

L'énigme des arbres pétrifiés

Comment pouvons-nous expliquer, dans le cadre d'une chronologie biblique courte, la superposition de cinquante couches d'arbres pétrifiés en position apparente de croissance ?

Harold G. Coffin

Pendant des années, les géologues et les paléontologues ont avancé certaines suppositions apparemment fondées qui se sont révélées par la suite fausses ou inexactes. Parmi celles-ci se trouve l'hypothèse selon laquelle tous les arbres pétrifiés debout sont en position de croissance (autochtones). Comme l'existence d'arbres dressés fossilisés a joué un rôle important dans l'évaluation de l'échelle des temps géologiques, les créationnistes qui croient en un déluge universel et en une chronologie courte de la vie sur terre se doivent d'étudier ce phénomène avec prudence.

Survol historique

Au 18^{ème} siècle et pendant la première moitié du 19^{ème}, les géologues qui acceptaient le récit biblique d'un déluge universel ont été mis à l'écart sur le plan philosophique par leurs collègues en raison d'observations supportant la thèse des longues périodes géologiques, comme en particulier la présence de souches d'arbres verticales dans le Carbonifère de l'Europe et du Canada.¹ En effet, si l'on trouve des arbres *in situ* entre et dans les couches de charbon, il est impossible que ces gisements aient été déposés par le déluge biblique.

Pour Charles Lyell, l'existence d'arbres pétrifiés debout est un argument de poids en faveur de la thèse de longues périodes de temps dans l'histoire de la terre, une idée marquante qu'il a exposée avec succès dans son célèbre ouvrage *Principles of Geology*.² Cette conception généralement admise s'est imposée durant la deuxième moitié du 19^{ème} siècle (les arbres debout dans les gisements

de charbon étaient en position de croissance) ; elle a été mise en question pendant quelques années vers la fin du siècle par Henri Fayol, géologue français travaillant pour une compagnie de charbon, qui a publié ses observations sur le flottage des plantes et des arbres des bassins de lavage du charbon.³ D'autres études limitées à la prêlle (*Equisetum*) ont donné les mêmes résultats.⁴

Pendant la plus grande partie du 20^{ème} siècle, l'uniformitarisme a dominé en matière de géologie, laissant peu de place à des recherches sur l'origine allochtone (due à un transport) du charbon ou des arbres pétrifiés.

Les caractéristiques d'une forêt vivante

Est-il possible de déterminer si les arbres trouvés dans une forêt pétrifiée sont en position de croissance ou ont été transportés — s'ils sont autochtones ou allochtones ? Avant d'apporter une réponse à cette question, examinons d'abord certains traits propres aux forêts vivantes.

1. Une forêt en pleine croissance produit une couche d'humus, sauf si le sol est trop en pente et raviné par l'érosion. Une coupe transversale montre en général près de la surface un terreau grossier, noir, en décomposition peu avancée, qui se transforme en profondeur en une substance organique plus claire et plus fine.

2. A maturité, les feuilles, les aiguilles, les fleurs, le pollen, les cônes et les graines sont dispersés par le vent, l'eau et les insectes. En général il existe un rapport inverse entre la quantité de particules végétales recouvrant le sol et la distance qui les sépare de l'arbre producteur.

3. Les arbres qui vivent dans les mêmes conditions climatiques et écologiques ont tendance à avoir un schéma de croissance identique. La sécheresse se remarque par la production d'anneaux de croissance étroits ; un climat humide, par contre, entraînera normalement la formation d'anneaux plus larges. Ceci est particulièrement évident pour les arbres qui poussent dans des conditions difficiles.⁵

4. Dans une forêt adulte située en terrain plat, on trouve, partout sur le sol, des arbres morts à différents stades de décomposition. Des monceaux d'écorce s'accumulent à la base des souches mortes. Les racines des arbres dressés sont intactes.

5. Dans la plupart des forêts des régions tempérées, on note la prédominance de quelques familles d'arbres. Les contraintes écologiques comme la température, les saisons et les précipitations favorisent la croissance de certaines espèces et en gênent d'autres.

