

LES GRANDES EXTINCTIONS

Jean-Georges CASIER

Le développement de la vie sur Terre ne s'est pas fait de manière uniforme. Il existe de longues périodes pendant lesquelles les espèces évoluent lentement et elles sont séparées par d'autres, extrêmement brèves, pendant lesquelles de nombreuses espèces, genres, familles voire ordres et phylums d'organismes marins et terrestres disparaissent. Il s'agit des périodes de grandes extinctions ou d'extinction en masse.

Les paléontologues s'accordent généralement pour fixer à **cinq** le nombre des grandes extinctions au cours du **Phanérozoïque**, cette période de l'histoire de la Terre qui débute, il y a **574 millions d'années** (Ma), avec l'apparition du squelette dans plusieurs groupes d'invertébrés. Avant cela, les fossiles sont extrêmement rares. Les plus anciens datent de **3,5 milliards d'années** et la vie est probablement apparue sur la Terre, il y a **3,7 milliards d'années**. Un grand nombre d'extinctions en masse ont certainement eu lieu pendant cette période précambrienne, mais elles n'ont laissé aucune trace.

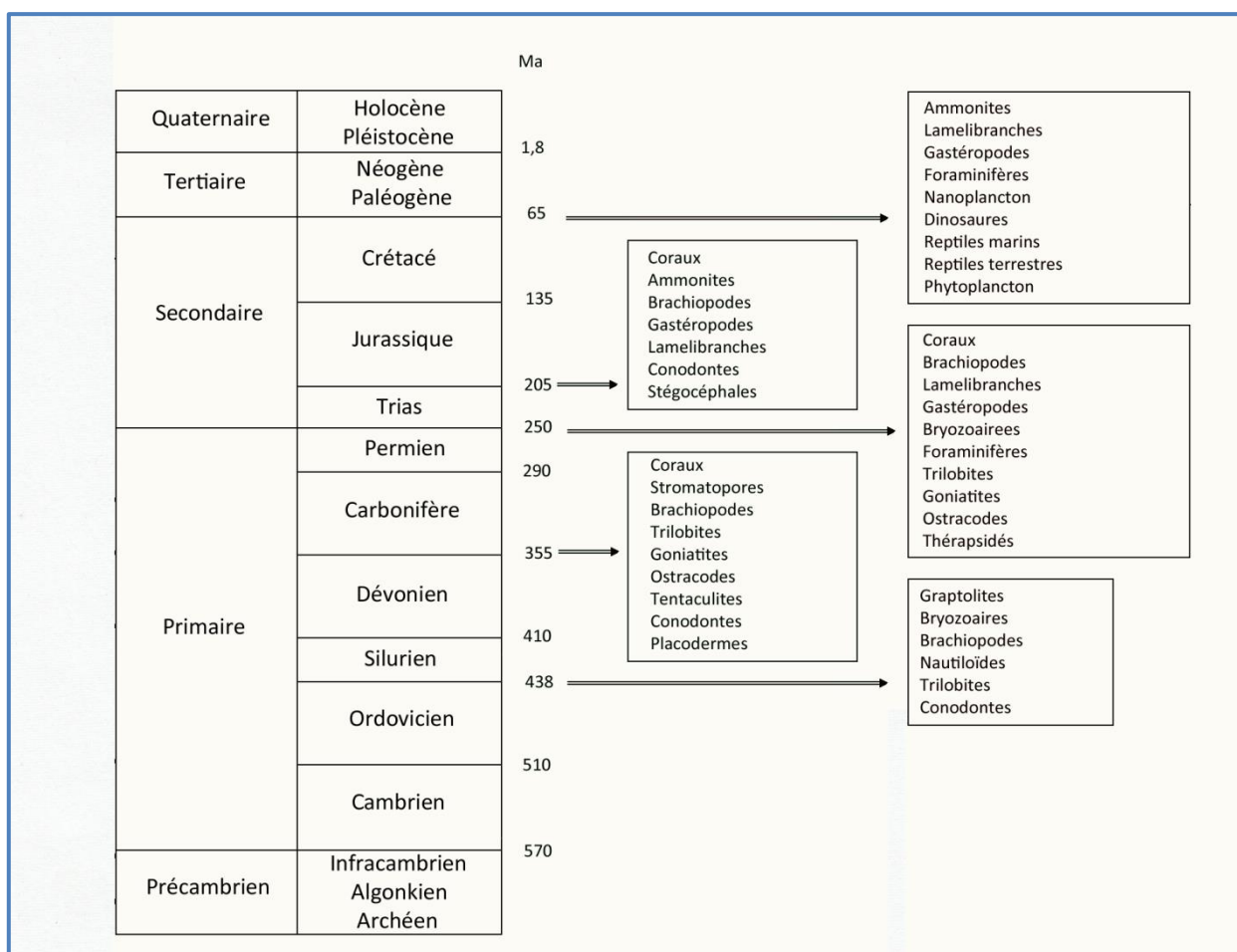


Fig. 1 – Colonne stratigraphique et principaux groupes touchés au cours des cinq grandes extinctions du Phanérozoïque (d'après *Inst. Union og Geological Sciences – 1989*)

Au cours du **Phanérozoïque**, les grandes extinctions se situent à la fin de l'**Ordovicien**, dans la partie supérieure du **Dévonien**, au niveau de la limite **Permien-Trias**, à la fin du **Trias** et au niveau de la limite **Crétacé-Paléocène** (Fig. 1).

Passons en revue ces cinq extinctions, en commençant par la plus récente.

La grande extinction de la limite Crétacé-Paléocène

Elle a eu lieu, il y a **65 Ma**, et elle a permis de fixer la limite entre les ères secondaire et tertiaire. C'est l'extinction la mieux connue des paléontologues et du grand public car les Dinosaures, après avoir régné sur la Terre pendant **environ 1.600 Ma**, disparaissent à ce moment. De nombreuses hypothèses ont été avancées pour expliquer la disparition des Dinosaures ; voici les principales :

