

# Explorer la dynamique de la crise K/T en utilisant un modèle de fractionnement isotopique du carbone.

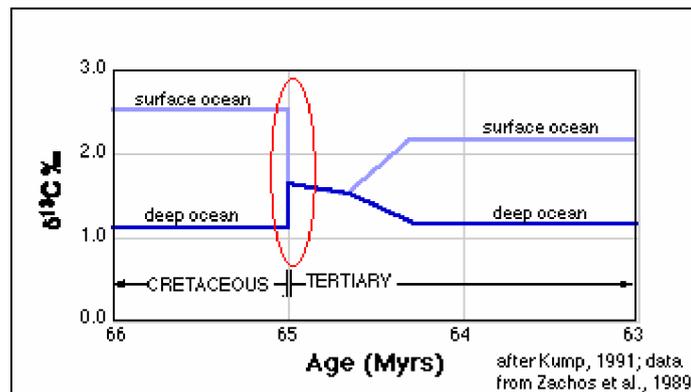
**Objectifs cognitifs :** Affiner les conditions de la crise K/T, préciser notamment la durée et l'amplitude de la disparition de la vie en milieu océanique suite à l'impact météoritique.

**Objectifs méthodologiques :** Quelques fonctions simples d'un logiciel de modélisation.

**Prérequis :**

- Des bases pour comprendre le fractionnement isotopique du carbone.
- Les hypothèses explicatives sur les causes de la crise K/T, notamment le scénario envisagé suite à l'impact météoritique dans le golfe du Mexique.
- Données de terrain en relation avec l'hypothèse précédente : *traces de charbon et de suie dans les enregistrements de la limite K/T, richesse en iridium, quartz choqués, spinelle riche en nickel ...*
- Les principales conséquences sur les êtres vivants et le caractère instantané à l'échelle géologique des extinctions.
- Conséquences de la crise sur les êtres vivants et le caractère instantané pour certains taxons, notamment au sein du microplancton.

**Les données de terrain.**



 Zone à étudier

## Histoire simplifiée des valeurs du delta 13C durant la limite crétacé-tertiaire

Ces mesures proviennent de fossiles conservés dans les sédiments océaniques. Les enregistrements proviennent de d'organismes planctoniques pour l'océan de surface et d'organismes benthiques pour l'océan profond.

## Hypothèse de travail

La période pendant laquelle le  $D_{13}C$  océanique de surface et profond est égal avoisine les quelques 300 000 ans sur le document précédent. Les incertitudes de datations et le caractère instantané de la disparition de microplancton ainsi que la réapparition rapide au sein des espaces océaniques inoccupés, quelques milliers d'années selon les micropaléontologues, ont incité les concepteurs du modèle à travailler sur une échelle de temps allant de la centaine à la paire de milliers d'années.

**Principe :** faire coïncider aux mieux les résultats du modèle avec les données de terrain.

Une partie de la vie autotrophe a disparu des océans à la limite K/T, comme l'atteste les données de terrain (voir les détails de l'interprétation dans la page Web). Nous allons chercher à quantifier l'amplitude de l'hécatombe et sa durée dans l'intervalle de temps choisi comme hypothèse de travail.

## Manipulation :

1. Expliquer, en utilisant vos connaissances sur le fractionnement isotopique du carbone, pourquoi les valeurs du  $D_{13}C$  de l'océan de surface se confondent avec celles de l'océan profond lorsque les organismes photosynthétiques disparaissent (S).

## Validité du modèle

2. Faire fonctionner le modèle sans apporter aucune modification (modèle à l'équilibre). Noter les valeurs du  $D_{13}C$  de l'océan dans le tableau ci-dessous et comparer avec les mesures effectuées sur le terrain avant la limite K/T (I)

Valeurs Lieu	Mesures de terrain	Calculs du modèle à l'équilibre
<b>Océan de surface</b>		
<b>Océan profond</b>		

Le modèle reflète-t-il la réalité ? Justifier. (Ra)

## Tester les conditions de la crise biologique.

3. Tester la disparition de la vie photosynthétique sur une période de **100 ans**. Les résultats sont-ils en accord avec vos explications de la question 1. Reporter le plus précisément possible l'allure de la courbe sur le document 1 en ajoutant les graduations des axes. (Re)  
Refaire la manipulation pour une période de **2000 ans**. Reporter les résultats sur le document 2.

4. Quelle est la simulation du temps de disparition de la vie qui nous rapproche la plus des véritables conditions de la crise (**Ra**) Pour argumenter votre réponse, comparer les valeurs du  $D_{13C}$  lorsque les deux courbes se croisent et l'allure générale de la courbe.



**Document 1** : Résultats de la simulation sur une période de 100



**Document 2** : Résultats de la simulation sur une période de 2000

*Ces résultats, même s'ils présentent des similitudes avec les données de terrain ne sont pas encore satisfaisants...*

5. Dans une série de simulations libres, faire varier sur 1000 ans (*position intermédiaire entre les deux simulations précédentes*) l'**amplitude** et la **durée** de l'hécatombe de manière à se rapprocher le plus possible des mesures de terrain.

Compléter ensuite le tableau bilan ci-dessous. (**Re, C**)

**Selon les calculs du modèle, le scénario qui correspond le mieux aux données est le suivant :**

Durée du bouleversement biologique marin.	.....
% de la vie qui disparaît	.....
Temps pendant lequel le $D_{13C}$ est égal (en surface et profondeur)	.....
Temps de retour à l'équilibre	.....

## **Aller plus loin**

*Les traces de suie et de charbon retrouvées dans les couches géologiques de la limite Crétacé-Tertiaire laisse à penser qu'un incendie de grande ampleur à accompagner l'impact météoritique probablement responsable de la crise biologique.*

6. Quel serait l'effet d'un incendie de grande ampleur sur de  $D_{13C}$  de l'atmosphère et des océans de surface sachant que ces deux réservoirs sont en équilibre. (**Ra**)

7. Lancer le modèle sur 100 ans sans réduction de la production primaire avec un incendie de  $t_0=10$  ans jusqu'à  $t_1=14$  ans qui ajoute dans l'atmosphère 100 Gt de C/an pour vérifier votre hypothèse de la question 6. (**Re**)

8. Lancer de nouveau une simulation avec une disparition totale de la vie et le même incendie que dans la question 7. Comparer avec le document 1. Les incendies nous rapprochent-ils des données et sont-ils compatibles avec les résultats des mesures de terrain. Justifier. (**I, Ra**)