

Le catastrophisme revient en force !

Ariel A. Roth

Les hésitations de la science

vis-à-vis du catastrophisme

De bon matin, le 14 novembre 1963, les membres de l'équipage d'un bateau de pêche, le *Isleifur II*, remarquèrent une étrange odeur de soufre dans l'air, mais très vite n'y accordèrent plus d'importance. Environ une heure plus tard, le bateau, navigant près de la côte islandaise, commença à rouler de manière inhabituelle. Dans la faible lumière de l'aurore, l'équipage observa une fumée sombre qui s'élevait vers le sud. Pensant qu'un bateau pouvait être en feu, ils vérifièrent les éventuels SOS sur leur radio, sans résultat. Regardant avec ses jumelles, le capitaine constata que des colonnes de fumée noire faisaient éruption de la mer à une distance d'environ un kilomètre. L'équipage suspecta alors immédiatement un volcan ; après tout ils devaient savoir, puisqu'ils venaient d'Islande où l'activité volcanique est presque un mode de vie. Les pêcheurs étaient juste au-dessus de la dorsale médio-atlantique en pleine activité volcanique. A cet endroit, le fond de l'océan est à environ 100 mètres de profondeur, de sorte que l'activité d'un volcan sous-marin pouvait être aisément observée depuis la surface.

La perturbation se poursuivit toute la journée, avec des jets de pierres, des éclairs et une colonne de vapeur, de cendres et de fumée s'élevant à 3 kilomètres dans l'atmosphère. En cinq jours, là où auparavant il n'y avait que l'océan, s'était formée une île de 600 mètres de longueur (Figure 1). L'île, nommée plus tard Surtsey d'après le nom du géant de la mythologie *Surtur*, finit par atteindre un diamètre de près de 2 kilomètres. De manière étonnante, lorsque les scientifiques visitèrent l'île, elle leur parut comme si elle avait existé depuis longtemps. En cinq mois environ s'étaient formées une plage et une falaise d'apparence mature (Figure 2). L'un des chercheurs fit ce commentaire : « Ce qui ailleurs peut prendre des mil-

liers d'années [...] peut se produire ici en quelques semaines ou même quelques jours. Sur l'île de Surtsey, seulement quelques mois ont suffi pour créer un paysage si varié et si évolué que cela semble presque incroyable¹. »

Habituellement, sur notre Terre relativement tranquille, les changements ne se produisent pas rapidement, mais de temps en temps des événements comme la formation de l'île de Surtsey nous rappellent que des changements catastrophiques rapides ont effectivement lieu.

Catastrophisme et uniformitarisme

Le catastrophisme et l'uniformitarisme ont joué un grand rôle dans l'interprétation de l'histoire de la terre. Le premier suppose d'importants événements géologiques rapides et inhabituels, alors que le second s'impose avec le concept opposé de changements faibles, lents et prolongés. Les périodes longues requises par les changements uniformitaristes lents exigent que l'on renonce au récit biblique d'une création récente quand il s'agit d'expliquer la formation d'énormes couches géologiques et les fossiles qui apparaissent à la surface de la terre. L'uniformitarisme s'accorde mieux avec une histoire évolutive prolongée et de longues périodes géologiques, alors que le catastrophisme s'accommode mieux du concept biblique d'une création récente et du déluge planétaire qui a suivi. Le déluge biblique, qui pourrait déposer rapidement les couches géologiques, représente un exemple de catastrophisme de premier ordre.

Pendant la plus grande partie de l'histoire de l'humanité, le catastrophisme fut une conception bien acceptée², présente dans la mythologie ancienne et dans l'Antiquité grecque et romaine. L'intérêt déclina au Moyen-Age, malgré le fait que les Arabes suivirent de près Aristote, qui croyait aux catastrophes. La Renaissance

vit un regain d'intérêt pour le catastrophisme. Les nombreux fossiles marins trouvés dans les Alpes furent souvent expliqués comme le résultat du déluge. Les XVIIe et XVIIIe siècles connurent des tentatives d'harmonisation de la science avec les récits bibliques de la création et du déluge. Cependant, il y eut quelques détracteurs notables, comme René Descartes (1596-1650), qui suggéra que la Terre s'était formée par un processus de refroidissement. Les idées orthodoxes commencèrent à se modifier : le déluge pourrait être dû à des causes naturelles et ne pas être à l'origine de toutes les couches sédimentaires. En France, Georges Cuvier (1769-1832) proposa des catastrophes multiples, alors que d'autres à la même époque plaidèrent en faveur de l'uniformitarisme.

