

Comment la science devrait-elle se situer par rapport à des idées qui semblent inhabituelles, extravagantes ou simplement absurdes ? Prenez par exemple le concept biblique des origines, comportant une intervention intelligente (la Création) et une catastrophe planétaire (le Déluge). Certains scientifiques les rejettent comme absurdes et n'ayant rien à apporter à la science. Mais est-ce juste ? En 1926, le président de la Geological Society of America d'alors dit quelque chose dont les scientifiques feraient bien de se rappeler. Il pressa les géologues de bien vouloir prendre en compte sérieusement les « hypothèses extravagantes », puisqu'au départ toute nouvelle idée paraît extravagante.¹

L'un des principaux attributs de la science est son ouverture aux idées nouvelles. Une théorie scientifique a, par définition, les caractéristiques suivantes :

1. Elle explique en établissant des relations entre des faits considérés jusqu'à présent sans lien.
2. Elle suggère des expériences, stimulant ainsi le progrès scientifique.
3. Elle est testable ; ses conclusions peuvent être vérifiées et les vérités qu'elle prétend apporter se prêtent à la vérification.
4. Elle prédit le résultat d'expériences non réalisées. Si la prédiction est vérifiée, notre confiance dans cette théorie augmentera.

Hypothèses testables et non testables

La plus critique de ces caractéristiques est la capacité d'être testé. Si une théorie ne peut être testée, elle sort du domaine de la science (même si elle peut être vraie). Ceci, conclurent certains, élimine l'idée d'intervention intelligente du domaine de la science. Mais ce n'est pas si simple que cela, car l'interventionnisme et l'évolutionnisme naturaliste ont tous deux des aspects testables et non testables. Les scientifiques seront généralement d'accord pour dire que l'hypothèse « Dieu a créé la vie » ne peut être testée par la science. Cela revient à dire que la science ne peut imaginer une expérience ou une série d'observations qui pourraient réfuter cette hypothèse. Il nous reste donc l'autre hypothèse, « la vie n'a pas été créée par Dieu ». Cette position est habituellement acceptée comme scientifiquement valable.

Rappelez-vous de notre définition d'une théorie utilisable en science : elle peut être testée. Revenons à l'hypothèse « la vie n'a

pas été créée par Dieu ». Peut-on imaginer une expérience ou une série d'observations qui pourraient réfuter cette hypothèse ? On ne peut donc tester ni le concept « Dieu a créé la vie » ni le concept « Dieu n'a pas créé la vie ». La science devrait soit inventer un test expérimental valable pour l'une des hypothèses ou pour les deux, soit arrêter d'essayer de dire que l'une est scientifique et que l'autre ne l'est pas.

Empreintes dans les sables du passé

Peut-on avoir une philosophie et une foi personnelles et garder une crédibilité scientifique ?

Le concept biblique d'une catastrophe universelle présente à la science des dilemmes supplémentaires. Avant d'aborder ce sujet, intéressons-nous à la question du préjugé.

Leonard
R. Brand

Le préjugé est-il un problème religieux ?

De 1923 à 1932 le géologue J. Harlen Bretz présenta des indices montrant que les canyons dans les Channeled Scablands de l'est de l'Etat de Washington résultaient d'une inondation gigantesque. Après une longue lutte pour maintenir des

interprétations traditionnelles, non catastrophiques, des Channeled Scablands, la communauté des géologues a fini par accepter l'évidence de l'évacuation catastrophique des eaux d'un lac glaciaire, le lac Missoula, à travers les Scablands (le déluge de Spokane). Cela entraîna une vive résistance parce que la géologie avait rejeté le catastrophisme biblique, courant au 19^e siècle, quand Charles Lyell développa sa théorie de la géologie uniformitariste. Par conséquent, pour certains géologues l'acceptation de toute interprétation catastrophique n'était pas scientifique. Cependant, de nombreux processus catastrophiques sont maintenant reconnus dans les archives géologiques, mais cette reconnaissance eut de la peine à venir.

