

La Terre est-elle jeune ?

Article de Matthew S. Tiscareno, Docteur en science des planètes (Université de Tucson, Arizona), actuellement chercheur au département d'astronomie de l'Université de Cornell (New York), copyright 1999 et 2000.

Article traduit de l'anglais (avec l'autorisation de l'auteur) par Benoît Hébert.

Au cours des dernières décennies, la question de l'âge de la Terre a produit des divisions parmi les chrétiens. Pour certains d'entre eux, la seule interprétation valide de la Bible est que la Terre a 10 000 ans tout au plus. Ils prétendent aussi posséder les preuves scientifiques qui soutiennent cette vision de la Terre. En même temps, beaucoup d'autres chrétiens croient, grâce à des preuves scientifiques surabondantes, que la Terre a environ 4,6 milliards d'années et que l'univers dans son ensemble a entre 10 et 20 milliards d'années. Même si beaucoup dans cette dernière catégorie sont partisans de l'évolution (croyants ou athées), plusieurs sont en fait des croyants, partisans d'une Terre ancienne. Ceux-ci affirment que le monde et sa vie ont été créés spécifiquement et personnellement par Dieu au cours d'une période s'étalant sur des milliards d'années.

Le but de cet article n'est pas de parler de théologie, mais son auteur croit fermement que la Bible est la Parole de Dieu, littérale et inhérente, et qu'une interprétation littérale de la Genèse autorise à croire en une Terre ancienne. Je dis cela pour souligner le fait que cet article n'a pas pour but de s'opposer aux croyances chrétiennes, ou d'affecter la foi de qui que ce soit. Cet article veut plutôt que nous nous assurions que notre foi est fondée sur la *Vérité*, et pas sur des pensées que l'on prendrait pour la réalité.

Au cours de l'histoire, nombreux sont ceux qui ont nié certains faits naturels parce qu'ils ne correspondaient pas au système de croyances auxquels ils tenaient. Les chrétiens et les athées sont coupables de cette erreur. Il devrait être évident que n'importe quel chrétien qui croit en un Dieu ordonnateur, concepteur de ce monde, initiateur de toute pensée logique et scientifique, ne devrait jamais adopter une telle position. Cet article a pour but de montrer que c'est ce qu'ont fait, malgré eux, les partisans d'une Terre jeune. Sans même considérer notre interprétation de la Bible, les faits naturels sont aussi des faits conçus par Dieu et il n'est pas juste de les nier ou de les tordre pour soutenir un quelconque système de croyance. Le but de cet article est de confronter les faits naturels à la lumière des affirmations des partisans d'une Terre jeune, dans l'espoir qu'une meilleure compréhension de ces faits permettra de parvenir à une meilleure compréhension de la plus grande source de révélation divine : la Bible.

Erreurs fréquentes

Avant d'examiner un par un les arguments en faveur d'une Terre jeune, il est important d'expliquer certaines erreurs fréquemment commises dans ces arguments. La première est d'affirmer qu'un mystère inexpliqué renforce l'idée du créationnisme « Terre jeune » simplement parce que la science n'est pas capable d'en donner l'interprétation. La seconde erreur est de ne regarder qu'un côté de l'équilibre naturel et d'affirmer qu'une augmentation illimitée du phénomène se produirait, posant ainsi un défi à la science courante.