Au même moment, en Angleterre, le déluge biblique fut fermement soutenu par des personnalités telles que William Buckland, Adam Sedgwick, William Conybeare et Roderick Murchison. C'est dans ce milieu que fut édité un livre qui allait avoir plus d'influence que tout autre sur la pensée géologique.

Principles of Geology parut pour la première fois en 1830³. Écrit par Charles Lyell, il modifia considérablement la tendance dominante de la pensée géologique, qui passa du catastrophisme au strict uniformitarisme avec ses changements lents. Au milieu du XIXe siècle, l'uniformitarisme allait devenir un concept dominant et le catastrophisme une idée en déclin. On essaya alors par différents moyens de réconcilier le récit biblique d'une création récente avec les longues périodes géologiques proposées par l'uniformitarisme.

Le cas Bretz

En 1923 Harlen Bretz, géologue à l'esprit indépendant, décrivit l'un des paysages les plus inhabituels que l'on puisse trouver à la surface de notre planète. Couvrant quelque 40 000 kilomètres carrés au sud-est de l'Etat de Washington (U.S.A.), il est caractérisé par un vaste réseau d'immenses canaux sans eau, parfois larges de plusieurs kilomètres, formant un dédale de buttes et de canyons creusés dans une roche volcanique dure. Contrairement aux vallées des rivières, qui



Figure 1. L'île de Surtsey en cours de formation, au sud de l'Islande. A ce stade, elle n'a que quatre jours.



Figure 2. La nouvelle île de Surtsey. Remarquez la plage, la falaise et les personnages donnant l'échelle. Au premier plan sur la plage, on distingue le krill, petits crustacés planctoniques, servant de nourriture aux baleines. Les rochers à l'horizon ne font pas partie de l'île. Cinq mois et deux jours plus tôt, c'était à cet endroit la pleine mer.

Deux photos extraites de *Surtsey*, de Sigurdur Thorarinsson. Copyright © 1964, 1966, Almenna Bokafelagid. Reproduites avec l'autorisation de Viking Pinguin, filiale de Pinguin Putnam Inc.

ont généralement une forme en V évasé en coupe transversale, ces canaux montrent souvent des versants escarpés et un fond plat. De plus, d'énormes amas de gravier fluviatile ont été trouvés à différentes altitudes. Des traces de centaines d'anciennes chutes d'eau, certaines attei-

gnant jusqu'à 100 mètres de hauteur, avec de grandes marmites de géant creusées à leur base, témoignent de quelque chose de très inhabituel.

Comment cet étrange paysage s'est-il formé ? Bretz eut une idée, mais il n'en fallut pas plus pour déclencher une con-

traverse géologique qui dura quarante ans. Dans sa première publication sur ce sujet, Bretz ne dit pas qu'il suspectait une grande inondation catastrophique, mais il se contenta d'indiquer que de prodigieuses quantités d'eau avaient dû intervenir⁴. Cependant, plus tard dans la même année, il publia un second article exposant l'idée que ce paysage avait été formé par une inondation véritablement catastrophique, de grande étendue mais de courte durée. Cette inondation avait raboté la région, creusé des canaux et déposé d'immenses bancs de gravier⁵.

A cette époque, les géologues s'opposaient à toute explication faisant appel à des catastrophes, et Bretz le savait. L'uniformitarisme était la conception acceptée de tous ; bien que leur impact ait été reconnu, les volcans et les tremblements de terre étaient considérés comme peu importants. Le catastrophisme était un anathème ; il était dans la même catégorie que celle dans laquelle se trouve aujourd'hui l'idée de création dans les milieux scientifiques, c'est-à-dire totalement inacceptable. La communauté des géologues devait prendre des mesures à l'égard de ce jeune parvenu de Bretz, qui sortait complètement du rang. Ses idées hérétiques étaient trop proches de l'idée rejetée du déluge biblique⁶. Adopter ses théories, pensaient-ils, serait revenir au Moyen-Âge⁷.