V. R. Baker résume ainsi cet épisode historique : « L'hypothèse du déluge de Spokane établit un conflit entre deux pierres angulaires de la philosophie de la géologie : le triomphe de la théorie glaciaire sur le mythe du déluge d'une part, et la tolérance d'hypothèses extravagantes en science d'autre part. Distinguer l'absurdité de l'extravagance est le dilemme classique des scientifiques. »²

Comment pouvons-nous classer une idée avant de l'avoir testée sérieusement ? L'hypothèse du déluge de Spokane proposée par Bretz parut absurde à de nombreux géologues de l'époque, mais les observations faites par la suite ont confirmé son hypothèse.

Il me semble qu'il y a une réponse à ce dilemme. La clé c'est de reconnaître que l'origine d'une idée n'est pas ce qui détermine son caractère scientifique. Les scientifiques tirent leurs idées souvent de toutes sortes de moyens étonnants, même de rêves ou d'observations fortuites. L'origine de l'idée n'est pas le problème. L'idée peut être scientifiquement utilisable *si elle peut être testée*. Si on peut formuler l'idée comme hypothèse et si on peut imaginer des expériences ou des observations qui la réfuteraient si elle était fautive, alors cette idée sera utilisable en science. Même si la croyance non orthodoxe d'un géologue en une catastrophe géologique planétaire lui suggère une hypothèse sur la formation d'une structure géologique quelconque, la source de cette idée est immatérielle. Si l'hypothèse peut être testée avec succès c'est une bonne hypothèse scientifique, même si elle semble extravagante.

Cet argument me conduit à proposer que des théories scientifiquement utilisables

(testables) puissent venir de concepts religieux. Nous ne pouvons pas tester directement l'implication personnelle de Dieu dans l'histoire de la Terre, mais si elle a été effective (par exemple par une catastrophe universelle), ces événements devraient avoir laissé certains indices dans la nature. Si de tels indices existent, le scientifique, qui utilise la Bible comme source d'idées pour développer des hypothèses, devrait pouvoir mener une recherche avec succès.

Certains répondront à cet égard que notre science et notre religion doivent rester séparées et que la religion ne doit pas influencer notre science. Est-ce un problème ? La religion peut-elle influencer notre science ? C'est possible, mais nous courons le risque de rester très superficiels si nous ne prenons pas en considération les multiples facettes de cette question. Chaque scientifique travaille à partir d'une vision du monde avec son ensemble spécifique de présomptions. Ces présomptions influenceront fortement l'interprétation des données. Et cela est vrai pour toute présomption qu'elle contienne ou non des composantes théistes.

Comparez les différences entre ces deux questions sur l'histoire de la vie :

1. Quelle hypothèse est juste ?
 - a. Les êtres vivants sont apparus suivant l'hypothèse d'évolution A.
 - b. Les êtres vivants sont apparus suivant l'hypothèse d'évolution B.
2. Quelle hypothèse est juste ?
 - a. Les êtres vivants sont apparus suivant l'hypothèse d'évolution A.
 - b. Les êtres vivants sont apparus suivant l'hypothèse d'évolution B.
 - c. Les êtres vivants ont été créés par un concepteur intelligent.

Au siècle dernier, la science a choisi des hypothèses de travail qui ne permettaient à un scientifique que de se poser la première question. Cela ne pousse-t-il pas à la partialité ?

On a fait remarquer que la théorie de Charles Lyell (tout changement géologique se produit lentement et graduellement) fut un dérivé culturel imposé aux données³ et que les catastrophistes bibliques de l'époque de Lyell s'étaient dévoués à la science au moins autant que lui. Les historiens ne disent pas cela parce qu'ils sont d'accord avec la vision biblique des opposants à Lyell, mais ils reconnaissent que, sans tenir compte des sources des idées de ces géologues croyant en la Bible, ils étaient de meilleurs observateurs que Lyell. Comme l'expérience de Lyell le montre, la philosophie adoptée par quelqu'un peut influencer ses idées scientifiques. Le préjugé n'est donc pas un problème religieux ; c'est un problème humain que nous devons chacun reconnaître et chercher à résoudre.

