formé de couches concentriques superposées qui sont de l'intérieur vers l'extérieur :

- Le noyau riche en nickel ;
- Le manteau ;
- La croûte terrestre ;
- Sur la lithosphère, ensemble formé de la croûte et d'une partie du manteau supérieur, est constituée de plaques mobiles plus ou moins vastes.
- Les plaques se déplacent lentement les unes par rapport aux autres, soit en s'écartant soit en s'affrontant. Cette mobilité est le résultat du mouvement de convection du manteau. Les zones de rencontre des plaques correspondent soit à des zones de subduction, soit à des zones de collision, soit à des zones de coulissage.
- La paléontologie (étude des fossiles) et la stratigraphie (étude des couches de terrain) permettent de reconstituer l'histoire, le climat et la configuration ancienne d'un milieu donné.

Quelle est l'origine et l'évolution la planète terre ?

Quelle est l'origine et l'évolution des êtres vivants ?

Quelles sont les grandes crises géologiques et leur influence sur l'évolution des êtres vivants ?

Existe-t-il des liens de parentés entre les êtres vivants ?

Activité1 : l'origine de la planète terre.

Au début, il existe un milieu très chaud et dense constitué de particules physiques élémentaire.

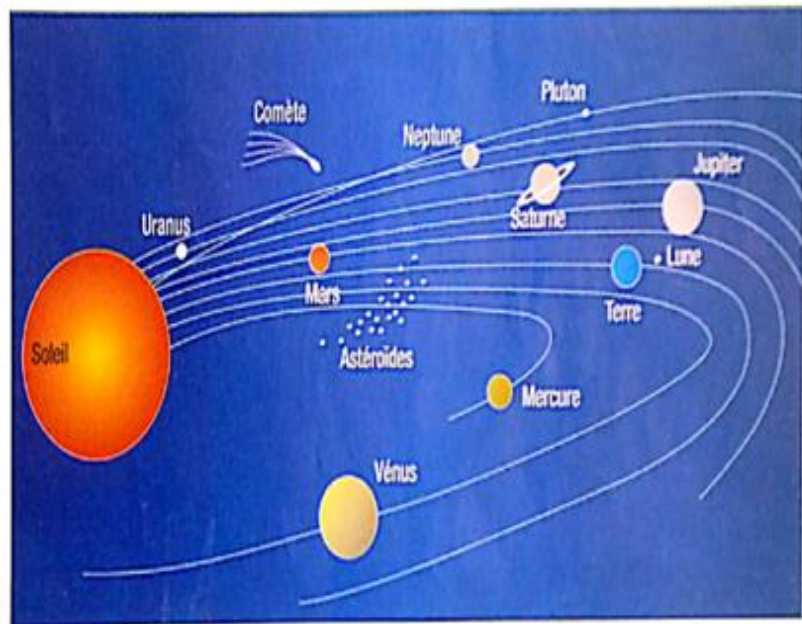
L'univers s'est formé il y'a 15milliards d'années à partir d'une explosion primordiale, « le Big Bang », qui a transformé une énergie colossale en matière. L'univers est constituée d'un grand nombre de galaxies, qui sont soit groupées en amas, soit distantes de quelques millions d'années lumières (1 année lumière= 10^{16} Km [9500 milliards de Km])

Les galaxies (à l'exemple de la voie lactée qui est notre galaxie) se sont formées à partir des matières stellaires.





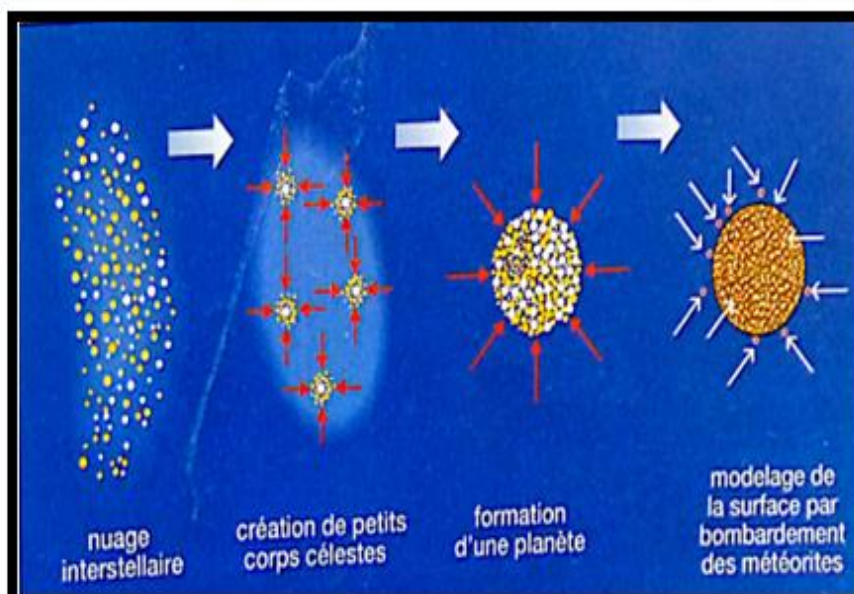
c



d

Document 1 : la Terre dans l'univers.

a. Amas de galaxies – b. Galaxie spirale – c. La planète Terre – d. Le Soleil et son système.



Document 2 : formation des planètes.

Une galaxie regroupe des milliards d'étoiles et son diamètre moyen est d'environ 10^{18} km. Sur un des bras de la voie lactée, se trouve notre étoile : le Soleil.

Le système solaire s'est formé à partir d'éléments chimiques et de poussières issus d'une grosse étoile ayant explosé, appelée *supernovae*. Dans le centre de cette étoile, la température permettait la formation d'éléments chimiques variés par fission ou fusion. L'onde occasionnée par l'explosion de l'étoile a permis la formation de grains solides par agglomération d'une partie de gaz et de poussières. L'ensemble a formé la nébuleuse solaire froide à l'origine du système solaire.