Comme Bretz, qui était professeur à l'université de Chicago, continuait son étude et ses publications, certains géologues décidèrent de persuader leur collègue rebelle. En 1927, il fut invité à présenter ses points de vue à la Société géologique de Washington, D.C. Il y avait une intention particulière derrière cette invitation : « Une véritable phalange de sceptiques s'était assemblée pour débattre de l'hypothèse de l'inondation⁸. » Après la présentation de Bretz, cinq membres du prestigieux U.S. Geological Survey présentèrent leurs objections et leurs explications alternatives comme la glaciation et autres modifications lentes⁹. Deux de ces géologues n'avaient même pas visité la région ! En leur répondant, un Bretz fatigué fit ce commentaire : « Il se peut, pourtant, que mon attitude dogmatique sans appel s'avère contagieuse¹⁰. » Un des principaux problèmes concernant l'idée

de Bretz demeurait sans réponse : d'où venait si soudainement toute cette eau ? Apparemment personne ne changea d'avis durant la rencontre ; l'idée d'une inondation catastrophique semblait toujours absurde pour la plupart des scientifiques.

Dans les années qui suivirent, la communauté des géologues s'appliqua à développer des alternatives au modèle de Bretz. Selon les termes de Bretz, l'« hérésie devait être étouffée tranquillement mais fermement¹¹ ». Cependant, les études sur le terrain continuèrent à fournir des données favorables à une interprétation catastrophiste et le conflit commença à se calmer. Bretz et des collègues trouvèrent l'origine des eaux de cette inondation. L'ancien lac Missoula, plus à l'est, avait autrefois recueilli 2 100 kilomètres cubes d'eau. Certains indices indiquaient qu'un barrage de glace avait contenu le lac. Une rupture soudaine de cette glace aurait libéré l'eau nécessaire pour produire les marques d'érosion rapide observées à l'ouest. Le meilleur argument en faveur de cette explication vint plus tard, quand les scientifiques trouvèrent des rides géantes à la fois dans la région du lac Missoula et dans celle des canaux à l'ouest. Vous connaissez probablement les rides parallèles que l'on voit fréquemment sur les lits sableux des rivières. Celles-ci, habituellement, ne sont séparées que de quelques centimètres d'une crête à l'autre. Les rides du fond du lac Missoula et de l'ouest sont gigantesques — jusqu'à 15 mètres de hauteur, avec un espace de 150 mètres entre deux crêtes¹². Seules d'énormes quantités d'eau se déplaçant rapidement pourraient produire un tel effet. Des études plus récentes se sont concentrées sur les détails. Certaines suggèrent qu'au moins huit épisodes d'inondation ont pu se produire¹³. L'une de ces études proposa une vitesse d'écoulement de l'eau de 108 kilomètres à l'heure, creusant les profonds canaux dans la roche volcanique dure en quelques heures ou jours¹⁴.

Les interprétations magistrales de Bretz, fondées sur une étude soigneuse des roches, furent finalement acceptées par la plupart des géologues. En 1965, l'Association internationale pour la recherche sur le Quaternaire organisa une

excursion dans la région. A la fin du congrès, Bretz, qui n'avait pu y être, reçut un télégramme des participants lui envoyant leurs salutations et se terminant par la phrase : « Nous sommes désormais tous catastrophistes¹⁵. » En 1979, Bretz reçut la Penrose Medal, la distinction la plus prestigieuse pour un géologue aux Etats-Unis. Bretz avait gagné ; et le catastrophisme aussi. Ce Noé des temps modernes et son déluge tout aussi indésirable avaient obtenu gain de cause.

Les courants de turbidité

Au milieu du XXe siècle, certains géologues avaient remarqué que l'uniformitarisme strict contredisait les données tirées des roches elles-mêmes. Bretz avait trouvé des indices de processus très rapides. D'autres scientifiques trouvèrent des couches sédimentaires avec des éléments aussi bien de faible que de grande profondeur¹⁶. Comment ceux-ci ont-ils bien pu se mélanger en milieu calme ? La solution : des coulées de boue sous-marines, partant d'une zone peu profonde et s'écoulant vers la profondeur. Ces coulées de boue rapides, appelées *courants de turbidité*, produisent des dépôts particuliers appelés *turbidites*. Les turbidites se sont avérées étonnamment communes dans le monde entier. D'autres penseurs audacieux ont suggéré divers processus catastrophiques comme les extinctions en masse causées par des afflux de rayons cosmiques de haute énergie¹⁷ et la propagation soudaine d'eau douce arctique dans tous les océans¹⁸. Toutes ces théories indiquent une déviation croissante du strict uniformitarisme.