Contrôle des préjugés en science

La méthode scientifique de contrôle des préjugés comprend les aspects suivants :

- * Utilisation d'un bon plan de recherche et de données recueillies avec soin.
- * Discussion des résultats spécifiques avec des collègues scientifiques et présentation de papiers dans des rencontres scientifiques.
- * Soumission de papiers à la publication dans des journaux scientifiques reconnus.

Une telle méthode est vraiment un système de jugement par les pairs, qui aide à maintenir la qualité en science. Cette stratégie ne peut pas s'appliquer aux questions philosophiques ou religieuses, mais chaque fois que la philosophie peut nous aider à définir une hypothèse et à rassembler des données provenant de roches, de fossiles ou d'organismes vivants pour tester cette hypothèse, une recherche de ce type peut être soumise efficacement au processus esquisé plus haut.

Actuellement la science adhère à la philosophie du naturalisme, qui écarte toute activité divine dans l'histoire de la Terre. « S'il y a une règle, un critère qui fasse qu'une idée est scientifique, c'est bien qu'elle *doive* faire appel à des explications naturalistes des phénomènes et que ces explications doivent être testées seulement par les critères de nos cinq sens. »⁴

Je suis d'accord avec le fait que la science ne puisse tester expérimentalement le surnaturel, mais la science a été plus loin en acceptant seulement les théories qui n'impliquent ou ne requièrent aucun acte surnaturel à quelque moment que ce soit dans l'histoire. Ce concept saperait la crédibilité des collègues de Lyell, puisque la Bible avait influencé leur vision de l'histoire de la Terre. Cependant, les historiens modernes de la science les acceptent comme de véritables scientifiques parce qu'ils ont été des observateurs minutieux dont les conclusions géologiques étaient cohérentes avec leurs données. Si ces géologues catastrophistes avaient continué leurs recherches à l'époque de Lyell et après, leur influence aurait pu aboutir à un équilibre philosophique. La géologie aurait alors pu échapper à un siècle d'adhésion rigide aux éléments erronés de la théorie de Lyell.

Je crois qu'il serait profitable à la science de respecter et d'accepter des scientifiques consciencieux aux conceptions philosophiques diverses, travaillant selon le

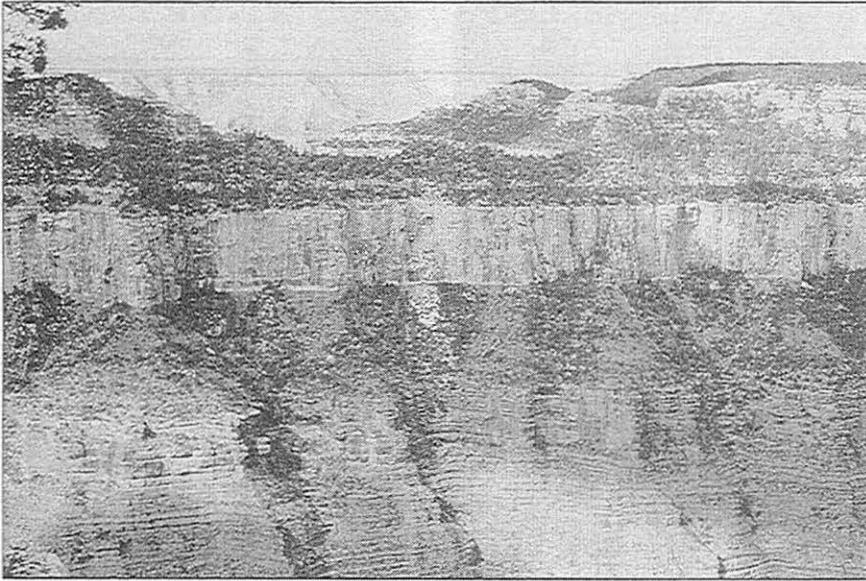


Figure 1. Les Grès de Coconino forment la falaise blanchâtre près du sommet du Grand Canyon.

