

**Introduction**

- Interactions permanentes entre le monde vivant et les enveloppes fluides et solides de la planète.
- On se limite à l'étude des influences d'événements géologiques sur le monde vivant
- Dans ce cadre on s'intéresse aux périodes de crise : événements à l'échelle planétaire qui affectent la géosphère et la biosphère

**I- LA LIMITE CRETACE-TERTIAIRE, UN EVENEMENT BIOLOGIQUE ET GEOLOGIQUE MAJEUR**

**A- NOTION DE CRISE**

- Evolution du nombre des espèces au cours des temps géologiques **TD6 Fiche Doc. 1**
  - Rappel : mécanismes d'évolution (innovations génétiques + sélection naturelle) à l'origine de la diversification des espèces
  - Périodes longues d'augmentation ou maintien du nombre des espèces = périodes de stabilité
  - Périodes courtes réduction du nombre des espèces = période de crise
- Définition d'une crise : discontinuité majeure à l'échelle planétaire et à l'échelle des temps géologiques.

**Point programme**

- À l'échelle des temps géologiques, des modifications brutales et globales liées à des événements planétaires affectent le monde vivant : ce sont les crises.
- Elles alternent avec des périodes plus longues de relative stabilité.

**B- CARACTERISTIQUES DE LA LIMITE CRETACE-TERTIAIRE**

**1) Caractéristiques lithologiques : repérage de la limite CT dans les séries sédimentaires**

- Sites d'observation : **Doc.1 p.192**  
Au niveau de sites présentant une sédimentation marine en continue pour la période allant de la fin du crétacé au début du tertiaire et en des lieux répartis sur toute la surface de la Terre
- Particularités géologiques : **TD6 Fiche Docs 2 et 4 + Docs p.192-193**
  - matérialisée par une couche
    - fine : quelques cm = marque le passage au Tertiaire
    - riche en argile noire et en iridium  
→ témoigne d'un changement brusque des conditions de sédimentation : chute du taux de carbonates et augmentation du taux d'iridium (origine volcanique ou météoritique) dans les milieux de sédimentation
  - encadrée le plus souvent par des marnes et des calcaires qui diffèrent lors du passage CT par :
    - les rapports isotopiques  $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$  et  $^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$  dans les carbonates  
→ témoignent d'un refroidissement et d'une baisse de productivité (photosynthèse) des milieux de sédimentation
    - les taux de carbonates qui diminuent  
→ diminution de la sédimentation des tests calcaires d'espèces planctoniques

**2) Caractéristiques paléontologiques : modifications affectant la biosphère**

- Dans les milieux marins : **TD6 Fiche Doc. 2 + TP9 + Docs p.188-189**
  - Extinctions en masse :
    - espèces planctoniques et pélagiques : foraminifères (90% des espèces) et ammonites (totalité des espèces)
    - espèces benthiques : rudistes (totalité des espèces) et de nombreuses espèces de lamellibranches (inocérames)  
→ explication des variations des rapports isotopiques  $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$  et  $^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$
  - Apparition de nouvelles espèces :  
Exemple : remplacement globotruncanidés remplacés par globigérinidés (= espèces de tailles + réduites)
- Dans les milieux continentaux : **TD6 Fiche Doc. 2 + Docs p.190-191**
  - Extinctions : dinosaures, nombreuses espèces d'oiseaux, de mammifères, de plantes à fleurs (quantités de pollens diminuent et quantités de spores de fougères augmentent)
  - Diversification des espèces qui persistent et occupation des niches écologiques : fougères, oiseaux, mammifères
- Crise biologique qui affecte tous les milieux de vie  
→ diminution sélective de la diversité biologique  
→ diversification des groupes survivants (radiation adaptative) qui occupent les niches écologiques laissées libres par les espèces disparues

### Point programme

- La limite Crétacé-Tertiaire (il y a 65 millions d'années) est caractérisée par l'extinction massive et rapide d'espèces et de groupes systématiques des milieux continentaux et océaniques.
- Parmi les formes disparues on remarque plus particulièrement les ammonites, les dinosaures et les foraminifères.
- Certains groupes survivent à la crise, ils se diversifient rapidement en occupant toutes les niches écologiques.

## C- CAUSES GEOLOGIQUES DE LA CRISE BIOLOGIQUE

### 1) Données géochimiques

TD6 Fiche Doc. 4 + Docs p.193, 194 et 196

- Iridium : taux anormalement élevés  
→ activité volcanique exceptionnelle et/ou apport extraterrestre par un corps céleste de grande taille = astéroïde
- Rapports isotopiques  $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$  et  $^{18}\text{O}/^{16}\text{O}$   
→ témoignent d'un refroidissement planétaire
- Autres données : observables seulement au niveau des argiles noires de certains sites
  - Magnétites nickélicifères → se forment lors de la pénétration d'une météorite dans une atmosphère oxydante
  - Quartz choqués → impact de météorite
  - Sphérules de verre → refroidissement brutal de gouttelettes de roches fondues
- Hypothèses qui découlent des données géochimiques  
Événement géologique majeurs = épisode volcanique exceptionnel et/ou impact de météorite  
→ effets sur le climat à l'échelle planétaire  
→ crise biologique