- 1) La sénescence raciale :** selon cette hypothèse, les Dinosaures ont disparu parce qu'ils étaient devenus trop "vieux". Si l'une ou l'autre espèce peut être éliminée car les mutations qu'elle présente ne permettent pas l'adaptation à de nouvelles conditions de l'environnement, il est difficile d'imaginer qu'il en serait de même pour toutes les espèces de Dinosaures en même temps. Il existait au moins **treize genres** de Dinosaures dans l'extrême sommet du **Crétacé** et seule une modification considérable et brutale des conditions de vie sur la Terre peut expliquer qu'aucune espèce n'ait eu le temps de s'adapter, mais dans ce cas, la cause est tout autre.
- 2) L'hypertélie :** la grande taille des Dinosaures est souvent invoquée pour expliquer leur disparition. Elle serait responsable de l'affaissement des disques intervertébraux, de problèmes au niveau de la transmission des influx nerveux, voire de l'allongement de l'espace de temps qui sépare les générations rendant plus difficile une adaptation aux modifications de l'environnement. L'existence de Dinosaures de petite taille dans le sommet du **Crétacé** permet de réfuter cette hypothèse.
- 3) Un virus ou un parasite** serait responsable de l'extermination des Dinosaures. Cette hypothèse, défendue encore récemment par le célèbre paléontologue américain **R. BAKKER**, doit être également rejetée car les virus s'attaquent rarement à plusieurs espèces et des barrières naturelles ont dû faire obstacle à la propagation des maladies. La Pangée, ce grand continent de la fin de l'ère primaire, s'est depuis longtemps morcelée et les Dinosaures étaient présents sur tous les continents à la fin du **Crétacé**.
- 4) La concurrence avec les Mammifères :** ils auraient mangé les œufs des Dinosaures ou se seraient approprié leur nourriture. Mais, en fait, les Mammifères se diversifient et deviennent abondants seulement après que les Dinosaures aient disparus.
- 5)** Selon quelques chercheurs, **les coquilles des œufs** de Dinosaures sont devenues trop fragiles suite à une carence en calcium, mais pour d'autres chercheurs, par contre, elles sont devenues trop épaisses suite à un refroidissement de la biosphère.
- 6) Les Dinosaures seraient morts empoisonnés** suite à l'apparition d'une flore plus riche en plantes à fleurs, les Angiospermes.
- 7)** Finalement, certains ont imaginé que les Dinosaures **carnivores étaient devenus à ce point efficaces** qu'ils ont exterminé tous les herbivores puis sont morts faute de

nourriture. En fait, un équilibre naturel s'installe entre les herbivores et les carnivores et, s'il est rompu, c'est toujours au profit des herbivores.