- **Le mystère inexpliqué**

Même en ces temps de réussite scientifique et technologique, beaucoup de phénomènes naturels n'ont pas d'explication scientifique satisfaisante. S'il n'en était pas ainsi, la science cesserait d'exister. Nous ne comprenons pas complètement comment les charges électriques se séparent dans les nuages pour produire de la lumière lors des orages, ou comment les vallées parcourues par des rivières ont été sculptées sur Mars alors que la planète est maintenant complètement sèche. Pourtant, ces mystères ne viennent à l'appui d'aucun point de vue particulier, ce sont juste des domaines dans lesquels il faut apprendre davantage. Le manque d'explication scientifique connue ne prouve pas qu'il n'existe pas d'explication naturelle. En réalité, les scientifiques trouvent constamment des explications à des phénomènes préalablement inexplicables, alors que la science continue à œuvrer pour une meilleure compréhension de la création de Dieu. C'est donc une erreur de croire qu'un phénomène est d'origine surnaturelle, simplement parce qu'on n'a pas encore trouvé d'explication naturelle. Pour illustrer cette erreur, prenons l'exemple de la synthèse des molécules organiques. Il y a deux cents ans, on pensait que seules les cellules vivantes, dotées par Dieu d'une « force vitale », pouvaient produire des molécules organiques. Cette idée était soutenue par les tentatives infructueuses de synthèse de molécules organiques. Mais cette idée fut finalement abandonnée quand les chimistes réussirent à synthétiser des molécules organiques. Dans ce cas, on avait avancé une explication surnaturelle parce qu'on n'avait pas connaissance d'une explication naturelle. L'explication surnaturelle fut donc abandonnée lorsqu'on découvrit l'explication naturelle. Notez bien s'il vous plaît que je ne dis pas que toutes les explications surnaturelles sont non scientifiques par définition. Ce serait un postulat philosophique de *naturalisme*, non une affirmation qui pourrait être prouvée scientifiquement. Je dis seulement qu'une telle affirmation devrait s'appuyer sur une preuve positive ; il ne suffit pas d'invoquer le manque d'explication naturelle. L'existence d'un mystère inexplicable n'est pas, en soi, la preuve d'une explication surnaturelle. De nombreux arguments en faveur d'une « création récente » sont en fait basés sur des phénomènes qui n'ont pas d'explication adéquate, et il est important de reconnaître cette erreur.

○ **L'équation à un seul membre.**

Un grand nombre de « preuves » avancées par les partisans d'une Terre jeune consiste à mesurer les taux de variations de processus variés sur Terre, en tentant ensuite de les extrapoler des millions d'années en arrière. Il s'agit généralement de montrer que le processus en question conduirait à une absurdité si on l'autorisait à s'étendre sur des échelles de temps permettant l'évolution. L'erreur de ce type d'arguments est de ne pas reconnaître l'importance de l'équilibre. La plupart des processus sur Terre sont dans un état d'équilibre dans lequel un processus (comme l'érosion des continents) est contrebalancé par d'autres (comme le remplacement de nouveau matériel continental par le volcanisme ou le renouvellement tectonique.)

En général, les processus terrestres ne se produisent pas sans être limités, un autre processus s'oppose en effet au premier, conduisant à un état d'équilibre. La méthode pour confronter ce type d'argument en faveur d'une création récente est de mettre en évidence le phénomène qui apporte l'équilibre. Il suffit parfois de le mentionner car il a tout simplement été négligé. Dans d'autres cas, le processus d'équilibre n'est pas bien connu ou est même inconnu, ce qui semble donner du crédit aux arguments avancés. Pourtant, dans de tels cas, nous sommes simplement ramenés au cas des mystères inexplicables. A moins d'arriver à prouver qu'il n'existe aucun processus d'équilibre (ce qui est impossible dans la plupart des cas), nous

devrions adopter l'hypothèse de travail qu'il existe un tel phénomène à découvrir, plutôt que de sauter sur la supposition d'une explication surnaturelle. C'est le cas du flux de magma du manteau vers la croûte terrestre, de l'érosion des sédiments sur les continents, de la durée de vie des comètes et l'hélium-4 dans l'atmosphère.

La science des planètes confirme-t-elle la théorie d'un système solaire récent ?

A propos des références :

Toutes les affirmations réfutées dans cet article peuvent être lues dans des livres publiés par les organisations partisans d'une Terre jeune. Les références entre crochets, après le titre de chaque affirmation, indiquent où les arguments peuvent être trouvés si le lecteur souhaitait aller à la source pour mieux comprendre les arguments en faveur d'une Terre jeune.