Le coup de grâce porté à la domination des explications uniformitaristes ne vint cependant pas de l'étude des roches elles-mêmes mais de celle des fossiles qu'elles contiennent. Pourquoi les dinosaures disparurent-ils à la fin du Crétacé, et pourquoi y a-t-il eu d'autres extinctions en masse à d'autres niveaux du registre fossile ? Une cause raisonnable doit être trouvée. Diverses explications ont été proposées pour l'extinction des dinosaures, allant de la famine à l'empoisonnement par des champignons vénéneux ou même au rhume des foies. Cependant, leur disparition avait été généralement considérée comme un mystère. C'est

alors qu'en 1980 le lauréat du Prix Nobel, Luis Alvarez, de l'université de Berkeley, et ses collaborateurs¹⁹ suggérèrent que l'abondance inhabituelle d'iridium trouvée au sommet du Crétacé, à de nombreux endroits à travers le monde, aurait pu provenir d'un astéroïde heurtant la terre et éliminant tous les dinosaures. L'idée engendra une réaction mitigée. Certains la remirent en question parce que les dinosaures et d'autres organismes ne semblaient pas disparaître aussi soudainement que cela dans les couches fossilifères. D'autres proposèrent une activité volcanique généralisée et des incendies à grande échelle, ou une collision avec une comète plutôt qu'avec un astéroïde.

Le débat sur les détails continue, mais la porte est grande ouverte aux interprétations catastrophistes. La littérature scientifique rapporte maintenant un large éventail de grands changements soudains.

Les idées catastrophistes les plus récentes

Certaines idées catastrophistes les plus récentes avancent que des comètes ou des astéroïdes pourraient donner des vagues atteignant jusqu'à huit kilomètres de hauteur²⁰ et des panaches de gaz à des centaines de kilomètres au-dessus de la surface de la Terre²¹. On a proposé d'autres effets comme des souffles d'air à la température de 500°C et à la vitesse de 2 500 kilomètres à l'heure qui pourraient exterminer la moitié des êtres vivants et les tremblements de terre planétaires accompagnés d'ondes sismiques atteignant des hauteurs de 10 mètres. L'ouverture de fissures de 10 à 100 kilomètres et une rapide formation de montagnes ont aussi été proposées²². On a même suggéré que ces collisions auraient pu engendrer le morcellement de l'ancien supercontinent appelé Gondwana²³.

Le catastrophisme a fait un retour rapide, mais il n'est pas exactement le catastrophisme classique d'il y a deux siècles, qui utilisait le déluge biblique comme un événement géologique majeur. Fait intéressant, certains géologues ont suggéré récemment que la collision d'un objet extraterrestre pourrait être liée au récit du déluge de Genèse²⁴. Actuellement, de grandes catastrophes rapides

Christian



sont volontiers acceptées, mais contrairement au déluge biblique, qui ne prit qu'une année, beaucoup de temps est introduit entre de nombreuses grandes catastrophes. Le terme de *néocatastrophisme* semble trouver un accueil favorable à mesure que des tentatives sont faites pour distinguer ce concept plus récent de l'ancien catastrophisme. Le retour aux interprétations catastrophistes a été identifié comme « une grande percée philosophique²⁵ », et il est reconnu que « le rôle important des grandes tempêtes à travers toute l'histoire géologique est de plus en plus accepté²⁶ ». Cette dernière conception coïncide bien avec le modèle biblique du déluge comme une série de tempêtes prolongée pendant un an.

Le néocatastrophisme a stimulé la réinterprétation de nombreuses données géologiques. Par exemple, de nombreux dépôts sédimentaires qu'on croyait être le résultat d'une accumulation lente sont maintenant interprétés comme provenant de rapides courants de turbidité, et certains récifs coralliens, dont on pensait auparavant qu'ils s'étaient formés lentement, sont réinterprétés comme de rapides coulées boueuses de débris.

Exemples de processus rapides

Dans des conditions normales et calmes, les changements à la surface de la Terre se font très lentement. Cependant, il existe de nombreux exemples d'activité catastrophique qui suggèrent de grands changements en peu de temps.

L'érosion peut se produire très rapidement. En 1976, le barrage Teton, nouvellement construit dans l'Idaho (U.S.A.), eut une voie d'eau qui ne put être arrêtée et les eaux impétueuses creusèrent dans le sédiment une profondeur de 100 mè-

tres en moins d'une heure. Le barrage était fait de sédiment tendre, facilement érodé. Cependant, on a proposé que les canaux de Bretz, mentionnés plus haut, ont été creusés dans du basalte dur jusqu'à une profondeur équivalente en quelques jours. On a déterminé que la capacité de transport de l'eau courante est proportionnelle à la puissance 3 ou 4 de la vitesse²⁷. Cela signifie que si la vitesse de l'écoulement est multipliée par 10, l'eau peut transporter 1 000 à 10 000 fois plus de sédiment.