Les Dinosaures ne sont pas les seules victimes de la grande extinction de la limite **Crétacé-Paléocène**. Beaucoup d'autres groupes zoologiques sont touchés par l'extinction. Sur les continents, les reptiles volants disparaissent et les Mammifères sont décimés. On estime à **80 %** le nombre d'espèces de Marsupiaux éliminés à ce moment. Dans le milieu marin, d'autres Reptiles, les Mosasaures, et de nombreux Invertébrés parmi lesquels les Inocérames, les Rudistes, les Ammonites et les Bélemnites déclinent tous et disparaissent dans la partie supérieure du **Crétacé**. **Deux tiers** du phytoplancton et de la microfaune planctonique, dont la plupart des Foraminifères, sont éliminés au niveau de la limite **Crétacé-Paléocène** ; ceci permet de supposer que l'océan a été improductif pendant un certain temps.

Pour expliquer l'ensemble de ces disparitions, la plupart des paléontologues font appel à un refroidissement de la biosphère associé à une baisse sensible du niveau marin. Mais cela ne suffit pas pour expliquer les disparitions au niveau de la limite **Crétacé-Paléocène**, car les modifications climatiques et les variations du niveau marin sont des phénomènes relativement lents qui laissent le temps aux espèces de s'adapter ou de migrer. Ainsi, il n'y a aucune extinction en masse au cours de l'ère quaternaire, alors que plusieurs grandes glaciations, accompagnées chacune d'une importante baisse du niveau marin, se sont succédées. Une modification climatique associée à une variation du niveau marin peut tout au plus expliquer la baisse de la diversité observée dans la partie supérieur du **Crétacé**.

En 1980, **Luis ALVAREZ**, prix Nobel de Physique, son fils **Walter**, qui est géologue, et deux géochimistes de l'Université de Berkeley, en Californie, ont lié la grande extinction de la fin de l'ère secondaire à l'impact d'une météorite d'au moins **10 km de diamètre**. C'est la découverte d'une très forte anomalie en iridium dans un petit niveau argileux présent quasi partout dans le monde au niveau de la limite **Crétacé-Paléocène**, qui est à l'origine de l'hypothèse. L'iridium est un élément du groupe des platinoïdes, extrêmement rare au sein de la croûte terrestre mais par contre plus abondant dans les météorites. A l'heure actuelle, cette anomalie a été mesurée dans plus de **cent coupes géologiques** exposant la limite **Crétacé-Paléocène**.