La plupart des références sont issues de *The Defender's Bible* (DB), une publication officielle de l'ICR, ou bien de la version de 1992 de *The Illustrated Origins Answer Book* (OAB) de Paul S. Taylor. Ces deux ouvrages sont des publications « créationnistes » qui fournissent des listes importantes de « preuves d'une Terre jeune », et tous deux sont encore distribués par le « Institute for Creation Research » (l'organisation « Terre jeune » la plus importante), et peuvent donc être considérés comme ayant son approbation. Les références au *Defender's Bible* fournissent le numéro de la page suivi du numéro de l'affirmation sur cette page. Tous les arguments tirés du *Origins Answer Book* se trouvent aux pages 18-20, et sont numérotés de 1 à 107. J'ai aussi ajouté quelques affirmations du cours ICR Creation Online (1998), disponible sur internet.

Table des matières :

- La diminution de la taille du Soleil
 - La fusion solaire
 - L'accumulation de poussière sur la Lune
 - La viscosité des roches lunaires
 - La décélération de la Terre par effet de marée
 - La diversité des planètes
 - L'hydrogène et l'hélium sur Mercure, Venus, la Terre et Mars.
 - Les états de rotation dans le Système Solaire
 - Les orbites dans le Système Solaire
 - La durée de vie des comètes
 - La chaleur de Jupiter et de Saturne
 - Les volcans sur Io
 - L'échappement du méthane de Titan
 - L'instabilité des anneaux de Saturne
-
- **La diminution de la taille du Soleil [OAB 94]**

En 1979, J.Y. Eddy et A.A. Boornazian ont affirmé que la taille du soleil diminuait (*Science News*, v.32, no.9, pp 17-19, sept 1979). Ils ont analysé 120 ans de mesures solaires réalisées

par l'observatoire de Greenwich à Londres. Pour Eddy et Boornazian ces mesures indiquaient que le Soleil rétrécissait d'environ deux secondes d'arc par siècle (une seconde d'arc est une mesure d'angle, égale à 1/3600 degré). A un tel taux, le Soleil ne serait plus qu'un point en 200 000 ans, ce rétrécissement ne pouvait donc avoir duré des milliards d'années. Toutefois, même si ces mesures étaient justes, les scientifiques arriveraient facilement à expliquer qu'un décalage dans le processus de fusion pourrait entraîner un tel changement temporaire de taille. Les recherches d'Eddy et de Boornazian étaient en réalité motivées par la volonté de trouver qu'un tel décalage était possible. C'est un point important car cela nous montre que cette affirmation n'a *pas* été discréditée dans le but de sauvegarder « des échelles de temps permettant l'évolution ».

Pourtant, à peine un an après leur publication, d'autres ont montré que ces mesures étaient incorrectes. I.I. Shapiro (*Science*, v.208, pp. 51-53, 4 avril 1980) a analysé les mesures des trajectoires de Mercure à travers le disque solaire de 1736 à 1973 et a montré que la taille du Soleil était restée constante tout au long de cette période avec une précision de 0.3 seconde d'arc. Parkinson, Morrison et Stephenson (*Nature*, v. 288, pp. 548-551, 11 déc. 1980) ont à nouveau analysé les données de Greenwich depuis 1715, en tenant compte des changements d'instrumentation pendant cette période, des changements au niveau de la transparence de l'atmosphère et des différences dues aux personnes ayant pris ces mesures. Ils ont montré que l'incertitude dans les données d'Eddy et de Boornazian était trop importante pour soutenir leur affirmation. J. A. Eddy lui-même était tellement convaincu par ces réfutations qu'il ne s'est jamais plus référé à l'écrit à ses propres recherches sur ce sujet. En résumé, l'affirmation du rétrécissement du Soleil a été réfutée moins d'un an après sa publication, et ne devrait donc pas être utilisée comme argument pour l'âge du système solaire.

○ **La fusion solaire [OAB 95]**

L'auteur prétend que le soleil ne fonctionnerait pas par fusion thermonucléaire, sa source d'énergie ne pourrait donc pas durer 4,5 milliards d'années. La principale raison de penser cela est que le total de neutrinos provenant du soleil est seulement le quart de ce qui était théoriquement prévu.