processus scientifique de jugement par les pairs. Il n'y a pas de meilleur contrôle de qualité que lorsqu'on sait que, quand on présente un papier sur ses derniers travaux, d'autres, y compris ceux qui sont en désaccord, seront prompts à signaler les erreurs que l'on a passé sous silence ! Des scientifiques ayant des philosophies diverses peuvent différer considérablement dans leur vision personnelle de la façon dont les données entreront finalement dans un paradigme général de l'histoire de la terre, mais quand ils analysent des formations géologiques spécifiques ils peuvent parler le même langage puisqu'ils traitent tous des mêmes données.

Les Grès de Coconino

J'illustrerai par un projet de recherche en cours la manière dont la théorie de la géologie catastrophiste suggère des hypothèses destinées à être testées. Un certain nombre de formations gréseuses dispersées dans le monde sont interprétées habituellement comme provenant de dunes de désert. Ces formations sont entrecroisées - autrement dit, composées de nombreuses couches obliques. A mesure que les couches de sable inclinées se déposaient, les amphibiens ou les reptiles en se déplaçant sur celles-ci ont laissé des empreintes qui furent recouvertes et préservées par les couches suivantes. Quand les sédiments se cimentèrent pour former des roches, les empreintes se fossilisèrent. Comment se sont déposées ces masses étendues de sable avec

leurs empreintes d'animaux ? Peuvent-elles nous révéler quelque chose sur les processus géologiques se produisant pendant une catastrophe planétaire ? La théorie catastrophiste suggère que ces grès peuvent ne pas s'être formés dans un désert. Ces questions intrigantes ont stimulé un projet de recherche sur certains de ces grès, les Grès de Coconino de la région du Grand Canyon en Arizona (Fig. 1).

L'explication actuelle des traces fossiles des Grès de Coconino a été développée principalement par le géologue Edwin McKee.⁵ Il compara aussi les empreintes de vertébrés vivants avec les empreintes fossiles⁶ et conclut que les traces fossiles du Coconino s'étaient très probablement formées dans le sable sec d'un désert. Cependant, il est maintenant clair que cette recherche n'a été assez loin pour tester cette hypothèse.

J'ai commencé mon étude par des expériences comme celles de McKee, mais je suis allé plus loin que son travail. J'ai trouvé que les traces expérimentales les plus ressemblantes aux traces fossiles ont été faites sous l'eau.⁷ Récemment j'ai aussi découvert une circonstance très particulière qui préserve de bonnes traces sur du sable sec. Si on mouille le sable, comme le ferait une légère pluie, et si on le laisse sécher ensuite toute la nuit, il y aura une cohésion suffisante entre les grains de sable pour permettre aux animaux de laisser de bonnes traces. Contrairement à ce que certains articles publiés disent, une bonne

préservation des traces n'est pas nécessairement un indice de conditions désertiques. Puisque des traces nettes peuvent être produites aussi bien sous l'eau que sur du sable humidifié de dune, la netteté des traces n'indique pas les conditions dans lesquelles elles ont été produites. D'autres types d'indices sont nécessaires pour résoudre ce problème.

Depuis les travaux de McKee, les scientifiques ont trouvé que les critères précédemment utilisés pour identifier des dépôts de sable formés dans les déserts ne sont pas fiables. Ils ont aussi trouvé que les dunes de sable se forment sous les océans et que les dunes sous-marines sont véritablement identiques par la forme et l'échelle aux dunes déposées par le vent (éoliennes).⁸ Ces dernières années les sédimentologues ont étudié de nouvelles caractéristiques de ces grès. Ils sont maintenant plus confiants dans leur capacité à identifier des dépôts de sable éoliens et considèrent toujours généralement que les Grès de Coconino sont un dépôt éolien de sable d'un désert.⁹ Cependant, tous les géologues ne sont pas d'accord et ma recherche a produit des indices montrant une origine sous-marine des empreintes fossiles.