Les forêts pétrifiées de Yellowstone

Ce qui frappe le plus, lorsqu'on observe les arbres pétrifiés du parc national de Yellowstone, c'est la position verticale d'un grand nombre de souches. C'est sans doute l'argument le plus fort en faveur des arbres *in situ* (Illustration 1). On a compté au moins 48 forêts superposées. La croissance d'un tel nombre de forêts successives, les unes sur les autres, demanderait un minimum de 15 000 ans. Cette estimation part du principe que 300 anneaux correspondent à la taille moyenne de l'arbre le plus vieux de chaque couche ; ce chiffre nous vient de la Specimen Creek Pe-

trified Forest du parc Yellowstone. Dorf a accordé 200 ans pour le commencement du reboisement et 500 ans pour arriver à la taille moyenne des plus grands arbres de chaque couche.⁶ Pour 27 couches dans la région des forêts fossiles, il a suggéré le chiffre approximatif de 20 000 années. En se basant sur ces calculs, la formation de la Specimen Creek Petrified Forest, qui possède deux fois plus de couches d'arbres, demanderait au moins

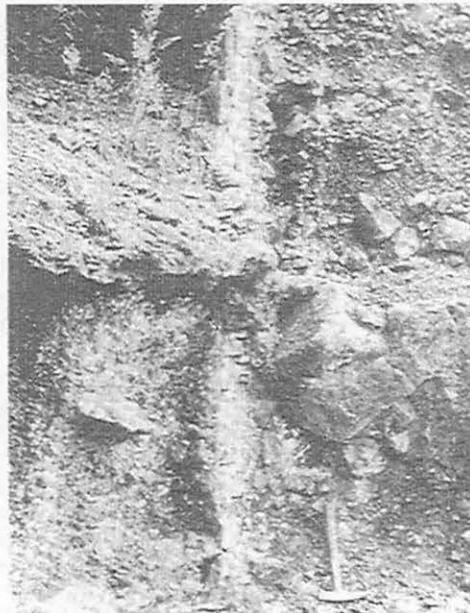
40 000 années. Les falaises et les pentes sur lesquelles les arbres pétrifiés sont exposés représentent une érosion de plus de 1 200 mètres à la verticale (3 400 ft). Dans des circonstances géologiques normales, cette forte érosion poserait un problème de temps plus grand que la croissance des arbres elle-même.

Si les arbres ont été arrachés par l'eau d'une forêt en pleine croissance et apportés à l'endroit où ils se trouvent actuellement, certaines des racines, en particulier les grosses, devraient être cassées. Quand des arbres sont arrachés du sol, lors d'opérations de déboisement, les petites racines sont en général épargnées, mais les grosses sont souvent cassées. J'ai trouvé plusieurs cas de racines « coupées » net associés aux arbres pétrifiés debout de Yellowstone. Beaucoup d'autres exemples suggèrent des cassures semblables, mais une identification claire de ce phénomène sur le terrain est souvent difficile à cause des cassures qui se sont produites après la pétrification et de la difficulté à creuser dans la roche durcie pour exposer les racines. De plus, dans le parc national, il est interdit de creuser autour des arbres pétrifiés.

Parfois, les couches successives de souches debout ne sont séparées que de 30 centimètres. Il arrive même qu'un tronc plus grand dépasse de sa couche et se retrouve au niveau de



1. Une partie de la forêt pétrifiée de Specimen Creek au parc national de Yellowstone. On remarque plusieurs souches en position verticale sur la pente érodée.



2. Une petite souche pétrifiée au niveau d'une couche de matière organique. Notez la taille des blocs entourant l'arbre. Un petit arbre pourrait-il rester en position de croissance dans une avalanche de boue contenant des blocs aussi massifs ?

« forêt » supérieur. Dans ce cas, le sommet de la souche serait exposé pendant la croissance des arbres de la couche supérieure. Si les arbres se trouvaient dans une position de croissance, on s'attendrait à voir le sommet de la souche qui dépasse en état de décomposition ; or, on ne remarque rien de tel.

