

Les grandes crises biologiques.

I\ Définitions.

Les grandes crises biologiques correspondent à l'extinction en masse d'espèces sur une durée de l'ordre de 10.000 ans à 1 million d'années. Ces extinctions sont reconnaissables à l'échelle de la planète. On peut en distinguer trois types :

- Extinction graduelle.
- Extinction par étapes.
- Extinction catastrophique.

Il y aurait eu deux grandes crises. La plus importante des deux a eu lieu à la fin du permien (-245 millions d'années) et aurait fait disparaître entre 50 et 57% des animaux marins et plus de 50% des familles d'animaux terrestres.

On peut observer quatre crises majeures :

- Fin de l'ordovicien (-435 millions d'années) : -25% des familles d'animaux marins.
- Fin du dévonien supérieur (-365 millions d'années) : -22% des familles d'animaux marins.
- Fin du trias (-215 millions d'années) : -22% des familles d'animaux marins.
- Limite crétacé-tertiaire : -15% des familles d'animaux marins.

On distingue également quinze crises intermédiaires.

Depuis le permien, on peut observer une périodicité de 26 millions d'années dans les crises.

II\ La crises intermédiaire du cénomaniens supérieur.

A\ Caractéristiques biologiques.

Cette crise a éliminé 7% des familles et 26% des genres d'animaux marins.

Dans un premier temps, il y a eu élimination de peuplements benthiques (vivent au fond) : rudistes, foraminifères, ostracodes. Dans un second temps, les peuplements planctoniques (entre deux eaux) ont été éliminés. Cette extinction s'est faite sur une étape de un million d'années, à la partie supérieure du cénomaniens et jusqu'au sommet de cette même période.

B\ Evènements géologiques.

On a mis en évidence deux évènements importants :

- Deux couches noires dues à un développement de marnes noires. Elles sont riches en matière organique d'origine marine et disposées en fins feuillets (ou lamines) → il n'y

avait pas de vie sur le fond. Par contre, on y trouve des micro-fossiles planctoniques venant des eaux de surface.

- Ces eaux étaient anoxiques, pauvres en O_2 dissout. Il y a eu aussi une très forte montée du niveau marin (+250 mètres par rapport au niveau actuel). Les teneurs en $^{18}O_2$ (indicateurs de la température des eaux) indiquent que ces eaux étaient chaudes.

C\ Interprétation de l'arrivée de CO_2 magmatique.

A la fin du cénoManien, il y a eu une production exceptionnelle de croûte océanique. Il y a donc arrivée d'une grande quantité de CO_2 magmatique. Les eaux se sont chargées en CO_2 , sont devenues plus lourdes et sont restées au fond. Le niveau de la mer va monter : transgression. Plus d'eau est donc soumise au rayonnement solaire (→ la température augmente).

→ Finalement, on obtient un système d'eau stratifiée : il n'y a plus de brassage des eaux, donc pas d'oxygénation possible des fonds et les organismes benthiques sont les premiers éliminés.

Par contre, la matière organique est conservée sur le fond car il n'y a pas d'oxydation.

→ C'est une crise biologique en relation avec la tectonique des plaques.

III\ La crise de la limite crétacé/tertiaire.

A\ Caractéristiques biologiques.

C'est une crise spectaculaire qui affecte tous les milieux.

1\ Le milieu marin.

15% des familles, 45% des genres et 76% des espèces disparaissent. En moyenne, 80% du plancton est détruit (tout le reste de la chaîne trophique en souffre). Les ammonites, les bélemnites, les rudistes et les reptiles marins vont disparaître ou fortement diminuer.

Il y a extinction de nombreux genres de brachiopodes, de foraminifères qui s'éteignent.

Seuls les peuplements des grands fonds ne sont pas touchés.

2\ Le milieu continental.

Il n'y a pas de changement majeur dans la végétation. Tous les dinosaures et reptiles volants disparaissent. Les autres vertébrés sont touchés dans des proportions variables.

Les organismes d'eau douce sont les moins touchés.

3\ Deux types d'extinction.

- Extinction graduelle :

Cette extinction a lieu sur 2 millions d'années, durant le maastrichien supérieur (dernier étage du crétacé) : c'est la fin pour des rudistes et des ammonites. Pour les dinosaures, ça se discute.