L'existence d'un flux de neutrinos peut tout d'abord s'expliquer par bien d'autres mécanismes que la fusion nucléaire. Alors, même si la théorie avait besoin de révision, il était très risqué d'affirmer que cette difficulté remettait en question la fusion solaire (pour être exact, certains disaient que le manque de neutrinos montrait que la fusion ne pouvait rendre compte de toute l'énergie du Soleil).

Cependant, les ajustements nécessaires à la théorie ont maintenant été réalisés : selon une récente preuve expérimentale, le neutrino n'est pas une particule sans masse comme le photon, mais sa masse est non nulle comme l'électron. Avec cet ajustement, la théorie rend correctement compte du flux de neutrinos solaires. Il n'y a donc aucune raison de douter que la fusion nucléaire est la source de l'énergie solaire.

○ **L'accumulation de poussière sur la Lune**

C'était auparavant une affirmation fréquemment utilisée par les partisans d'une Terre jeune, mais elle est maintenant discréditée. Elle reste parfois tout de même répétée dans certains cercles créationnistes. L'une des premières estimations de la poussière attendue sur la Lune a été faite par Hans Petterson en 1960. Petterson a estimé le flux de poussière spatiale en

installant au sommet d'une montagne un dispositif destiné à mesurer les niveaux de fumée. En supposant (à tort) que toutes les poussières de nickel qu'il détectait provenait directement de l'espace, Petterson a très largement surestimé la quantité de poussière tombant sur Terre (ou sur la Lune). Lorsque les astronautes d'Apollo ont mesuré des quantités bien moindres que celles prévues par Petterson, certains créationnistes ont affirmé que c'était la preuve d'une Terre jeune. Peu après Petterson, toutefois, le flux de poussière dans l'espace a été mesuré par des satellites. Il a maintenant été mesuré de différentes façons et il est environ 1000 fois inférieur aux estimations de Petterson. En fait, il n'y a aucune contradiction entre la quantité de poussière retrouvée sur la Lune et le flux de poussières spatiales. De nos jours, la plupart des partisans d'une jeune Terre responsables ont abandonné cet argument. Ainsi, Snelling et Rush (*Creation Ex Nihilo Technical Journal*, v.7, pp. 2-42, 1993) expliquent non seulement pourquoi l'argument est intenable, mais réfutent aussi le mythe, souvent répété, des scientifiques d'Apollo qui avaient peur que leur train d'atterrissage ne sombre dans une large couche de poussière.

○ **La viscosité des roches lunaires [OAB 56]**

Dans un journal « Terre jeune », (*Creation Research Society Quarterly*, v. 20, pp. 105-108, sept 1983), Glenn Morton a tenté de calculer le temps qu'il faudrait aux cratères lunaire pour être érodés par l'écoulement lent des roches. Le paramètre central de ce calcul était la viscosité des roches (leur résistance à l'écoulement). Lorsque la température d'une roche s'approche du point de fusion, sa viscosité devient assez faible pour que l'on puisse observer un écoulement pendant de longues périodes de temps. Ce phénomène permet par exemple la convection du manteau terrestre, crucial pour la tectonique des plaques, et donc pour beaucoup de phénomènes géophysiques. Des écoulements peuvent être observés dans d'autres solides comme le verre, mais toujours à des températures plutôt proches du point de fusion. Morton a essayé d'appliquer ce phénomène aux roches lunaires. Toutefois, en ne tenant pas compte de l'extrême dépendance de la viscosité avec la température, il a largement sous-estimé la viscosité des roches lunaires. Morton a supposé que cette viscosité était comparable aux viscosités mesurées les plus élevées (celles du manteau terrestre). Toutefois, puisque la viscosité augmente exponentiellement lorsque la température décroît (et la température du manteau est très élevée comparée à celle de la Lune), la viscosité des roches lunaires est exponentiellement plus élevée que la viscosité du manteau terrestre. En fait, la viscosité des roches lunaires est si élevée qu'elle est pratiquement infinie : il n'y aura pas d'écoulement et donc aucune relaxation des cratères lunaires ni aucun problème avec l'âge de la Lune.