Un million d'années après l'explosion de la *supernovae*, le Soleil est déjà formé au centre de la nébuleuse, où l'abondance des atomes de dihydrogène (H_2) et la température permettent des réactions thermonucléaires.

À la périphérie de la nébuleuse, la Terre et les autres planètes se forment.

Le document 2 montre le modèle actuel sur la formation des planètes.

La Terre, troisième planète en orbite autour du Soleil, s'est formée il y a 4,6 milliards d'années. La Terre primitive était une sphère de magma, basaltique sans continents ni océans. Sa température est supérieure à $2000^\circ C$. Elle se refroidit très lentement en raison d'une forte énergie interne (volcanisme intense) et d'un important bombardement météoritique.

Consigne:

À partir des documents et des textes ci-dessus :

1. Détermine l'âge de l'univers.
2. Situe la Terre dans l'univers.
3. Quelle est la constitution de la Terre primitive ?
4. Quel est l'âge de la Terre ?
5. Cite les éléments qui interviennent dans la formation de la Terre.
6. Décris les différentes étapes de la formation de l'univers et de la Terre.

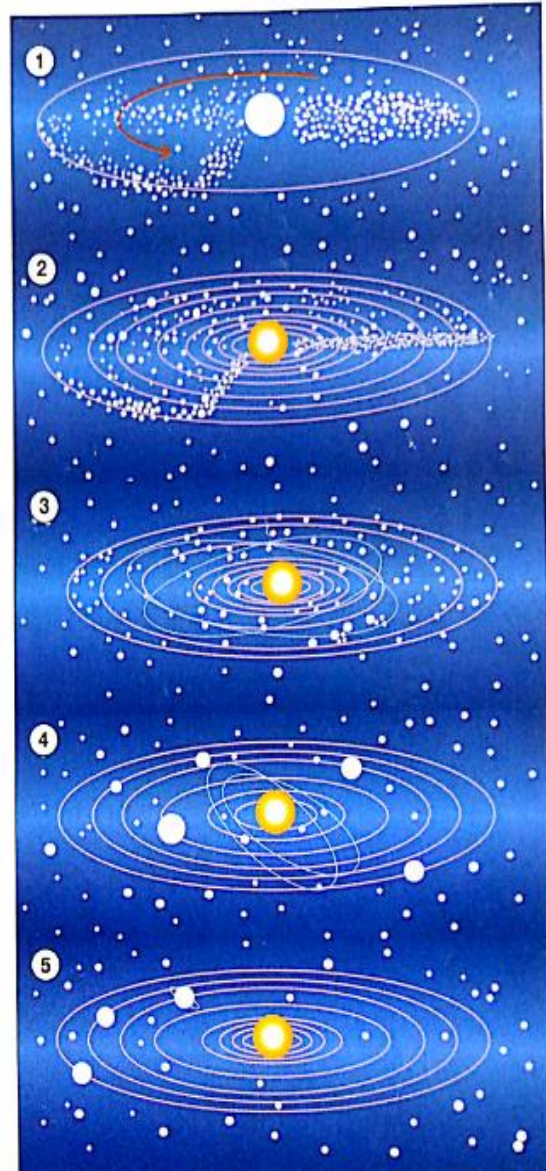
Activité 2: l'évolution de la planète Terre

La Terre a subi une évolution morphologique et chimique.

La croûte basaltique de la Terre primitive s'épaissit par des plutons granitiques d'origine plus profonde, formant les continents.

Le manteau terrestre se solidifie également. Cependant, il reste animé d'un mouvement lent de convection à l'état solide. Cette convection permet d'évacuer l'énergie thermique encore contenue dans la Terre.

Les plaques lithosphériques, épaisses, rigides, stables et presque indéformables, sont les manifestations visibles de cette convection thermique.

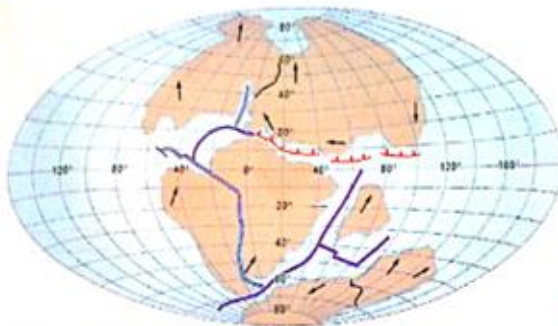


Document 3 : mise en place du système solaire.

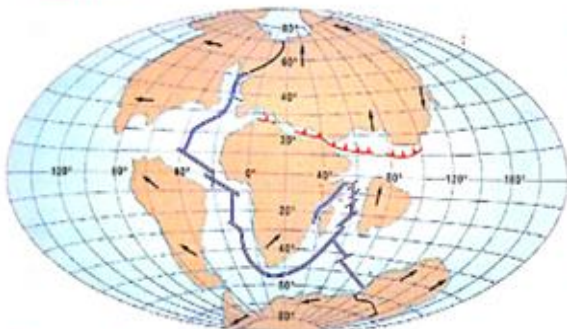
1. Système solaire à l'état de nébuleuse poussiéreuse.
2. et 3. Accrétion planétaire.
4. Bombardement météoritique de fin d'accrétion.
5. État actuel du système solaire.



Document 4 : la Terre il y a 200 millions d'années.



Document 5 : la Terre il y a 130 millions d'années.



Document 6 : la Terre il y a 60 millions d'années.



Document 7 : la Terre aujourd'hui.

L'atmosphère terrestre primitive se forme par dégazage du magma mantellique au cours de la différenciation du manteau et du noyau (100 premiers millions d'années de l'existence de la Terre). Elle est constituée de vapeur d'eau (H_2O), de dioxyde de carbone (CO_2), d'un peu d'azote (N_2) et de traces de monoxyde de carbone (CO), de méthane (CH_4) et d'ammoniac (NH_3). Elle ne contient pas de dioxygène. Par condensation de la vapeur d'eau de l'atmosphère primitive, il y a un grand déluge d'eau liquide et les océans primitifs se forment.