- Extinction brutale :

Là, l'extinction est catastrophique, exactement à la limite entre le crétacé et le tertiaire.

B\ Evènements géologiques.

On observe une régression marine se reproduisant à la fin du crétacé. A -67 et -65 millions d'années, on a deux baisses. La première est plus importante que la seconde.

→ La géographie change avec une extension plus faible des mers épicontinentales.

Si les mers se retirent, les eaux se refroidissent (ici, perte de 5°C en moyenne).

On a relevé les traces d'un intense volcanisme : les trapps du Deccan (essentiellement situé en Indes). Ces trapps sont un empilement de basaltes sur deux kilomètres d'épaisseur. Ce volcanisme a duré 600.000 ans.

On trouve, exactement à la limite crétacé-tertiaire (K/T), un niveau riche en iridium ainsi que la présence de quartz choqués et de magnétites nickélicifères qui sont toujours d'origine extraterrestre. On peut aussi trouver des microtectites qui sont des gouttelettes de verre résultant de la mise en fusion de la croûte terrestre.

→ Ces indices sont sur toutes la surface du globe : il y a donc eu un impact météoritique. Au Mexique, on a le cratère de Chixulub d'un diamètre de 250 kilomètres.

C\ Interprétation : trois causes néfastes.

1\ La régression marine.

Au cours du maastrichtien supérieur, il y a diminution du taux d'expansion océanique qui provoque une régression marine, un retrait des mers avec donc, des eaux plus froides et un climat plus continental.

Les organismes adaptés aux eaux chaudes vont périr (rudistes) alors que les organismes adaptés à un climat plus contrasté survivront.

2\ Les trapps du Deccan.

La mise en place du point chaud qui est à l'origine des trapps du Deccan va entraîner la production de grandes éruptions volcaniques qui vont éliminer la luminosité et provoquer des pluies acides.

3\ L'impact météoritique.

Une météorite d'un diamètre compris entre 15 et 20 kilomètres est venue s'écraser sur Terre. Elle venue se désagréger sur une couche d'anhydrite et a provoqué un dégoût d'acide sulfurique : 600 milliards de tonnes d' H_2SO_4 ont été expulsées.

Au moment de l'impact, la collision a créé un choc thermique qui a apporté brutalement un échauffement et provoqué des incendies. De plus l'impact a rejeté dans l'atmosphère une grande quantité de poussières qui ont arrêté les rayons lumineux → Absence de photosynthèse.

Pendant plusieurs dizaines de milliers d'années, il est resté un anneau de poussières autour de la Terre → « hiver » par absence de rayons solaires arrivant au sol.

→ La température baisse de plusieurs degrés.

Ces perturbations sont fatales aux organismes en déclin (aux organismes spécialisés comme les rudistes).

Les deux premières causes sont liées à la dynamique terrestre et créent des extinctions graduelles.

La dernière cause est d'origine extraterrestre : extinction catastrophique.

IV \ La crise de la limite permien/trias.

A \ Caractéristiques biologiques.

Cette crise touche tous les peuplements marins et continentaux.

1 \ En milieu marin.

En milieu marin, les trilobites, tabulés, tétracoralliaires et certains foraminifères disparaissent. Les ammonoidés sont décimés (-98% des espèces). 90% des genres de brachiopodes disparaissent et 98% des familles d'échinodermes meurent. 75% des familles de bryozoaires sont éliminées.

→ Au total, le pourcentage maximum de disparition en milieu marin a été de 83% des genres et 96% des espèces.

2 \ En milieu continental.

Les gymnospermes diminuent fortement. Au dessus de la limite, il y a prolifération des mycètes associée à un taux élevé de débris végétaux.

→ C'est « l'événement fongique » d'une durée de 50.000 ans.

Les vertébrés sont fortement touchés : perte de 75% des familles. 63% des familles d'insectes sont perdues.

Ces extinctions se déroulent à la fois : par étape (4 épisodes chez les vertébrés au permien supérieur) et graduelles (céphalopodes et échinodermes).

L'événement fongique fait penser à un événement catastrophique.

B \ Evènements géologiques.

Au permien, un continent unique (la Pangée) est formé de deux branches :

- Au sud : le Gondwana.
- Au nord : la Laurasia.