Au début, on avait identifié une centaine d'espèces de plantes dans les

forêts pétrifiées de Yellowstone,⁷ mais des études plus récentes des pollens fossilisés en ont reconnu plus de 200.⁸ Or, si les arbres sont en position de croissance, la diversité écologique représentée par les espèces est surprenante. On y trouve des arbres appartenant à des régions tempérées (pins, séquoias, saules), des plantes tropicales et exotiques (figuiers, lauriers, arbres à pain), des espèces poussant dans des régions semi-désertiques et des

arbres des forêts équatoriales. Cette diversité pourrait indiquer que les forêts fossiles sont le résultat d'un regroupement artificiel de souches, de feuilles et de pollen venant de différentes zones écologiques.

Des anneaux de croissance identiques pour des souches pétrifiées d'une même couche indiquent soit que les arbres ont poussé à la même époque à l'endroit où ils se trouvent actuellement, soit qu'ils ont poussé ailleurs et ont été transportés en même temps à leur emplacement actuel. Par contre, si les souches de niveaux différents ont des anneaux qui concordent, cela indique que ces arbres ont poussé à la même époque ailleurs et ont été transportés plus tard là où ils se trouvent actuellement.

Quelques arbres ont des signatures (schémas d'anneaux caractéristiques) qui concordent.⁹ Certains de ces arbres se trouvent au même niveau, tandis que d'autres sont à des niveaux différents. Ces résultats confirment

les hypothèses fortement en faveur d'une origine par transport (allochtone) des forêts de Yellowstone.

Il est intéressant de noter que ni l'écorce ni les branches des arbres n'ont été préservées. Certains des grands troncs couchés avaient des branches de plus de 30 centimètres de diamètre, mais maintenant, il ne reste plus que des nœuds érodés. Si des glissements de boue d'origine

volcanique ont réussi à arracher les branches et à enlever l'écorce des arbres enracinés, pourquoi les petits arbres n'ont-ils été ni courbés ni cassés ? Pourtant, dans certains endroits, on trouve de petits arbres dressés de seulement trois centimètres de diamètre. Les blocs des conglomérats environnants ont quelquefois un diamètre beaucoup plus grand que les arbres sur lesquels ils s'appuient. Cependant, sur les centaines d'arbres pétrifiés étudiés au cours des années passées, on n'en a trouvé que deux présentant une fracture incomplète (ce qui prouve qu'ils ont été cassés par cisaillement horizontal). Si les arbres avaient été transportés, c'est-à-dire s'ils avaient été déplacés ou immergés dans de la boue et des rochers qui les auraient ensevelis, ils n'auraient pas été sujets à des cisaillements horizontaux.

Les couches organiques

Jusqu'à présent, nous n'avons considéré que les souches des arbres pétrifiés de Yellowstone. Au niveau de la racine des souches dressées, on trouve des couches de matière organique composée de feuilles, d'aiguilles et de débris végétaux qui constituent, semble-t-il, le sol forestier dans lequel les arbres ont poussé (Illustration 2). Or, l'étude de ces niveaux indique qu'ils ne correspondent pas à des couches de croissance typiques.

Il y a une absence totale de dé-

composition différentielle de haut en bas dans les zones organiques des forêts pétrifiées de Yellowstone. La plupart des niveaux organiques de Yellowstone n'ont pas un profil pédologique clair. Cela veut dire que la matière organique est mélangée avec les sédiments sans ordre précis de densité ou que, contrairement aux sols actuels, les plus grandes accumulations de matière organique se trouvent en bas.¹⁰

Environ deux cents lames minces de couches organiques ont été examinées. L'action de l'eau apparaît de façon frappante. Sur presque la moitié des lames, on remarque un classement normal (particules de plus en plus fines vers le haut). Un classement inverse (particules de plus en plus grossières vers le haut) n'est pas inhabituel. On remarque aussi un classement granulométrique de la matière organique à certains niveaux qui montre une relation entre la taille des cendres et la taille de la matière organique — à des cendres fines correspond une matière organique fine ; à des cendres grossières correspond une matière organique grossière. On note même un classement granulométrique au niveau des particules inorganiques qui se trouvent entre les feuilles, les aiguilles et les débris végétaux. Seule la décantation simultanée de cendres et de feuilles en suspension dans un milieu liquide peut expliquer ce phénomène.