Les informations sur l'évolution morphologique de la Terre nous sont fournies par l'étude des continents et des fonds océaniques. En raison de la tectonique des plaques l'âge des fonds océaniques ne dépasse pas 200 millions d'années.

L'énergie libérée lors de la collision de corps très hétérogènes durant l'accrétion, a entraîné la fonte partielle des matériaux. Les éléments lourds ont été entraînés vers le centre de la Terre, les éléments légers à la périphérie, tandis que les éléments gazeux se sont échappés au cours des phénomènes volcaniques très intenses, pour former l'atmosphère initiale retenue autour de la Terre par la force d'attraction.

Consigne:

À partir des documents 4 à 7 et des textes ci-dessus :

1. Explique ce qui caractérise l'évolution morphologique de la planète Terre pendant la période allant de -200 à -60 millions d'années.
2. Explique ce qui caractérise l'évolution chimique de la planète Terre.
3. Démontre à l'aide d'arguments tirés des documents, que l'ouverture de l'océan Atlantique n'a pas eu lieu partout en même temps.
4. Relève les arguments pouvant expliquer la formation des premiers océans.
5. Décrit les étapes de la formation de l'atmosphère.
6. Explique ce qui est à l'origine du noyau de la Terre.

Activité :3 l'origine et l'évolution de la vie sur la planète Terre .

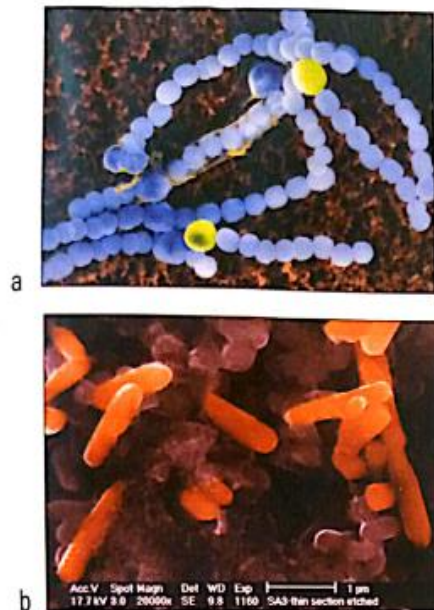
A. L'origine de la vie

Les conditions sur Terre il y a 3,8 milliards d'années sont différentes de celles que nous connaissons aujourd'hui :

- l'eau de mer a une température de $80^{\circ}C$;
- il n'y a pas de dioxygène ;
- les gaz sont émis par les éruptions volcaniques (H_2O , CO_2 , CH_4 , etc.).

- le rayonnement ultraviolet est intense. C'est dans ces conditions que se forment dans l'eau de mer les premières molécules organiques à partir des molécules minérales. Par un processus mal connu, les premiers êtres vivants, les bactéries (des organismes très simples), apparaissent à partir des premières molécules organiques.

Cette proposition scientifique s'appuie d'une part sur des résultats d'expériences menées en laboratoire par des chercheurs tels que l'américain Stanley Miller qui, dans un ballon réunissant toutes les conditions de la Terre primitive énumérées plus haut, a obtenu des molécules organiques diverses : acides aminés, nucléotides, sucres et acides gras. D'autre part, on sait qu'au fond des océans actuels, dans les zones de rifts océaniques, vivent des bactéries anaérobies à une température supérieure à $80^{\circ}C$. Enfin, les plus anciens fossiles connus sont âgés de 3,5 milliards d'années : ce sont des bactéries. Plus tard apparaîtront des algues microscopiques, cellules dépourvues d'un véritable noyau.



Document 8 : les premiers êtres vivants.

(couleurs artificielles)

- a. Bactéries fossiles observées au microscope, dans des roches datées à 3,6 milliards d'années. Les bactéries fossiles présentent un alignement de cellules. La taille d'une cellule est d'environ 2 micromètres.
- b. Bactéries actuelles.

Des expériences ont montré qu'en reproduisant approximativement les conditions régnant dans l'hydrosphère et l'atmosphère primitives, il se forme des molécules organiques que l'on retrouve chez les êtres vivants appelées *molécules prébiotiques* (acides aminés, nucléotide, glucose, ATP, etc.). Certaines de ces molécules ont également été retrouvées dans les météorites.

Consigne:

À partir du document 8 et du texte ci-dessus :

1. Relève les étapes nécessaires à la formation de la vie.
2. Quels sont les premiers êtres vivants apparus sur Terre ?
3. Relève dans le texte un argument qui permet de confirmer la réponse précédente.

B. L'évolution de la vie sur la planète Terre

– Au précambrien

Parmi les bactéries et les algues microscopiques apparues très tôt dans les eaux terrestres, on distingue des algues bleues. Elles vont jouer un rôle majeur dans l'évolution de la vie sur Terre. En effet, ces algues sont capables de photosynthèse : grâce à l'énergie lumineuse, elles synthétisent leurs propres matières organiques à partir des matières minérales qu'elles puisent dans l'environnement. Par ce phénomène, elles dégagent du dioxygène. Peu à peu, ce gaz va enrichir l'atmosphère terrestre : il contribue à la formation de la couche d'ozone, et permet ainsi de protéger

la surface du globe contre les rayons ultraviolets destructeurs. D'autres formes de vie pourront alors apparaître et se développer.

Les premiers organismes unicellulaires à vrai noyau (les eucaryotes) sont apparus entre – 1,8 et – 1,2 milliards d'années. Ils respirent. Les premiers eucaryotes capables de fusionner et de se diviser, c'est-à-dire capables de se reproduire sexuellement, se manifesteront vers – 850 millions d'années. Tandis que les premiers fossiles de métazoaires (animaux et végétaux) sont présents dans les roches d'environ – 700 millions d'années.

Le précambrien, – 4,6 milliards à – 500 millions d'années, se caractérise par la rareté des fossiles. La vie qui s'y développe est aquatique.