○ **La décélération de la Terre par effet de marée [DB 1507 (39) ; OAB (60)]**

L'auteur affirme que les effets de marées entre la Terre et la Lune produisent un éloignement de la Lune par rapport à la Terre, et que cette dernière est ralentie dans sa rotation. C'est tout à fait vrai. Des études paléontologiques sur d'anciens coraux ont d'ailleurs confirmé que la Terre tournait plus rapidement autrefois. Une année durait ainsi plus de 365 jours. Il est aussi exact qu'une rotation plus rapide aurait engendré un bourrelet équatorial plus important que ce que nous observons aujourd'hui. L'erreur est dans l'affirmation que nous devrions observer aujourd'hui un tel bourrelet. Le manteau terrestre, constitué de roches soumises à de hautes températures et à de hautes pressions se comporte comme un fluide sur de longues périodes de temps, il ne conserve pas sa forme pendant des milliards d'années. Le bourrelet équatorial actuel est très proche de celui auquel nous devrions nous attendre étant donné la vitesse

angulaire actuelle de la Terre. Il est toutefois un petit peu plus élevé car il n'a pas fini sa relaxation d'états antérieurs où la Terre tournait plus vite.

La question de la vitesse à laquelle la Lune s'éloigne de la Terre se rapporte au point précédent. Si l'on extrapole simplement l'orbite de la Lune dans le passé, en supposant que ce taux d'éloignement soit demeuré inchangé, on trouve que la Lune aurait été suffisamment proche de la Terre pour que l'action de la gravité de la Terre la désintègre il y a seulement 2 milliards d'années. Toutefois, K.S. Hansen a décrit un scénario très plausible permettant de répondre à ce problème (*Reviews of Geophysics and Space Physics*, v.20, no.3, pp. 457-480, 1982). Il a mis en évidence que la configuration actuelle de la Terre et de la Lune implique une résonance qui augmente l'efficacité de l'effet de marée dans l'éloignement actuel de la Lune. Cette dernière s'éloigne donc plus rapidement que par le passé. Dans ses modèles informatiques, en tenant soigneusement compte des changements de paramètres dans l'effet de marée, alors que la Lune décrit une spirale l'éloignant de la Terre, Hansen a montré que la Lune était à une distance acceptable de la Terre il y a 4.5 milliards d'années.

Plusieurs personnes ont donc surestimé le changement de vitesse de rotation de la Terre parce qu'elles ont mal compris cette « seconde manquante ». L'observatoire de l'U.S. Navy, ainsi que d'autres agences internationales, ajoutent une « seconde manquante » à leur calendrier à chaque fois qu'elles déterminent que la rotation de la terre n'est plus synchronisée avec leurs horloges atomiques. Le fait que l'on ajoute une « seconde manquante » tous les deux ans environ *ne signifie pas* que la Terre tourne ½ seconde moins vite tous les ans. Cela signifie plutôt que la rotation de la Terre est un tout petit peu plus lente qu'elle ne l'était au moment où l'on a précisément défini la seconde. Au bout d'un an, l'écart est d'1/2 seconde. Si la rotation de la terre diminuait d'une façon réellement mesurable, on s'attendrait à ce que cette « seconde manquante » devienne de plus en plus fréquente, puisque chaque année, l'écart dans la durée de l'année deviendrait plus important que l'année précédente. En fait, ce n'est pas ce qu'on observe. Les « secondes manquantes » ne sont pas dues à une diminution de la vitesse de rotation de la Terre, mais à des fluctuations dans le taux de rotation autour de sa valeur moyenne. Ces fluctuations sont produites par des causes tout à fait différentes et qui n'ont que peu d'effet à long terme. Par ailleurs, le taux de décélération de la Terre par la Lune est si faible qu'il ne peut être directement mesuré (des calculs l'estiment à environ une seconde tous les 70 000 ans), même s'il est confirmé par les fossiles de coraux qui montrent que l'année comptait des jours supplémentaires dans le passé.