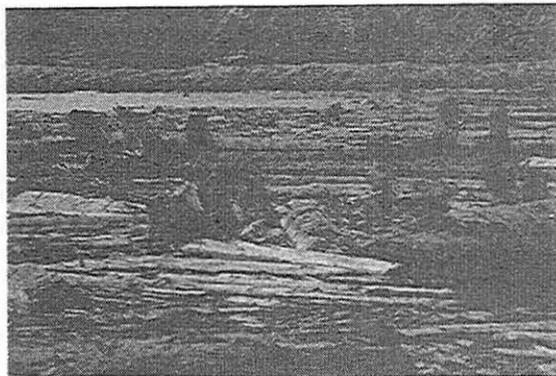
On remarque aussi un manque

d'harmonie taxinomique entre les fossiles préservés dans les sédiments organiques et les principales espèces d'arbres se trouvant au même niveau. En effet, étant donné que la majorité des arbres dressés sont des séquoias, on s'attendrait à trouver beaucoup d'aiguilles de séquoia et quelques cônes. Or, on note une grande quantité de larges feuilles mais peu d'aiguilles (dont la plupart n'appartiennent pas à des séquoias) dans les sédiments organiques. Les cônes, quels qu'ils soient, sont rares.

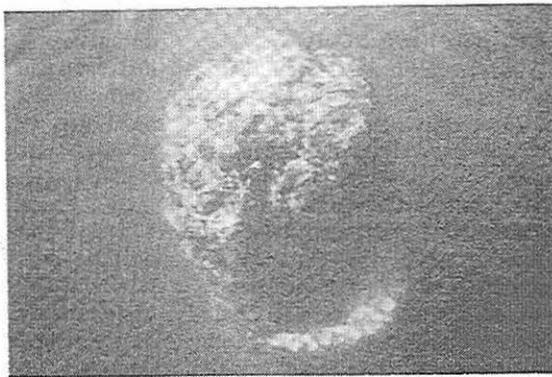
L'étude palynologique de Fisk (analyse des pollens et spores) a repéré peu de pollen de sycomore, espèce bien représentée par des feuilles fossiles.¹¹ Un pollen comme celui du sycomore, transporté par le vent, aurait dû se voir facilement sur le sol forestier. Dans une autre étude palynologique, DeBord a examiné avec soin quatre niveaux.¹² Il n'a trouvé aucune relation nette entre l'abondance du pollen fossile et la proximité des arbres producteurs possibles. Le pollen des pins, par exemple, était pratiquement absent dans trois des quatre niveaux analysés. On a remarqué le même manque de relation positive au niveau du bois.¹³

L'étude des éléments trace dans chaque couche de cendres volcaniques et de conglomérats montre une similitude. Quatre signatures distinctes se répètent et alternent le long

Suite page 30



3. Des souches dressées forment un radeau géant à la surface du lac Spirit, près du mont Saint Helens. Ceux qui ne sont qu'à quelques centimètres au-dessus du niveau de l'eau ne sont pas visibles sur cette photo.



4. Cette grosse souche, dont le sommet n'est qu'à un mètre de la surface de l'eau, est posée au fond du lac Spirit. Elle a été projetée dans le lac par l'éruption du mont Saint Helens en 1980. On estime qu'il se trouve au fond du lac environ 20 000 souches semblables.

L'énigme des arbres. . .

☞ *Suite de la page 13*

des 73 niveaux d'arbres pétrifiés et de zones organiques de Specimen Creek Fossil Forest. Si des centaines ou des milliers d'années séparent la formation des différentes couches, chaque niveau devrait avoir une signature éléments trace différente. Cette recherche, menée par Clyde Webster du Geoscience Research Institute, est toujours en cours actuellement.

En dépit des apparences, les forêts pétrifiées de Yellowstone ne sont probablement pas en position de croissance. Quand on rassemble tous les

éléments donnés, on se rend compte qu'un cataclysme accompagné de masses d'eau et d'arbres flottants fournit une explication bien plus satisfaisante.

