

Partie 1 : Couplage des événements biologiques et géologiques au cours du temps.

La diversité des espèces vivantes actuellement sur notre planète est le résultat d'une évolution marquant l'histoire de la vie. Au cours de cette histoire, certaines espèces se sont modifiées, certaines ont disparu et d'autres sont apparues.

Cependant, certaines périodes de l'histoire de la terre sont marquées par la disparition de groupes entiers d'individus et représentent des crises biologiques. Ces périodes sont généralement associées à de profondes modifications géologiques dont certaines ont laissé des traces encore visibles aujourd'hui.

La limite Crétacé paléocène représente une de ces périodes de crise. Nous évoquerons dans une première partie les modifications affectant la biosphère durant cette période. Dans une deuxième partie, nous évoquerons les causes possibles de tels bouleversements.

I. Une crise biologique : profonds remaniements de la biosphère :

Une crise biologique est définie comme une période de l'histoire de la Terre durant laquelle des familles entières d'êtres vivants disparaissent. Ces disparitions concernent aussi bien les animaux que les végétaux. Elles sont planétaires et se produisent aussi bien en milieu aquatique que terrestre.

a. Disparition de familles entières d'individus :

La limite Secondaire/Tertiaire est marquée notamment par la disparition au sein des reptiles de nombreux groupes. Représentés aussi bien sur Terre (Tyrannosaure, brontosaurus, ...) que dans les mers (Ichtyosaures) ou que dans les airs (Ptérosaures), seuls quelques groupes survivent à la crise (crocodiliens, cheloniens...).

D'autres familles disparaissent au sein d'autres groupes comme le Rudiste (lamellibranches), les Globotruncanidés (foraminifères) ou encore les gastéropodes avec l'extermination des Ammonites.

Les végétaux eux aussi sont touchés et cette période est marquée par un ralentissement de la sédimentation carbonatée océanique associée à la disparition d'algues planctoniques comme les coccolithophoridés. Sur Terre, ce sont les gymnospermes qui sont les plus touchés.

b. Quelques espèces opportunistes profitent de la crise :

Durant la crise, la disparition de nombreuses espèces laisse le champ libre aux espèces les plus tolérantes aux nouvelles conditions de vie. On voit alors se développer en nombre, des espèces qui jusqu'alors gardaient un développement limité.

Ainsi, les foraminifères planctoniques, ont-ils constitué les principaux représentants du groupe des foraminifères durant la crise K/T.

De même, en milieu terrestre, cette période est caractérisée par une abondance particulière en ptéridophytes.

Cependant, la domination de ces espèces n'est que de courte durée. Elle est synchronisée de la période de crise.

c. Une nouvelle diversité après la crise :

Après la crise, les conditions de vie se stabilisent et les espèces survivantes vont pouvoir à nouveau se développer. Si elles sont aussi plus efficaces dans les nouvelles conditions elles vont prendre le pas sur les espèces dites opportunistes dont les proportions vont à nouveau diminuer.

Les survivants vont alors prospérer et occuper progressivement les niches écologiques laissées vacantes par les espèces exterminées. L'adaptation à ces nouvelles niches écologique va entraîner l'apparition de nouvelles espèces et une diversification au sein du groupe.

Ainsi, le groupe des Mammifères, très peu représenté avant la crise c'est il considérablement diversifié à partir du Paléocène. Au sein des végétaux, se sont les angiospermes qui se diversifient après la crise.

Certaines espèces apparaissent également comme dans le groupe de Foraminifères au sein duquel apparaît le groupe des Globigérinidés.

Les destins sont donc très divers d'un groupe à l'autre durant une crise biologique mais elle est toujours marquée par une diminution temporaire de la diversité des espèces présentes à la surface du globe.

II. Les causes possibles de la crise Crétacé paléocène :

On est en droit de se demander alors quels événements géologiques, biologiques ou astronomiques ont pu être responsables d'une telle crise.

a. Un événement géologique majeur :

Les archives géologiques révèlent l'existence à cette période d'un gigantesque épisode volcanique correspondant à l'apparition d'un point chaud. Durant près de 500 000 ans, dans cette région, furent émis des millions de tonnes de laves qui s'empilent aujourd'hui sur plusieurs centaines de mètres et forme les Trapps du Deccan.

Or, ces éruptions s'accompagnent en général de la projection dans l'atmosphère de cendres et de gaz qui, à terme peuvent provoquer des modifications du climat sur l'ensemble de la planète. Ces émissions de cendres ont pu obscurcir l'atmosphère et limiter la photosynthèse. Elles ont pu également refroidir globalement la surface du globe en empêchant la pénétration des rayons solaires.

De plus, les gaz émis ont pu acidifier les pluies qui s'abattaient sur les végétaux et provoquer la disparition des espèces les plus sensibles à ce phénomène (gymnospermes).

b. Faire disparaître les producteurs primaires :

Les êtres vivants les plus touchés par cette crise semblent tous dépendre à l'origine de producteurs primaires réalisant la photosynthèse. On peut donc supposer que la disparition de ces espèces est liée à disparition de ces végétaux chlorophylliens. Comme ces végétaux dépendent de la lumière pour réaliser la photosynthèse l'obscurcissement de l'atmosphère associée aux variations de température et de pH ont pu provoquer leur disparition.

c. Un événement extra-terrestre :

De plus, l'observation d'anomalies gravimétriques dans le golfe du Mexique traduit l'existence dans la région de Chixulub d'un gigantesque cratère d'impact météoritique aujourd'hui recouvert de sédiments. Ce cratère témoigne de la percussive de la planète par

une météorite de plusieurs centaines de mètres de diamètre. Cet impact météoritique a été daté à la limite entre le Crétacé et le Paléocène.