– Après le précambrien

La période postprécambrienne se caractérise par une plus grande profusion de fossiles.

a. L'ère primaire ou paléozoïque (époque ancienne) de – 550 à – 245 millions d'années, se caractérise dans l'ordre chronologique par :

- l'apparition et le développement des animaux à squelette externe (mollusques, échinodermes, arthropodes), il y a 550 millions d'années. Les trilobites sont les arthropodes ;
- l'apparition des premiers vertébrés (poissons) vers – 500 millions d'années, des premiers amphibiens, vers – 400 millions d'années, et des premiers reptiles, vers – 310 millions d'années.

Pendant cette ère, des formes vivantes sortent du milieu marin et colonisent le milieu terrestre (plantes et quelques vertébrés).

La conquête du milieu terrestre chez les plantes se traduit par le développement progressif des vaisseaux conducteurs de sève, des racines aux parties aériennes, afin d'alimenter toute la plante en eau. Chez les animaux, elle se traduit par l'acquisition d'un appareil respiratoire pulmonaire et de membres permettant le déplacement hors de l'eau.

b. L'ère secondaire ou mésozoïque (époque de la vie moyenne) se situe de – 245 à – 65 millions d'années. Elle se caractérise par la présence des reptiles dans tous les milieux (exemple des dinosaures) et des ammonites dans les mers. À cette période, apparaissent les mammifères (– 210 millions d'années), les oiseaux (– 150 millions d'années) et les angiospermes (– 120 millions d'années).

Dans l'histoire de la Terre, une coupure est un repère marqué par une crise biologique. Une crise biologique se caractérise par l'apparition ou la disparition d'espèces animales ou végétales. Suivant leur importance, les coupures établissent des séparations entre les ères géologiques.

L'ère secondaire s'achève avec la disparition brutale des ammonites, des grands reptiles (dinosaures) et d'autres groupes et espèces d'êtres vivants, soit près de 60 % d'espèces terrestres et marines.

c. L'ère tertiaire, de – 65 millions à – 1,8 millions d'années. Elle se caractérise par le développement

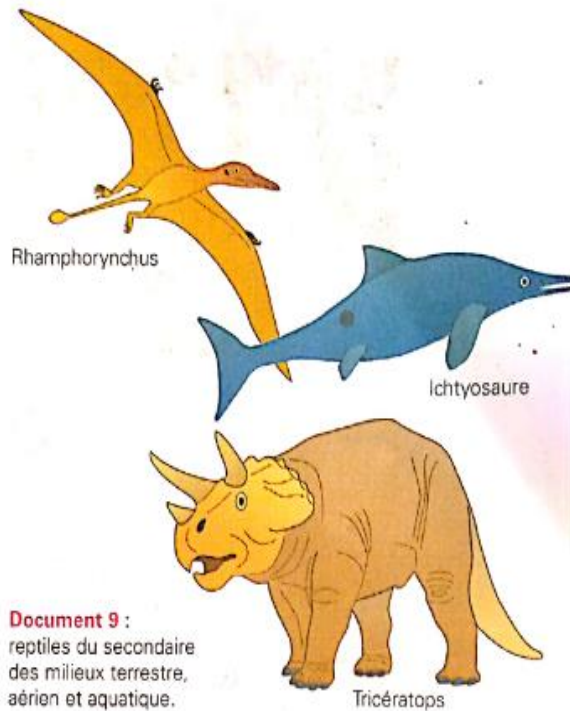
remarqué de mammifères dans tous les milieux (terrestre, aérien et aquatique). Les premiers primates apparaissent il y a 60 millions d'années.

d. L'ère quaternaire, de - 1,8 millions d'années à nos jours. Elle est caractérisée par la présence de l'homme.

Consigne:

Analyse le document 9 et le texte y afférent :

1. Relève un argument permettant d'affirmer que tous les êtres vivants ont une origine commune.
2. Nomme la période qui marque le passage des cellules procaryotes aux cellules eucaryotes.
3. Quels sont les êtres vivants qui ont permis l'augmentation de l'atmosphère en dioxygène ?
4. Nomme le phénomène par lequel cette augmentation a été possible.
5. À quel moment apparaît l'homme sur Terre ?
6. Sur un axe de temps allant de - 3,5 millions d'années à nos jours, indique les périodes d'apparition des bactéries, des cellules à noyau, des êtres vivants pluricellulaires, des vertébrés, des plantes, des oiseaux et des primates.



Document 9 :
reptiles du secondaire
des milieux terrestre,
aérien et aquatique.

Activité 4: les différentes périodes de crise géologiques et leur influence sur l'évolution des êtres vivants.



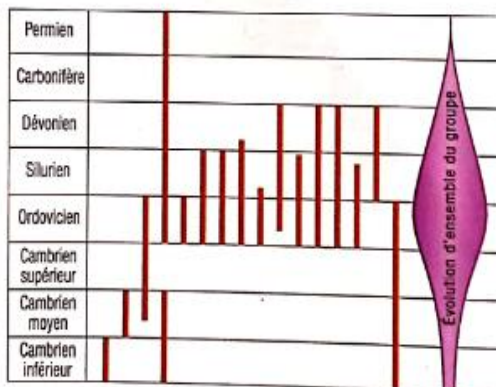
Document 10 : expansion et disparition des trilobites.

Depuis longtemps, on a constaté qu'à certains moments de l'histoire de la Terre, les faunes et les flores sont constamment renouvelées. Des groupes disparaissent complètement et sont remplacés par d'autres plus nombreux.

Les trilobites sont des animaux marins ressemblant aux crustacés, connus uniquement à l'état fossile. Certains nageaient, d'autres rampaient sur le fond et s'enfouissaient dans les sédiments.

Les dinosaures quant à eux constituent un ensemble de plusieurs groupes fossiles avec les ptérosaures (ou reptiles volants). Ils constituent l'essentiel des grands reptiles continentaux de l'ère secondaire.