Les non-crétionnistes font remarquer parfois que la colonne géologique est beaucoup trop épaisse pour s'être déposée dans la seule année du déluge²⁸. Il se peut que cela ne soit pas un argument significatif. Bien que la plupart des créationnistes excluraient du déluge la partie inférieure (Précambrien) et la partie supérieure de la colonne géologique, certaines vitesses de sédimentation actuelles sont si rapides qu'il y aurait peu de problème pour déposer la colonne géologique entière en quelques semaines. Les courants de turbidité peuvent déposer leur sédiment localement en quelques minutes ou moins et sur des milliers de kilomètres carrés en quelques heures. Les vastes turbidites, appelées *mégaturbidites*, trouvées en Espagne ont des épaisseurs allant jusqu'à 200 mètres, avec un volume de 200 kilomètres carrés²⁹. Plusieurs processus autres que les courants de turbidité peuvent aussi être la cause du dépôt rapide de sédiments. Un déluge intense durant une année pourrait déposer une grande quantité de sédiment.

On suppose souvent que l'accumulation d'épais couches d'organismes microscopiques comme les falaises de craie de Douvres exige de longues périodes de

temps. Mais une telle accumulation peut se produire rapidement. Le long de la côte de l'Orégon (U.S.A.), une tempête de trois jours a déposé 10 à 15 centimètres de diatomées sur une distance de 32 kilomètres. J'ai vu un oiseau fossile bien conservé et de nombreux poissons dans un épais dépôt de diatomées près de Lampoc, en Californie. Une baleine fut aussi trouvée dans ce dépôt. Une telle conservation exige un ensevelissement rapide avant que la désarticulation de l'organisme ait lieu³⁰. On a découvert que la désarticulation chez les oiseaux se produit normalement en quelques jours. Manifestement, certaines couches d'organismes microscopiques ont été déposées rapidement.

Quelques implications

Nous pouvons apprendre de l'histoire des interprétations catastrophistes ou uniformitaristes. Pendant des milliers d'années, les catastrophes ont été acceptées, puis depuis plus d'un siècle elles furent évacuées de toute pensée scientifique ; elles sont maintenant de nouveau bien acceptées. Cela illustre comment la science change souvent de conceptions et quelquefois accepte même des concepts qui avaient été rejetés. La Bible, au contraire, ne change pas. Il est intéressant de constater que la réacceptation des catastrophes est venue de l'étude des roches elles-mêmes. Nous devrions être prudents quant à l'acceptation des grandes théories, comme l'uniformitarisme, qui sont fondées sur une opinion ou sur une somme réduite d'informations. De plus, les interprétations catastrophistes les plus récentes, acceptées à nouveau par la science, montrent que des événements majeurs peuvent se produire rapidement. Cela rend d'autant plus plausible le récit biblique des commencements, y compris la création et le déluge.

Ariel A. Roth (Ph.D., université du Michigan) est le rédacteur de la revue *Origins* et l'ancien directeur du *Geoscience Research Institute*. Son livre, *Origins : Linking Science and Scripture, duquel cet article a été adapté, a été publié aux éditions Review and Herald*. Voici l'adresse du Dr Roth : *Geoscience Research Institute - Loma Linda*

University ; Loma Linda, California 92350 ; U.S.A. Fax : (909) 824-4314. E-mail : gri@ccmail.llu.edu