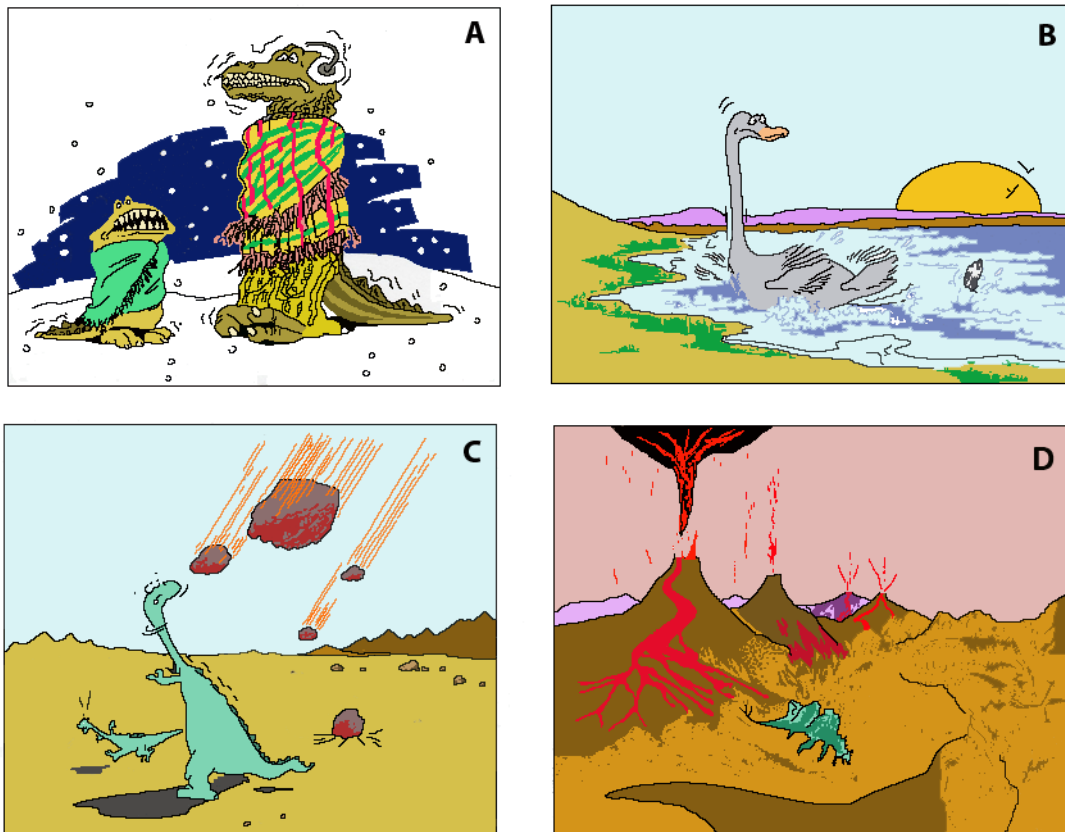


Fig. 2 – Quatre hypothèses émises pour expliquer la disparition des Dinosaures, il y a 65 Ma : A : refroidissement de la biosphère ; B : baisse du niveau marin (régression) ; C : impact de météorite ; D : volcanisme intensif.

D'autres indices en faveur de la théorie de l'impact ont été découverts au niveau de la limite **Crétacé-Paléocène**. Ainsi, des petites billes de verre ont été recueillies d'abord à Beloc, en Haïti, puis dans d'autres coupes. Lorsqu'un astéroïde percute la Terre, la quantité d'énergie libérée est considérable et provoque la fusion des roches terrestres à l'endroit de l'impact. Ces roches fondues sont alors projetées dans l'espace et retombent sous forme de petites bulles de verre appelées tectites. **Soixante-et-onze sites** ont déjà fourni des tectites au niveau de la limite **Crétacé-Paléocène**.

Des grains de quartz présentant des jeux de lamelles parallèles liées à la déformation du cristal sont aussi présents au niveau de la limite **Crétacé-Paléocène** dans une **trentaine de coupes** géologiques. De tels grains appelés "quartz choqués" ne se forment qu'à très haute pression. Ils sont associés à des impacts récents et sont aussi connus de sites nucléaires souterrains.

Il existait aussi des niveaux enrichis en carbone organique témoignant des violents incendies qui ont ravagé la flore à ce moment, et des dépôts grossiers liés, au tsunami, c'est-à-dire au violent raz-de-marée qui a suivi l'impact.

Des études récentes localisent l'impact de l'astéroïde dans le Yucatan, au Mexique (fig. 3). C'est parce que les roches liées au tsunami étaient plus épaisses et les tectites plus grosses en se rapprochant du Golfe du Mexique, que l'on a recherché le cratère dans cette région du globe. Le cratère centré sur Chicxulub a un diamètre d'au moins **180 km** et les dates obtenues pour cet impact correspondent bien à celles de la limite **Crétacé-Paléocène**.