Une explication

Face à toutes ces observations, je propose donc le schéma suivant. L'activité volcanique de la région de Yellowstone a eu lieu alors que l'endroit se trouvait en partie du moins immergé. Des arbres, certains en position verticale, ainsi que des débris organiques y flottaient. Au fur et à mesure que les arbres et les substances végétales se saturèrent en eau, ils se déposèrent au fond. Au bout

d'une période de temps relativement courte (jours ou semaines), un autre glissement enfouit les arbres et les débris organiques. D'autres arbres et débris organiques se déposèrent sur le fond, avant chaque coulée qui suivit. Ainsi, couche après couche, les arbres et les zones organiques se sont superposés en une période de temps relativement courte. Après l'enfouissement des arbres et des débris organiques, l'eau s'est retirée ou la terre a été soulevée. La pétrification s'est faite rapidement avant que la décomposition ne soit très avancée. Pendant l'écoulement de l'eau, une forte érosion a modelé le paysage et exposé les arbres pétrifiés. Plus tard, la glaciation a aussi laissé ses

traces sur cette région montagneuse.

D'autres forêts fossilisées, moins étudiées, suggèrent aussi une origine allochtone (par transport). Fait inhabituel, la forêt pétrifiée au nord du Dakota est dépourvue d'arbres couchés. On ne trouve pas de racines sur les souches dressées. Les arbres géants fossiles de Florissant, dans le Colorado, sont situés dans de la vase marécageuse. On n'y trouve pas de sol typique et certaines des racines semblent présenter des cassures abruptes. Les lycopodes géants des gisements de charbon de Nouvelle-Ecosse, au Canada, sont situés parfois sur de l'argile schisteuse stérile. On y trouve aussi des fossiles marins. Des fossiles bien conservés se dissimulent sous la base de certaines des souches. L'orientation générale des fragments de végétaux fait clairement penser à un transport par l'eau.¹⁴ Dans deux forêts de Patagonie, en Argentine (Sarmiento et Jaramillo), on trouve des racines cassées, des rameaux transportés par l'eau et un parallélisme dans l'orientation des troncs jonchant le sol.

Le cas du mont Saint Helens

Lorsque le mont Saint Helens entra en éruption en 1980, un immense train de flottage se forma à la surface du lac voisin, le lac Spirit. De nombreux troncs flottant sur le lac, surtout ceux qui avaient des racines, ont pris la position verticale (Illustration 3). Finalement, la plupart de ces souches droites sont descendues au fond du lac où elles se trouvent maintenant en position verticale. Les sédiments apportés par les courants d'eau continuent encore maintenant à recouvrir lentement ces souches. Une autre éruption pourrait grandement hâter le processus. Selon une recherche au sonar effectuée au fond du lac, il pourrait y avoir près de 20 000 souches dressées (Illustration 4).¹⁵

Cet exemple contemporain d'arbres ayant été transportés et déposés en position verticale facilite la compréhension de l'histoire des arbres pétrifiés. N'importe quelle catastrophe (éruption volcanique, grosse

inondation ou tsunami) susceptible d'arracher des arbres en pleine croissance et de les transporter par l'eau peut entraîner la formation d'une forêt fossile debout qui n'est pas *in situ*.

Il est injustifié d'affirmer *a priori*, comme par le passé, que tous les arbres pétrifiés debout ont poussé à l'endroit même où ils se trouvent actuellement. Le fait que des arbres aient été transportés et déposés en position verticale est beaucoup plus probable et fréquent qu'on ne pouvait le croire. L'existence d'arbres fossiles dressés dans le cadre de la colonne stratigraphique est compatible avec le schéma du déluge. En fait, tout bien considéré, un cataclysme faisant intervenir de grandes masses d'eau et le déplacement de nombreux arbres serait une des meilleures façons d'expliquer leur origine.

NOTES

1. A. Brongniart, *Prodrome d'une Histoire des Végétaux Fossiles* (Paris, F. G. Levrault, 1828); W. E. Logan, « On the Character of the Beds of Clay Immediately Below the Coal-seams of S. Wales », *Proc. Geol. Soc. London* 3 (1842), p. 275-277; H. Steinhauer, « On Fossil Reliquia of Unknown Vegetables in the Coal Strata », *Am. Phil. Soc. Trans. n.s.* 1 (1818), p. 265-297.