Ils comptent les plus grands carnivores et les plus grands herbivores connus. Apparus au Trias, les dinosaures



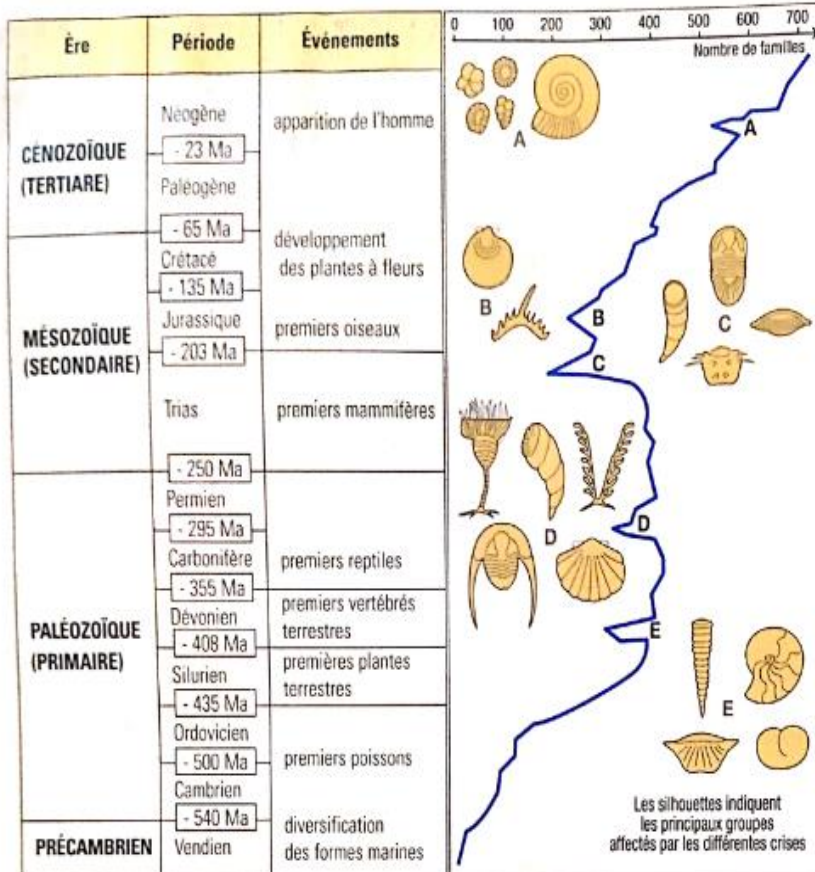
Document 11 : un dinosaure.

atteignent leur expansion maximale du jurassique au crétacé, mais disparaissent en totalité à la fin du crétacé.

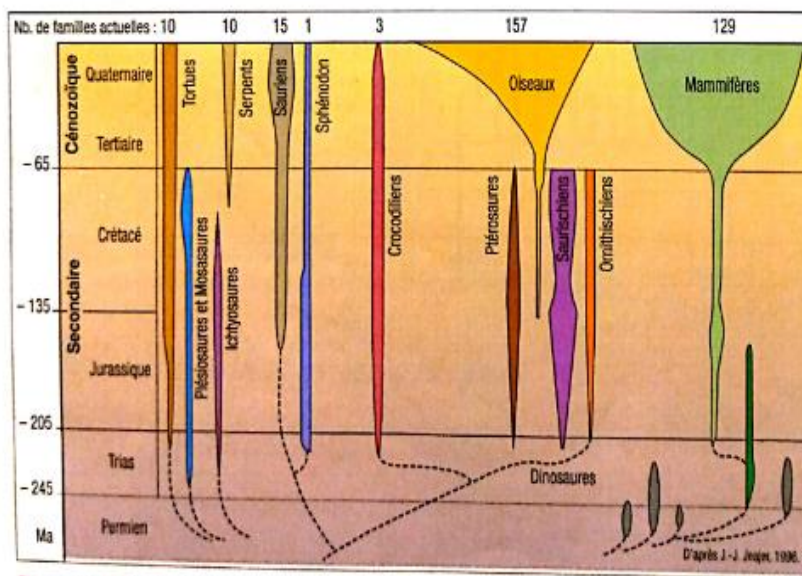
Consigne:

Analyse les documents 10 à 12 et les textes y afférents :

1. Relève les ressemblances et les différences entre les exemples présentés par les documents 10 et 11.
2. Quelle est la durée de vie moyenne des trilobites ?
3. Explique pourquoi ces êtres vivants ont été appelés trilobites.
4. À partir de la courbe du document 12, explique l'évolution globale du nombre de familles d'animaux entre le précambrien et le tertiaire.



Document 12 : divisions des temps géologiques et variations du nombre de familles d'animaux.



Document 13 : évolution des familles de reptiles du primaire et du secondaire.

Consigne:

Le document 13 montre que certaines familles d'êtres vivants sont plus touchées que d'autres (la limite crétacé-tertiaire).
Quelles sont les familles les plus touchées ? Justifie ta réponse.

Activité 3:

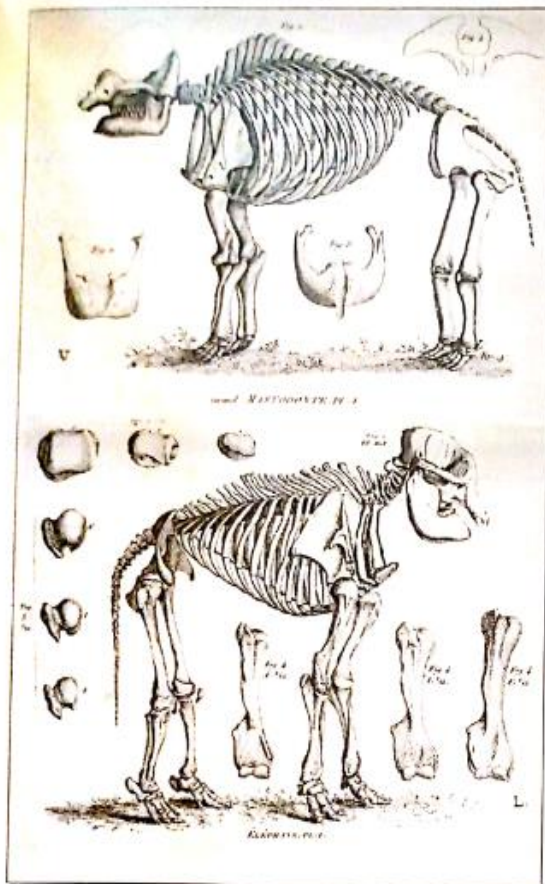
les relations de parenté entre les êtres vivants'.