Sur ce continent unique, cinq évènements se succèdent.

1 \ Changement climatique global.

Au permien inférieur, on a un climat de glaciations. On passe au trias inférieur sans glaciation → cela se traduit par des argiles noires et du charbon.

Au permien supérieur et au trias, on a des couches détritiques rouges (typiques des climats désertiques) ainsi que des évaporites.

La tendance à l'aridité s'accroît, surtout entre le permien et le trias : le climat bascule, devient plus chaud et moins contrasté entre les pôles et l'équateur. Les déserts se développent et notamment, la zone équatoriale humide devient plus aride.

Les causes de ce changement sont : un changement de l'orbite terrestre et le fait de n'avoir qu'un continent unique.

2\ Régression marine au permien supérieur.

Durant le permien, le niveau des mers a chuté de 250 mètres. Cette baisse est due à un arrêt de l'expansion océanique → Il y a croissance de 6% du volume océanique.

La régression va accentuer la continentalisation du climat. Elle réduit aussi la surface des mers épicontinentales.

→ Il y a émergence des dépôts du carbonifère et du permien inférieur qui étaient riches en matière végétale. Le carbone organique va être oxydé, ce qui provoque la libération de CO_2 dans l'atmosphère.

3\ Baisse de la salinité marine.

Il y a un développement des mers fermées et notamment dans les zones climatiques chaudes. Les sels s'accumulent et donnent des mers sur salées.

Ce sel est prélevé du stock normalement dissout dans les océans.

La baisse de la salinité aurait été comprise entre 5 et 10 pour mille.

Conséquence : les organismes qui ne tolèrent pas des variations de la salinité sont décimés : coraux, céphalopodes, échinodermes.

4\ Volcanisme intense.

Un volcanisme intense se produit en Sibérie, d'une épaisseur de plus de 3 kilomètres, sur une surface de $2,5 \cdot 10^6 km^2$.

On a identifié 11 éruptions principales à la limite entre le permien et le trias, sur une durée inférieure à un million d'années. Ces éruptions amènent dans l'atmosphère du SO_2 , du CO_2 et un obscurcissement du ciel.

5\ Transgression brutale et considérable.

En quelques milliers d'années, le niveau remonte de 210 mètres grâce à la création de nouvelles zones d'expansion.

Les eaux arrivant sont chaudes et chargées en CO_2 , ce qui diminue la solubilité de l' O_2 dans l'eau.

→ C'est une eau mal oxygénée (dysoxique) qui va transgresser sur les continents.

C\ Interprétation.

Au permien supérieur se développent des conditions défavorables à la vie (changements climatiques, régression marine avec diminution du milieu marin et baisse de la salinité).

À la limite permien/trias s'ajoute une nouvelle condition défavorable : le volcanisme intense qui perturbe la végétation. C'est un de ces phénomènes volcaniques qui est à la base de l'événement fongique.

Sur cette biosphère affaiblie, s'abat une nouvelle épreuve, à la base du trias : la transgression d'eau mal oxygénée.

Aucun de ces facteurs, seul ; ne pouvait provoquer une extinction importante. C'est la conjonction des divers facteurs qui a provoqué la plus grande crise biologique.

Dans cette crise, c'est la dynamique interne de la Terre qui joue un rôle majeur.

La dynamique du système solaire, la variation de l'orbite terrestre aurait pu influencer sur le climat.

V\ Conclusions

- Les fossiles enregistrent le comportement de la Terre et de l'univers : c'est à dire que le principal moteur de l'évolution biologique est externe aux organismes.
 - Les extinctions sont dues : à des changements de la dynamique terrestre (climat, niveau des mers, chimie de l'eau), à des événements extraterrestres (climat et rayonnement solaire).
 - Les grandes crises sont dues à la conjonction de plusieurs causes néfastes.
 - Il y a une périodicité dans les crises qui pourrait être due au fait que l'orbite de la Terre traverse une ceinture d'astéroïdes (nuage d'Oort).
 - Si l'on regarde ce qu'il se passe depuis que l'Homme est sur la Terre, on voit :
 - La disparition de nombreuses espèces.
 - La transformation d'espèces.
- L'Homme peut créer une crise biologique.