Le comportement fossile et un analogue de laboratoire

Le type d'indices avec le plus gros potentiel à tester si les traces ont été faites sous l'eau concerne la flottabilité de l'animal qui fait que pendant qu'il imprime ses traces le poids de son corps est partiellement ou complètement supporté par l'eau. J'ai trouvé de nombreuses traces fossiles démontrant un comportement qui n'aurait pu se produire que sous l'eau.¹⁰

Les pistes fossiles normales remontant la pente (Fig. 2A) montrent une alternance régulière des pattes droites et gauches, ainsi que des marques de doigts pointant approximativement dans la direction du mouvement de l'animal. Ces pistes mènent presque toujours au sommet de la pente des couches obliques. Par contre, on a trouvé 87 pistes montrant des indices de déplacement latéral des animaux (Fig. 2B), avec les marques de doigts de toutes les empreintes visibles pointées dans une direction commune qui n'est pas la direction du déplacement de l'animal. Dans certains cas la direction de la piste forme presque un angle droit avec celle dans laquelle pointent les empreintes. Des traces de ce type ont été trouvées sur le terrain ou sur des spécimens de musées de Grès de Coconino provenant de toutes les localités étudiées. Ces pistes

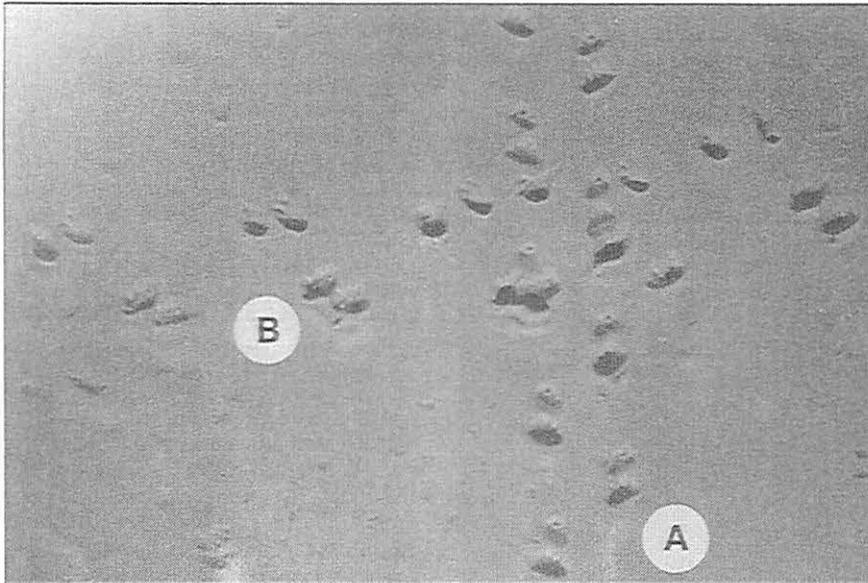


Figure 2. Deux pistes montrant leur orientation et les empreintes. L'une a été faite par un animal se déplaçant normalement (A), et l'autre par un animal se déplaçant latéralement (B).

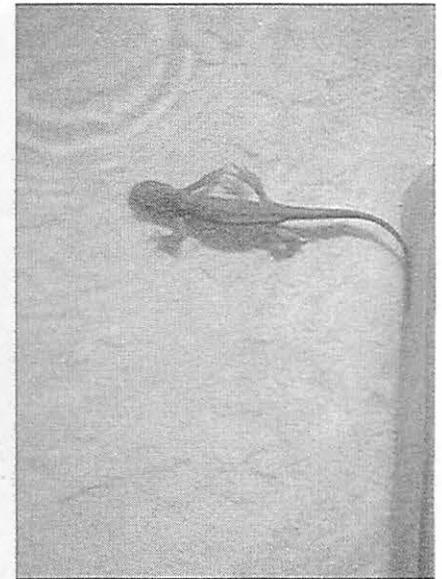


Figure 3. Une salamandre se déplaçant sur le sable dans un bac expérimental en laboratoire.