Il existe une très grande diversité d'êtres vivants (environ 10 millions d'espèces). Cependant, on note des ressemblances entre des êtres vivants à différents niveaux :

- moléculaire, avec la présence universelle d'ADN;
- cellulaire ;
- plans d'organisation.

Des faits marquants tels que les données paléontologiques, la comparaison des caractères homologues, la comparaison d'embryons (données ontogénétiques) permettent de confirmer l'existence d'un lien de parenté entre les être vivants.

À l'époque de Georges Cuvier, les recherches menées ne trouvent aucun lien entre les espèces anciennes et actuelles car les fossiles trouvés dans les strates anciennes présentent des caractéristiques différentes de celles des espèces actuelles. Cuvier pense que soit les espèces actuelles existaient aussi à la même époque mais sur un autre continent, soit les espèces anciennes se sont éteintes. Lamarck réalise des travaux semblables au musée d'Histoire naturelle de Paris. Pour lui, les espèces actuelles ne sont apparues que « récemment ». C'est ce qui explique l'absence de leurs fossiles. Les espèces fossiles qui leur ressemblent seraient apparentées à leurs ancêtres.



Document 14 : comparaison anatomique entre un squelette fossile de mastodonte et un squelette actuel d'éléphant (planches originales de Cuvier).

Consigne:

Analyse le texte et le document 14 ci-dessus :

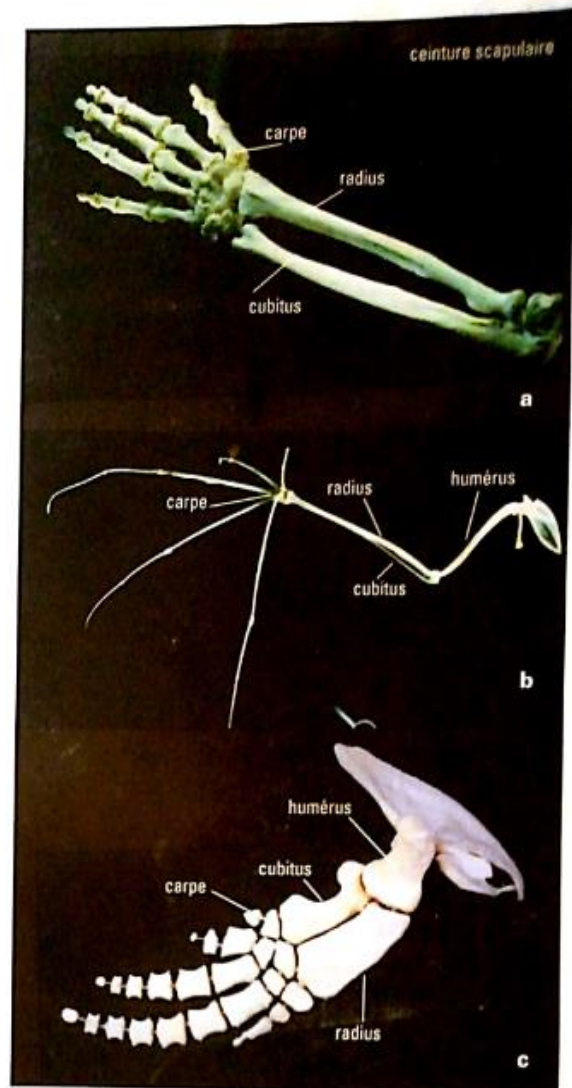
1. Relève quelques points de ressemblance anatomique entre l'éléphant et le mastodonte.
2. Relève également quelques points de différence.
3. Peut-on classer l'éléphant et le mastodonte dans la même espèce ? Justifie ta réponse.

Le document 15 présente l'anatomie de trois membres antérieurs d'homme, de chauve-souris et de dauphin.

Ces membres présentent des ressemblances mais aussi des différences.

En 1843, Richard Owen a proposé une définition de l'homologie : sont homologues des structures qui, prises chez des organismes différents, entretiennent avec les structures voisines les mêmes connexions, et ceci quelles que soient leur forme et leur fonction.

Le squelette du membre antérieur du dauphin, de la chauve-souris et de l'homme ne sont pas identiques, ne fonctionnent pas de la même manière, mais il est pourtant possible de détecter un plan d'organisation commun des différentes pièces qui les constituent. Malgré leur forme et leur taille très



Document 15 : comparaison anatomique de trois membres antérieurs d'homme, de chauve-souris et de dauphin.

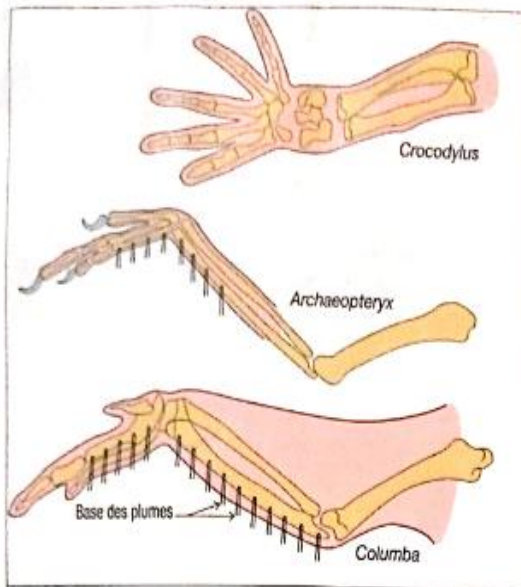
- a. Squelette de membre antérieur d'homme.
- b. Squelette de membre antérieur de chauve-souris.
- c. Squelette de membre antérieur de dauphin.

différentes, le radius du dauphin et celui de la chauve-souris sont homologues : ils sont tous deux connectés à l'humérus, lui-même connecté à la ceinture scapulaire : ils sont également connectés au cubitus, puis à des pièces carpiennes. Pour les mêmes raisons, le radius de l'homme est également homologue à celui du dauphin et de la chauve-souris.