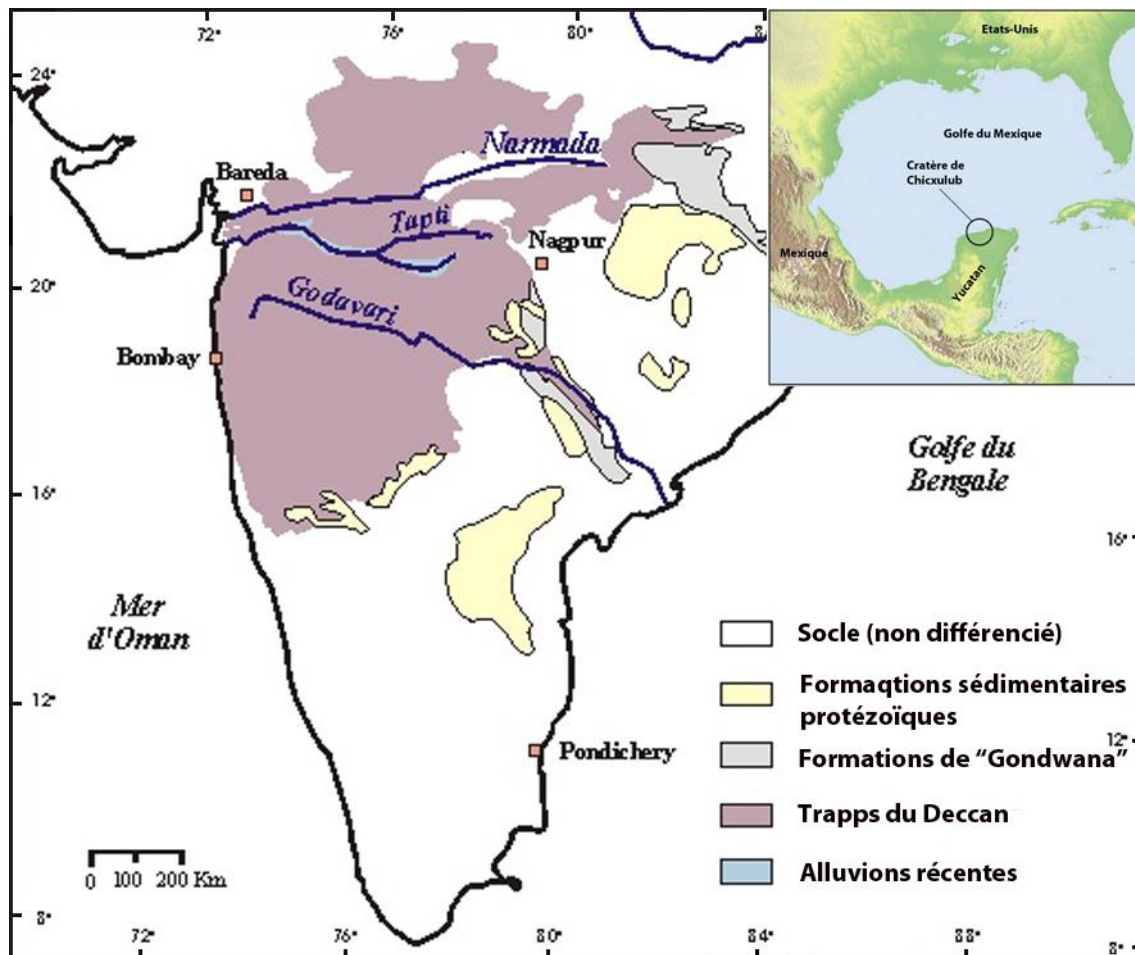


Fig. 3 – Localisation des trapps du Deccan en Inde et du cratère de Chicxulub au Yucatan.

D'autres chercheurs pensent que la grande extinction de la limite **Crétacé-Paléocène** pourrait être liée au volcanisme. D'immenses épanchements volcaniques de type basaltique couvrent **le tiers de la surface** de l'Inde et ils peuvent atteindre par endroits **2 km d'épaisseur** (fig. 3). Il s'agit des trapps du Deccan, contemporains de la limite **Crétacé-Paléocène**. Ils se seraient formés lorsque l'Inde, au cours de sa longue migration, est passé sur un point chaud du globe terrestre situé aujourd'hui au niveau de la Réunion. Là, il existe actuellement un volcanisme d'origine plus profonde, de type mantellique, susceptible de produire un peu d'iridium comme l'attestent des analyses réalisées au Piton de la Fournaise. Néanmoins, les défenseurs de l'hypothèse météorique estiment la quantité d'iridium produite lors de la mise en place des trapps est insuffisante pour expliquer l'anomalie de la limite **Crétacé-Paléocène** et que ce type de volcanisme n'engendre pas de pressions suffisantes pour expliquer l'apparition de "quartz choqués".

La grande extinction de la fin du Trias

Au cours de cette extinction qui a eu lieu, il y a **211 Ma**, **20 % des familles** d'Invertébrés marins sont éliminés. Les animaux porteurs de conodontes disparaissent complètement mais, en fait, le nombre d'espèces avait depuis longtemps régressé. Les Ammonites, les Brachiopodes, les Gastéropodes et les Lamellibranches sont fortement touchés ainsi que les écosystèmes récifaux. Sur les continents, les Stégocéphales (Amphibiens) disparaissent. Comme relativement peu de coupes géologiques permettent d'observer le passage du **Trias** au **Jurassique**, cette extinction est assez mal connue. Quelques chercheurs ont avancé un refroidissement de la biosphère associé à une baisse

du niveau marin pour expliquer cette extinction, d'autres ont noté l'existence de "quartz choqués" et d'iridium respectivement en Italie et en Autriche, ce qui pourrait accréditer l'hypothèse d'un événement de type cataclysmique. Le plus grand cratère visible sur la Terre à partir de l'espace est le cratère de Manicouagan au Québec ; il a un diamètre de 70 km et un âge voisin de la limite **Trias-Jurassique**.