Un tel événement libère une énergie correspondant à plusieurs milliers de bombes atomiques. Les débris de roches auraient alors formé un gigantesque nuage de cendres propulsé à plusieurs milliers de mètres de hauteur et qui aurait mis plusieurs siècles à retomber. Lui aussi aurait obscurci l'atmosphère et serait à l'origine des bouleversements enregistrés.

Les deux hypothèses se sont longtemps opposées mais on s'accorde à penser, aujourd'hui, que les deux phénomènes se sont associés pour engendrer la crise entre le Secondaire et le Tertiaire.

Cette crise biologique ne fut pas la plus dramatique de l'histoire de la vie mais comme elle est relativement récente (65 Ma), les traces géologiques sont encore assez nombreuses et permettent de mieux appréhender les autres crises. Ces crises ont longtemps servi à établir une chronologie des événements géologiques, en servant de repère dans les archives stratigraphiques. Aujourd'hui, la chronologie absolue permet d'avoir une idée plus précise de la longueur de chaque événement. Ces crises restent cependant les témoins des capacités de la biosphère à s'adapter aux changements de conditions de vie et sont des accélérateurs des mécanismes évolutifs.

Partie II : Exercice 1

Stabilité et variabilité du génome et évolution.

Hypothèses :

1 gène est responsable de la forme de la crête. Ce gène possède deux allèles :

- Allèle R : détermine l'apparition d'une crête en rose.
- Allèle S : détermine l'apparition d'une crête simple.

On suppose que l'allèle R est dominant sur l'allèle S.

Recherche des résultats théoriques du premier croisement :

$$\left(\frac{R}{R}\right) \times \left(\frac{S}{S}\right)$$

Les parents homozygotes ne peuvent produire chacun qu'un seul type de gamète :

(R//R) produit des gamètes de type (R)

(s//) produit des gamètes de type (s)

La fécondation associera forcément (R) et (s) pour former 100% d'individus (R//s).

Si R est dominant sur s alors 100% des individus devraient posséder une crête en rose.

Les résultats théoriques sont en accord avec les résultats pratiques.

L'allèle R est donc dominant sur l'allèle s.

Croisement 2

[femelle à crête en rose issue du croisement 1] génotype : (R//s).

[male homozygote à crête simple] génotype (s//s).

A l'issue de la méiose, chaque gamète emporte avec lui un chromosome de chaque paire et un allèle de chaque gène.

la migration d'un chromosome à un pôle ou à l'autre de la cellule en anaphase I est aléatoire.

L'individu femelle peut donc former deux types de gamètes dans des proportions égales : 50% (R) et 50% (s).

L'individu mâle ne peut produire qu'un seul type de gamète : (s).

A l'issue de la fécondation, deux génotypes peuvent donc se former :

- 50% (R//s) ->phénotype [crête en rose]
- 50% (s//s) -> phénotype [crête simple]

Les résultats théoriques du deuxième croisement sont en accord avec les résultats pratiques. On en déduit alors que les hypothèses de départ sont exactes :

1 gène est responsable de la forme de la crête. Ce gène possède deux allèles :

- ***Allèle R : détermine l'apparition d'une crête en rose.***
- ***Allèle S : détermine l'apparition d'une crête simple.***

L'allèle R est dominant sur l'allèle S.

Partie II : EXERCICE 2

La mesure du temps dans l'histoire de la Terre et de la vie.

Le document 1 nous montre une coupe stratigraphique dans une série sédimentaire contenant des restes humains. Ces restes humains ont donc l'âge des formations sédimentaires qui les contiennent.

Le document 2 nous indique que ces restes humains sont associés à des outils dont la forme correspond à des galets aménagés mais aussi pour certains à des éclats retouchés.

Si l'on considère que ces outils appartiennent aux humains dont nous étudions l'âge le document de référence nous indique que ces restes appartiennent à une période comprise entre 2,7Ma et 1,3Ma (oldowayen) et si l'on tient compte des éclats retouchés, on peut repousser la limite supérieure à – 40 000 ans.. Cela balaye une tranche d'âges relativement élevée et demande à être affiné.

Cette série sédimentaire surplombe une coulée de basalte âgée de 1,81 +/- Millions d'années.

Le principe de superposition nous permet alors d'affirmer que ces sédiments contenant des restes humains se sont formés après le dépôt des basaltes.

La combinaison des chronologies relative et absolue nous permettent alors d'affirmer que ses restes humains ont moins de 1,8 +/- millions d'années.

De plus, le document 1 nous indique que ces restes humains sont associés à des fossiles d'espèces animales dont la répartition stratigraphique semble limitée à certaines périodes de la préhistoire.

Ainsi, l'association des restes humains aux fossiles de *Mimomys pliocaenicus* nous indique que ces restes ne peuvent avoir plus de 1,6 Millions d'années car cette espèce d'après le document 3 n'a laissé de traces dans les archives paléontologique qu'entre 1,85 et 1,6 Millions d'années. Cette datation est confirmée par l'existence conjointe au sein es sédiments, d'autres espèces ayant vécu à cette époque.

Ainsi, le recoupement des données stratigraphiques, radiologiques et paléontologique nous permet d'affirmer que ces fossiles correspondent à des restes d'humain ayant vécu entre 1,85 et 1,6 millions d'années.