2. Charles Lyell, *Principles of Geology* (1830-1833), 11^{ème} éd. (New York: D. Appleton, 1892), 2 volumes.

3. Henri Fayol, « Etudes sur le Terrain Houiller de Comentry », *Bull. de la Soc. de l'Industrie Minérale*, Livre premier; lithologie et stratigraphie, 2^e série, 15³⁴ (1886).

4. Harold G. Coffin, « Vertical Flotation of Horsetails (*Equisetum*): Geological Implications » *Geol. Soc. of Am. Bull.*, 82 (1971), p. 2019-2022.

5. W. S. Glock, « Growth Rings and Climate », *Botanical Review*, 7 (1941), p. 649-713; W. S. Glock, R. A. Studdhalter et S. R. Agerter, « Classification and Multiplicity of Growth Layers in the Branches of Trees at the Extreme Lower Forest Border », *Smithsonian Misc. Coll.*, 140: 1 (1960).

6. E. Dorf, « Tertiary Fossil Forests of Yellowstone National Park, Wyoming », *Billings Geological Society, 11th Annual Field Conference* (1960), p. 253-260.

7. F. H. Knowlton, « Fossil Flora of the Yellowstone National Park », *U. S. Geol. Sur. Mon.* 32 (1899), p. 167-173; C. B. Reed, « Fossil Floras of Yellowstone National Park, I. Coniferous

Woods of Lamar River Flora », *Carnegie Inst. Wash. Pub.* 416 (1930), p. 1-19; E. Dorf, « Tertiary Fossil Forests of Yellowstone National Park, Wyoming », *Billings Geol. Soc. Guidebook, 11th Ann. Field Conf.* (1960), p. 253-260.

8. Lanny H. Fis, « The Gallatin " Petrified Forest " : a Review », *Montana Bureau of Mines and Geology, Special Pub. 73. Tobacco Root Geol. Soc. 1976 Guidebook* (1976a), p. 53-72.

9. Richard Ammons, et al, « Cross-identification of Ring Signatures in Eocene Trees (*Sequoia magnifica*) form the Specimen Ridge Locality of the Yellowstone Fossil Forests », *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 60 (1987), p. 97-108; M. J. Arct, « Dendroecology in the Fossil Forests of the Specimen Creek Area, Yellowstone National Park », Ph.D. Dissertation, Loma Linda University, Calif., (1991).

10. Harold G. Coffin, « The Organic Levels of the Yellowstone Petrified Forests », *Origins* 6: 2 (1979), p. 71-82.

11. Lanny H. Fisk, « Palynology of the Amethyst Mountain " Fossil Forest " : Yellowstone National Park », Ph.D. Dissertation, Loma Linda University, Calif., (1976).

12. Philip L. DeBord, « Gallatin Mountain Petrified Forest: A Palynological Investigation of the *in situ* model », Ph. D. Dissertation, Loma Linda University, Calif., (1977).

13. Arthur Chadwick et Tetsuya Yamamoto, « A Paleocological Analysis of the Petrified Trees in the Specimen Creek Area of Yellowstone National Park, Montana, U.S.A. », *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 45 (1983), p. 39-48.

14. Harold G. Coffin, « Research on the Classic Joggins Petrified Trees », *Creation Res. Soc. Ann.*, (juin 1969), p. 35-44, 70.

15. Harold G. Coffin, « Erect Floating Stumps in Spirit Lake, Washington », *Geology* 11 (1983), p. 298, 299; « Sonar and Scuba Survey of a Submerged Allochthonous " Forest " in Spirit Lake, Washington », *Palaaios*, 2 (1987), p. 179, 180.

Harold G. Coffin (Ph.D. Univ. of Southern California) a enseigné la biologie dans des universités du Canada et des Etats-Unis et fait partie du Geoscience Research Institute à Loma Linda, en Californie. Il a écrit de nombreux articles et plusieurs livres dont : Creation: Accident or Design ? (1969), Earth Story (1979) et Origin by Design (1983).