L'extinction de la limite Permien-Trias

Cette extinction, qui a eu lieu il y a 247 Ma, est la plus puissante du **Phanérozoïque**. Les paléontologues estiment que la **moitié des familles et 75 % des espèces** disparaissent dans le milieu marin au cours de l'extinction de la limite **Permien-Trias**. Les Goniatites, Brachiopodes et Ostracodes déclinent fortement tandis que les Fusulinacées (Foraminifères), les Rugeux (Tétracoralliaires), les Tabulés (coraux fossiles) et les Trilobites (Arthropodes) disparaissent complètement. Les Vertébrés sont aussi touchés. De toutes les grandes extinctions du **Phanérozoïque**, celle-ci est la moins connue car les dépôts de cette époque sont très rares et généralement continentaux. Pour quelques chercheurs, des traces de glaciations en Sibérie permettraient de lier cette extinction à un refroidissement de la biosphère ; pour d'autres, elle serait liée aux trapps de Sibérie. L'extinction de la limite **Permien-Trias** a permis de fixer la limite entre les ères primaire et secondaire.

L'extinction du Dévonien supérieur

Elle a eu lieu, il y a 375 Ma, à proximité de la limite des étages **Frasnien** et **Famennien**, deux étages définis en Belgique, au **XIX^e siècle**. Au **Dévonien**, toute la partie sud de la Belgique était couverte par une mer chaude, peu profonde et parsemée de récifs. Ce sont ces récifs et toute la faune associée qui disparaissent au cours de l'extinction du **Dévonien**. En fait, **20% de toutes les familles et 50 % de tous les genres marins** seraient éliminés à ce moment. Les organismes les plus touchés sont les Coraux (Tabulés et Rugeux), les Stromatopores, les Brachiopodes, les Goniatites, les Trilobites et les Tentaculites. Parmi les Vertébrés, de nombreux Placodermes (Poissons cuirassés) disparaissent. Cette extinction est liée à des problèmes d'anoxie au sein de la mer frasnienne et peut-être à un événement de type cataclysmique. En effet, des tectites ont été récoltées à proximité de la limite **Frasnien-Famennien** à Senzeille et à Hony, en Belgique.

L'extinction de la fin de l'Ordovicien

Au cours de cette extinction qui a eu lieu il y a 438 Ma, le tiers des familles de Brachiopodes, de nombreux Othocères (Céphalopodes), Trilobites, Bryozoaires, Graptolithes, Conodontes et animaux constructeurs de récifs disparaissent. Cette extinction est souvent mise en relation avec un refroidissement de la biosphère. Il existe de nombreuses traces de glaciation sur le continent de Gondwana, au niveau du Sahara actuel.

Conclusions

Depuis qu'**ALVAREZ** et ses collaborateurs ont émis l'hypothèse liant la grande extinction de la limite **Crétacé-Paléocène** à un impact de météorite, de très nombreuses recherches ont été menées au niveau des extinctions en masse afin de mieux en comprendre les causes. A l'heure actuelle [1995], une cinquantaine d'articles abordant d'une manière ou d'une autre le problème des extinctions paraissent chaque mois dans

les revues scientifiques. Les résultats de ces recherches, parfois contradictoires, tendent dans l'ensemble à confirmer que, à plusieurs reprises, les conditions de vie sur la Terre ont été modifiées de manière considérable pendant une courte période. Si les chercheurs ne s'accordent pas encore sur les mécanismes conduisant aux extinctions, il paraît de plus en plus évident que les modifications climatiques et du niveau marin, invoqués par de nombreux paléontologues, ne peuvent, à elles seules, expliquer ces extinctions. Des événements cataclysmiques, impacts de météorite ou volcanisme, voire l'apparition d'eaux anoxiques dans les océans ont par moment modifiés de manière considérable le cours de l'évolution.

Avec l'aimable autoisiation de l'auteur et de J.-M. Cordy



Concurrence avec les Mammifères