### 2) Les événements géologiques majeurs à la limite CT

#### a) Hypothèse de l'éruption volcanique cataclysmique

- Eruptions cataclysmiques et leurs conséquences Docs p.194  
Eruptions cataclysmiques = éruption explosive (St Helens 1981, Pinatubo 1991) ou effusive (points chauds) d'ampleurs considérables  
→ émission de quantités considérables (exprimées en km<sup>3</sup>) de produits volcaniques dans l'atmosphère parmi lesquels se trouve l'iridium
  - particules solides (cendres) → diminution de la transparence de l'atmosphère à l'échelle planétaire pendant une longue période (plusieurs mois)
  - gaz :  $\text{CO}_2$  → effet de serre  
 $\text{SO}_2$  → réflecteur du rayonnement solaire  
agissent durant plusieurs années, responsables de pluies acides
  - composés halogénés (fluor, brome, chlore, iode) → dissociation de l'ozone → réduction de la barrière anti-UV  
→ modifications climatiques importantes et durable affectant les chaînes alimentaires dans tous les types de milieux = crise biologique
- Eruption volcanique cataclysmique à la limite CT Doc. 3 p.195  
Trapps de Deccan en Inde datés à -65 MA par datation absolue
  - Plateau basaltique d'ampleurs considérables : 1 million de km<sup>2</sup> sur 2,4 km d'épaisseur → 3 millions de km<sup>3</sup> de lave
  - Panache mantellique arrive à la surface du globe quand l'Inde se trouvait à la verticale du point chaud de la Réunion.

#### b) Hypothèse de l'impact d'un astéroïde

Docs 2 et 3 p.197

Structure rocheuse de Chicxulub (péninsule du Yucatan-Mexique)

- Structure circulaire de 240 à 300 km de diamètre
  - Brèche d'impact ou impactite avec :
    - fragments de roches sédimentaires + roches du socle granitique agglomérés par matière vitreuse
    - quartz choqués datés à -65 Ma
- astéroïde de 10 km de diamètre qui percute la terre à 20 km/s avec angle de 10 à 30°  
→ nuage de poussières (dont iridium, magnétites nickélicifères, sphérules vitreuses, quartz choqués) qui couvre la Terre durant une longue période  
→ effets climatiques et crise biologique

### Point programme

- L'origine des événements à la limite Crétacé-Tertiaire pourrait être la conjonction de deux phénomènes géologiques.
- Le premier est lié à la dynamique de la planète et correspond notamment aux conséquences de la mise en place des trapps du Deccan ; le second est associé à la chute d'un astéroïde dont le cratère de Chicxulub est la trace.

## II- LES CRISES BIOLOGIQUES, REPERES DANS L'HISTOIRE DE LA TERRE

### A- CRISES BIOLOGIQUES ET LEURS CAUSES

- **Coïncidence entre crises biologiques et divers types d'événements géologiques** : trapps, impacts d'astéroïdes, régressions marines importantes. **Doc. 8-1**
  - Trapps = cause possible la plus fréquente
  - Impacts d'astéroïdes = événement qui vient aggraver une situation climatique déjà provoquée par la mise en place d'un trapps et/ou d'une régression marine
    - les extinctions d'espèces ne sont pas toutes simultanées
- **Existence de crises biologiques plus importantes que la crise Crétacé-Tertiaire** : **TD6 Fiche Doc. 1**

Exemple : Crise Permo-Triasique

  - **Ampleur** : disparition de 50% des familles existant à l'époque, 70% des genres et 90% des espèces marines (dont les Trilobites = arthropodes marins benthiques emblématiques de l'ère l<sup>aire</sup> qui subissent une extinction totale)
  - **Causes** : tectonique des plaques + mise en place de trapps
    - **Tectonique des plaques** :  
Formation de la Pangée
      - réduction importante des domaines de vie représentés par des bordures continentales envahies par la mer (1 très grand continent unique au lieu de plusieurs plus petits)
      - régression marine importante en domaine continental
      - aridification importante du climat
    - **Mise en place des trapps de Sibérie** :  
Volume de basalte émis en moins d'1 Ma = 2 fois la surface de la France sur la hauteur du Mont Blanc
      - aggravation de la situation climatique provoquée par la tectonique des plaques

### B- CRISES BIOLOGIQUES ET EVOLUTION DU MONDE VIVANT

- **Crise biologique** se traduit par :
  - une diminution sélective de la biodiversité = extinctions massives des espèces les moins adaptées aux modifications de l'environnement induites par les phénomènes géologiques
  - une radiation adaptative = biodiversité rétablie en quelques millions d'années à partir des espèces ayant survécu à la crise.
- **Caractère non prévisible de l'évolution** :
  - Innovations génétiques et événements géologiques à l'origine des crises biologiques sont indépendants
  - Biodiversité résulte des mécanismes de l'évolution : innovations génétiques + sélection naturelle
    - l'évolution du monde vivant est étroitement liée aux changements géologiques

### C- ACTION DE L'HOMME SUR LA BIODIVERSITE (ne fera pas l'objet de questions au baccalauréat)

**Docs p.198 - 199**

- Homme = espèce récente
- Homme agit sur :
  - conditions physico-chimiques de la planète : pollutions, gaz à effet de serre, action sur la couche d'ozone, etc...
  - biodiversité : déséquilibre des écosystèmes (forêts et zones humides remplacées par des monocultures, espèces introduites artificiellement dans des écosystèmes où elles n'existaient pas), extermination de certaines espèces et élevage intensif d'autres espèces, création d'OGM (Organismes Génétiquement Modifiés), etc...

#### Point programme

- Au cours de l'histoire de la Terre, les phénomènes comme la crise Crétacé-Tertiaire ont un caractère exceptionnel. Ils ont une influence majeure sur l'évolution de la biosphère.
- Durant les 500 derniers millions d'années sont survenues plusieurs crises majeures pour lesquelles des extinctions biologiques massives sont corrélées à :
  - des phénomènes géologiques internes (tectonique des plaques, panaches mantelliques et volcanisme associé) ;
  - des phénomènes d'origine extraterrestre (chute d'astéroïdes).
- Produit récent de l'évolution biologique, l'Homme a les moyens d'avoir une influence sur l'avenir de la planète.
- Changements géologiques et modifications de la biosphère sont interdépendants