étaient orientées en travers de la pente avec des marques de doigts pointant vers le sommet de la pente.

Toute interprétation des Grès de Coconino doit expliquer le comportement des animaux qui rend compte de ces pistes. Je ne connais aucun élément permettant de dire que les reptiles ou les amphibiens puissent se déplacer latéralement, en croisant les pattes sous leurs corps afin de maintenir les doigts pointés vers l'avant pendant qu'ils se déplacent sur le côté.

J'ai émis l'hypothèse que ces traces pouvaient s'expliquer par des animaux se déplaçant sous l'eau, déviés latéralement par de faibles courants alors qu'ils essayaient d'aller tout droit. Des expériences ont été menées pour tester cette hypothèse avec des salamandres se déplaçant sous l'eau en laboratoire (Fig. 3). Quelquefois elles se déplacent directement dans ou avec le courant, mais souvent le courant les dévie latéralement. Elles continuent alors à marcher tout en dérivant selon un certain angle par rapport à la direction dans laquelle leur corps était orienté. Les pistes produites dans ces conditions ressemblent de près aux pistes latérales observées dans les Grès de Coconino.

Ces pistes peuvent être très facilement expliquées si les animaux se déplaçaient

sous l'eau. Si l'animal submergé se déplaçait sur le sable alors que l'eau le faisait flotter partiellement (comme c'est le cas chez les salamandres actuelles), il pourrait facilement dériver latéralement lorsqu'il est poussé de côté par un courant latéral. Puisque le corps de l'animal ne repose pas de tout son poids sur le substrat, il peut être dévié latéralement par un courant assez faible. Par contre, si l'animal n'était pas dans l'eau mais se déplaçait sur une dune de désert, aucun mécanisme connu jusqu'à maintenant ne pourrait expliquer cette nette dérive latérale évidente dans le cas de nombreuses pistes fossiles.

On trouve une autre lignée d'indices en faveur de l'hypothèse de l'animal flottant dans l'eau dans le cas de plusieurs pistes. Ces traces commencent brusquement au milieu d'une surface lisse ou se terminent brusquement sans qu'on puisse déterminer où l'animal a pu aller. Des glissements fossiles s'étant produits dans les Grès de Coconino auraient pu recouvrir une partie de la piste, la faisant paraître se terminer brusquement. Cependant ces pistes ne montrent aucun indice de glissements ou d'autres perturbations qui auraient pu effacer les parties manquantes des pistes.

Ces pistes inhabituelles peuvent être expliquées très facilement par un milieu de dépôt qui permet la formation de traces sous-marines. Alors qu'ils se déplacent sur le fond, les animaux ont été brusquement soulevés par le courant ou ont simplement remonté à la nage dans le courant.

L'indication claire de la flottabilité observée dans les pistes décrites plus haut et largement réparties dans les Grès de Coconino, serait très difficile à expliquer si les traces ne s'étaient pas faites sous l'eau. Ces indices comprennent les pistes qui dérivent latéralement, qui débutent ou s'arrêtent brusquement, et les pistes irrégulières dues à un animal flottant ne touchant que par moments le substrat. Ces données indiquent que les pistes fossiles ne soutiennent pas l'hypothèse d'une dune d'origine éolienne. Elles montrent plutôt un dépôt sous-marin d'au moins une partie des Grès de Coconino.