Consignes:

À partir du document 15 et du texte y afférent :

1. Relève les structures homologues du membre antérieur d'homme, de chauve-souris et de dauphin (trace un tableau).
2. Relève les ressemblances entre les trois membres.
3. Ces squelettes présentent-ils la même organisation ?



Document 16 : comparaison anatomique entre le membre antérieur de *Crocodylus* (crocodile), *Archaeopteryx* (oiseau fossile) et *Columba* (pigeon).

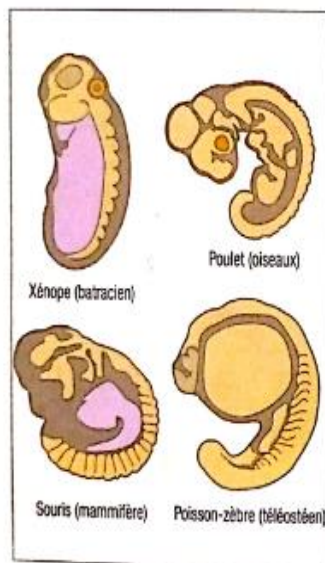
Les schémas du document 16 présentent d'importantes variations morphologiques. Le membre antérieur d'un vertébré tétrapode présente trois parties. Ce caractère est présent chez les trois organismes. Chez *Archaeopteryx* et *Columba*, il n'y a que trois doigts au lieu de cinq chez le crocodile ; ils possèdent aussi des plumes contrairement au crocodile qui a des écailles.

Ces particularités permettent de qualifier « d'aile » le membre d'*Archaeopteryx* et de « membre » celui du crocodile. On les qualifie d'états dérivés du caractère « membre des tétrapodes ».

Consigne:

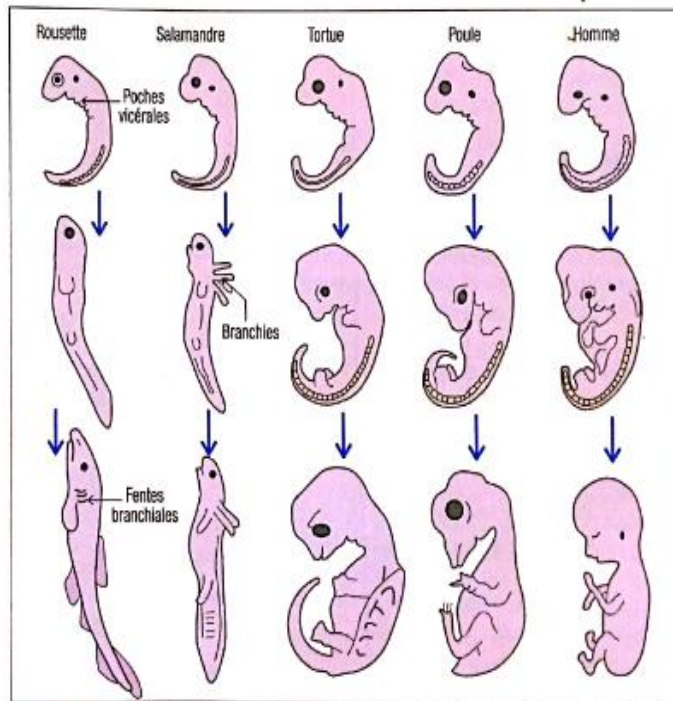
Analyse le texte ci-dessus et le document 16 :

1. Relève les différences entre les trois schémas.
2. Relève les ressemblances.
3. Compare les embryons de poulet et de souris à ceux du document 17.
4. Compare les liens de parenté entre les trois organismes.



Document 17 : embryons de quatre vertébrés.

Le document 17 présente quatre embryons de vertébrés au stade gastrula, tandis que le document 18 présente trois stades de l'évolution d'embryons de cinq vertébrés. En plus de cette organisation, certains embryons (exemple : poulet et souris) possèdent l'amnios creusé d'une cavité remplie du liquide amniotique.



Document 18 : évolution de cinq embryons de vertébrés.

Consigne:

À l'aide de tes connaissances et du texte ci-contre :

1. Explique le rôle du liquide amniotique.
2. Quel nom donne-t-on aux animaux pourvus d'un amnios ?
3. Recherche l'ordre dans lequel se met en place les systèmes (nerveux, digestif, circulatoire...) chez les vertébrés présentés dans le document 18.
4. Que peut-on en déduire ?

Activité6: l' arbre phylogénétique :

A. Les étapes de la construction de l'arbre phylogénétique

La construction d'un arbre phylogénétique a pour but de reconstituer les relations de parentés entre les êtres vivants et non de reconstituer la généalogie. On cherche « qui est plus proche de qui » et non « qui descend de qui ».