Notes et références

1. S. Thorarinsson, *Surtsey : The New Island in the North Atlantic*, S. Eysteinnsson, tr. (New York : The Viking Press, 1964), p. 39.
2. Pour une vue d'ensemble, voir D. Ager, *The New Catastrophism : the Importance of the Rare Event in Geological History* (Cambridge and New York : Cambridge University Press, 1993) ; A. Hallam, *Great Geological Controversies*, 2e éd. (Oxford et New York : Oxford University Press, 1989), p. 30-64, 184-215 ; R. Huggett, *Cataclysms and Earth History : the Development of Diluvialism* (Oxford : Clarendon Press, 1989).
3. C. Lyell, *Principles of Geology ; or The Modern Changes of the Earth and Its Inhabitants Considered as Illustrative of Geology*, éd. rév. (New York : D. Appleton & Co., 1857).
4. J. H. Bretz, « Glacial Drainage on the Columbia Plateau », *Geological Society of America Bulletin* 34 (1923) : 573-608.
5. « The Channeled Scablands of the Columbia Plateau », *Journal of Geology* 31 (1923) : 617-649.
6. E. Allen, M. Burns et S. C. Sargent, *Cataclysms on the Columbia : Scenic Trips to the Northwest's Geologic Past*, No. 2 (Portland, Ore. : Timber Press, 1986), p. 44.
7. J. H. Bretz, « The Channeled Scabland : Introduction », dans V. R. Baker, éd., *Catastrophic Flooding : the Origin of the Channeled Scabland : Benchmark Papers' in Geology* 55 (Stroudsburg, Penna. : Dowden, Hutchinson & Ross, 1981), p. 18, 19.
8. Baker, p. 60 (note 7).
9. Pour un rapport des présentations et des discussions, voir J. H. Bretz, « Channeled Scabland and the Spokane Flood » dans Baker, p. 65-76.
10. Id., p. 74.
11. J. H. Bretz, H. T. U. Smith et G. E. Neff, « Channeled Scabland of Washington : New Data and Interpretations », *Geological Society of America Bulletin* 67 (1956) : 957-1049.
12. Id., J. T. Pardee, « Unusual Currents in Glacial Lake Missoula, Montana », *Geological Society of America Bulletin* 53 (1942) : 1569-1600.
13. J. H. Bretz, « The Lake Missoula Floods and the Channeled Scabland », *Journal of Geology* 77 (1969) : 505-543 ; M. Parfit, « The Floods That Carved the West », *Smithsonian* 26 (1995) 1 : 48-59.
14. V. R. Baker, « Paleohydraulics and Hydrodynamics of Scabland Floods » dans Baker, p. 255-275 (note 7).
15. Bretz 1969 (note 13).
16. M. L. Natland, P. H. Kuenen, « Sedimentary History of the Ventura Basin, California, and the Action of Turbidity Currents », *Society of Economic Paleontologists and Mineralogists Special Publication* 2 (1951) : 76-107 ; F. B. Phleger, « Displaced Foraminifera Faunas », *Society of Economic Paleontologists and Mineralogists Special Publication* 2 (1951) : 66-75.
17. O. H. Schindewolf, « Neocatastrophism ? » V. A. Firsoff, tr. *Catastrophist Geology* 2 (1977) : 19-21.
18. S. Gartner et J. P. McGuirk, « Terminal Cretaceous Extinction Scenario for a Catastrophe », *Science* 206 (1979) : 1272-1276.
19. I. W. Alvarez, W. Alvarez, F. Asaro, H. V. Michel, « Extraterrestrial Cause for the Cretaceous-Tertiary Extinction », *Science* 208 (1980) : 1095-1108.
20. W. M. Napier, S.V. M. Clube, « A Theory of Terrestrial Catastrophism », *Nature* 282 (1979) : 455-459.
21. H. J. Melosh, « The Mechanics of Large Meteoroid Impacts in the Earth's Oceans », *Geological Society of America Special Paper* 190 (1982) : 121-127.
22. V. Clube, B. Napier, « Close Encounters with a Million Comets », *New Scientist* 95 (1982) : 148-151.
23. V. R. Oberbeck, J. R. Marshall et H. Aggarwal, « Impacts, Tillites, and the Breakup of Gondwanaland », *Journal of Geology* 101 (1993) : 1-19.
24. E. Kristan-Tollmann et A. Tollman, « The Youngest Big Impact on Earth Deduced From Geological and Historical Evidence », *Terra Nova* 6 (1994) : 209-217.
25. E. Kauffman, cité dans R. Lewin, « Extinctions and the History of Life », *Science* 221 (1983) : 935-937.
26. D. Nummedal, « Clastics », *Geotimes* 27 (1982) 2 : 22-23.
27. A. Holmes, *Principles of Physical Geology*, éd. rév. (New York : The Ronald Press Co., 1965), p. 512.
28. P. ex., R. L. Ecker, *Dictionary of Science and Creationism* (Buffalo, N.Y. : Prometheus Book, 1990), p. 102.
29. M. Séguret, P. Labaume et R. Madariaga, « Eocene Seismicity in the Pyrenees From Magaturbidites of the South Pyrenean Basin (Spain) », *Marine Geology* 55 (1984) : 117-131.
30. P. G. Davis, D. E. G. Briggs, « The impact of decay and disarticulation on the preservation of fossil birds », *Palaios* 13 (1998) : 3-13.