Conclusion

Cette recherche a-t-elle prouvée que les Grès de Coconino furent produits par une catastrophe universelle ? Non. Une telle affirmation ne serait pas juste. Le fait que ces grès aient été déposés sous l'eau peut s'intégrer dans une théorie géologique non catastrophiste. Il n'est pas possible de penser prouver scientifiquement qu'une théorie, aussi vaste que celle de la catastrophe universelle biblique, soit vraie. Ce que la recherche sur les Grès de Coconino a fait, c'est de démontrer comment les catastrophistes peuvent utiliser leur théorie pour développer des hypothèses spécifiques au sujet d'une structure géologique (les Grès de Coconino) et mener à bien une recherche scientifique pour tester ces hypothèses. C'est

Suite page 33

Empreintes...

Suite de la page 12

un critère que la science utilise pour déterminer la valeur scientifique de toute théorie.

Pour certains la philosophie présentée ici semble extravagante, mais l'avantage de la science d'impliquer des personnes ayant des philosophies différentes est que chacun peut reconnaître certains types de données que d'autres pourraient négliger. Le test ultime de toute prétention des scientifiques est leur honnêteté dans le traitement des données et la qualité de leur recherche et non par leur philosophie personnelle. Pour la science, juger une personne simplement sur son honnêteté et son efficacité devrait être suffisant. Ceci éliminerait un grand nombre de batailles sur des sujets philosophiques. Une hypothèse extravagante, quel qu'en soit la source, n'est pas absurde si elle peut être testée par une recherche sérieuse. □

Leonard R. Brand (Ph.D., Cornell University) enseigne la biologie et la paléontologie à l'université de Loma Linda, Loma Linda, Californie, USA.

Notes et références

1. W. M. Davis, « The Value of Outrageous Hypotheses », *Science* 63 (1926):463-468.
2. V. R. Baker, « The Spokane Flood Controversy and the Martian Overflow Channels », *Science* 202 (1978):1249-1256.
3. S. J. Gould, « Lyell's Vision and Rhetoric », in W. A. Berggren and J. A. van Couvering, eds., *Catastrophes and Earth History: The New Uniformitarianism* (Princeton, N.J. : Princeton University Press, 1984).
4. N. Eldredge, *The Monkey Business : A Scientist Looks at Creationism* (New York : Pocket Books, 1982).
5. E. D. McKee, « The Coconino Sandstone-Its History and Origin », *Carnegie Institution of Washington, Contributions to Paleontology*, Publication No. 40 (1933):77-115.
6. E. D. McKee, « Experiments on the Development of Tracks in Fine Crossbedded Sand », *Journal of Sedimentary Petrology* 17 (1947):23-28.
7. Voir L. R. Brand, « Fields and Laboratory Studies on the Coconino Sandstone (Permian) Fossil Vertebrate Footprints and Their Paleocological Implications », *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology* 28 (1979):25-38.
8. K. O. Stanley, W. M. Jordan, and R. H. Dott, « New Hypothesis of Early Jurassic Paleogeography and Sediment Dispersal for Western United States », *American Association of Petroleum Geologists Bulletin* 55 (1971):10-19.
9. Voir par exemple L. T. Middleton, D. K. Elliot, and M. Morales, « Coconino Sandstone », in S. S. Beus, and M. Morales, eds., *Grand Canyon Geology* (Oxford : Oxford University Press, 1990), p. 183-202 ; P. Hesp, and S. G. Fryberger, eds., « Eolian Sediments », *Sedimentary Geology* 55 (1988):184 ; G. Kocurek, ed., « Late Paleozoic and Mesozoic Eolian Deposits of the Western Interior of the United States », *Sedimentary Geology* 56 (1988):413.
10. Voir L. R. Brand and T. Tang, « Fossil Vertebrate Footprints in the Coconino Sandstone (Permian) of Northern Arizona : Evidence for Underwater Origin », *Geology* 19 (1991):1201-1204. ; L. R. Brand, "Reply : Fossil Vertebrate Footprints in the Coconino Sandstone (Permian) of Northern Arizona : Evidence for Underwater Origin," *Geology* 20 (1992):668-670.