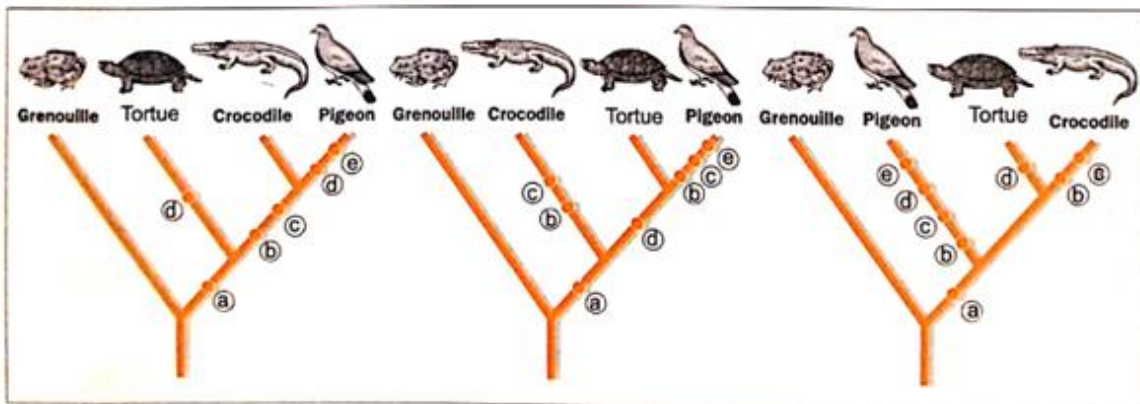
Le principe de sa construction est fondé sur l'étude d'un échantillon d'êtres vivants actuels et fossiles. Sur cet échantillon :

- On détermine des caractères homologues comparables.
- On polarise les états du caractère (état ancestral ou état dérivé). Ces différentes observations sont codées à l'aide de chiffres et reportées dans un tableau, cela donne une matrice des caractères. Par convention, l'état ancestral est noté « 0 » et l'état dérivé est noté « 1 ». Attention le zéro ne signifie pas l'absence de caractères mais simplement l'état ancestral. L'utilisation d'une matrice permet un traitement informatique.
- On regroupe les êtres vivants qui partagent le même état dérivé d'un caractère. Seuls les états dérivés des caractères homologues sont utilisés pour établir des parentés.

L'hypothèse de l'homologie est testée lors de la construction de l'arbre. L'arbre le plus parcimonieux, c'est-à-dire qui demande le moins d'innovation génétique est l'arbre retenu. À ce moment-là, on peut alors observer que certains caractères ne sont pas homologues mais *analogues*.

	Grenouille	Tortue	Crocodile	Pigeon
Amnios (a)	0	1	1	1
Gésier (b)	0	0	1	1
Mandibule (c)	0	0	1	1
Bec corné (d)	0	1	0	1
Ailes (e)	0	0	0	1
Colonne vertébrale (f)	0	0	0	0

Document 19 : la matrice des caractères de la collection grenouille, tortue, crocodile, pigeon.



Document 20 : les trois arbres possibles avec la collection grenouille, tortue, crocodile, pigeon.

Consigne:

1. Indique à quoi correspond l'état ancestral et dérivé de l'amnios.
2. La tortue a-t-elle le caractère mandibule dans un état dérivé ou ancestral ?
3. Détermine le nombre d'innovations génétiques nécessaires à la construction de l'arbre 1, 2 et 3.
4. Quel est l'arbre le plus parcimonieux ?

B. Les renseignements contenus dans un arbre phylogénétique

Toutes les espèces qui partagent le même état dérivé d'un caractère ont un ancêtre commun exclusif. Chaque nœud représente une population ancestrale hypothétique ou dernier ancêtre commun exclusif, possédant l'état dérivé ou innovation évolutive commune à tous les êtres vivants qui en sont issus. De ce fait, les innovations évolutives précèdent chaque nœud.

L'ancêtre commun exclusif à un groupe d'êtres vivants reste hypothétique. On reconstruit son portrait-robot par l'addition des états dérivés partagés par l'ensemble de ses descendants. Il ne correspond en aucun cas à des espèces fossiles précises.

L'arbre obtenu permet de mettre en évidence trois types de ressemblances au sein d'une collection d'organismes :

– **Le premier type** de ressemblance est dû au partage trop général d'un caractère primitif. Dans notre exemple, la tortue, le crocodile et le pigeon possèdent une colonne vertébrale. C'est une ressemblance entre ces trois espèces, mais cela ne nous dit pas « qui est plus proche de qui ».

– **Le second type** de ressemblance est dû au partage de caractères à l'état dérivé et hérités d'un ancêtre commun exclusif. Ces ressemblances permettent de définir des clades et de construire des classifications phylogénétiques. Elles ne peuvent être repérées qu'a posteriori, une fois l'arbre le plus parcimonieux obtenu. Elles donnent également la réponse aux paris d'homologie. Nous avons fait le pari que la mandibule fenêtrée avait été acquise d'un ancêtre commun exclusif au crocodile et au pigeon. L'arbre retenu nous montre que nous avons gagné ce pari.

– **Le troisième type** de ressemblance est dû au partage de caractères dérivés non hérités d'un ancêtre commun exclusif. Dans notre exemple, il s'agit du partage du bec par la tortue et le pigeon. Cette situation signifie que, au cours du déroulement de l'évolution, des caractères se ressemblant fortement peuvent apparaître plusieurs fois indépendamment chez des organismes différents. On parle de convergences évolutives.

Si l'arbre phylogénétique final montre qu'une ressemblance est expliquée par une convergence évolutive, cela signifie alors que le pari sur l'homologie est perdu. On dit que ces caractères sont analogues.

Consigne:

1. Construis les arbres phylogénétiques possibles.
2. Détermine le nombre d'innovations génétiques nécessaire à la construction des différents arbres.
3. Détermine l'arbre le plus parcimonieux et déduis les caractères analogues et homologues.
4. Indique les caractères du dernier ancêtre exclusif de l'Homme, du perroquet et de la chauve-souris.

	Mandibule	Absence de réserves vitellines dans l'œuf	Présence de vertèbres	Membre antérieur en forme d'aile	Amnios
Grenouille	0	0	1	0	0
Perroquet	0	0	1	1	1
Homme	1	1	1	0	1
Chauve-souris	1	1	1	1	1

Document 21: la matrice des caractères de la collection grenouille, perroquet, homme, chauve-souris