○ **La diversité des planètes [ICR Creation Online]**

Notre système solaire est plutôt diversifié, les planètes, leurs satellites et les autres corps ont des compositions et des histoires très différentes. Un argument faux est que le système solaire proviendrait d'un seul nuage de poussière, et qu'ainsi toutes les planètes devraient avoir la même composition. Cela revient à dire que le gazole et le plastique devraient avoir la même composition parce qu'ils proviennent tous deux du pétrole brut. Même si les corps du système solaire proviennent de la même source, leurs histoires sont radicalement différentes parce qu'ils ont différentes localisations et ont été soumis à diverses conditions. Les fortes températures des planètes proche du Soleil leur ont fait ainsi perdre leur hydrogène et leur hélium, alors que les températures plus basses des planètes plus éloignées ont permis la formation de corps glacés et gazeux. On peut encore donner l'exemple des forces de marées pouvant engendrer une activité géologique sur des satellites proches de leur planète (comme Io, Europa et Encedalus), alors que des satellites plus éloignés (comme Callisto et Rhéa) sont restés plus calmes. Par ailleurs, de nombreuses similitudes existent aussi dans le système

solaire, on peut donner l'exemple des surfaces comportant de gros cratères comme la Lune, Mercure, Callisto et beaucoup d'autres corps. La diversité et la ressemblance dans le système Solaire font de la science des planètes un sujet d'étude passionnant, mais cela ne pose pas de problème insurmontable aux scientifiques.

- **L'hydrogène et l'hélium sur Mercure, Venus, la Terre et Mars. [ICR Creation Online]**

L'auteur affirme que les théories dominantes seraient incapables de rendre compte d'un manque d'hydrogène et d'hélium sur les planètes Mercure, Vénus, la Terre et Mars. La réponse est simplement que ces gaz étaient présents lors de la formation de ces planètes, mais qu'ils se sont échappés pour deux raisons. La première est que ces planètes sont proches du Soleil et que la lumière du Soleil a rendu ces gaz plus énergétiques, leur permettant ainsi de s'échapper plus facilement. La deuxième raison est que ces quatre planètes sont plus petites que les planètes périphériques gazeuses géantes, ainsi la force gravitationnelle n'était pas suffisante pour retenir ces gaz légers.

- **Les états de rotation dans le Système Solaire. [ICR Creation Online]**

Presque tous les corps du système solaire tournent autour du Soleil et sur eux-mêmes dans le même sens, bien qu'il existe des exceptions. Le sens de rotation dominant est le sens trigonométrique (inverse des aiguilles d'une montre si vous regardez le système solaire en bas, à partir du pôle nord du Soleil). Certains partisans d'une jeune Terre affirment que, tous les corps devraient tourner dans le même sens si la théorie généralement admise était valide, c'est-à-dire si le système solaire s'était formé à partir d'un nuage de poussière. Les *exceptions au sens prédominant* invalideraient cette théorie. D'autres affirment que les sens de rotation devraient être distribués de façon aléatoire (à peu près la moitié dans chaque sens) puisqu'on pense que les sens de rotation sont principalement dus aux impacts. Ce second groupe prétend que l'existence d'un sens dominant de rotation est une objection aux théories admises. Apparemment, ces deux groupes affirment la même chose, Mais avec une preuve qui les oppose.

Il est très probable que l'affirmation du second groupe soit en partie vraie : les états de rotation sont très influencés par les impacts et nous devrions nous attendre à une répartition proche de l'aléatoire. Pourtant, ceci n'est pas connu avec certitude. On peut aussi considérer deux planètes dont la rotation n'a *pas* été influencée par les impacts. Jupiter et Saturne sont presque entièrement gazeuses, les impacts n'auraient ainsi que peu d'effet sur leur rotation. Une troisième planète, Pluton, a un état de rotation résultant d'une résonance avec son satellite : Charon. Quel qu'ait pu être l'état de rotation original de Pluton, il a inévitablement été entraîné par Charon dans son état actuel. Pluton montre toujours la même face à Charon (de la même façon, presque tous les satellites des planètes du système solaire ont leur état de rotation dû à l'effet de marée et pas aux impacts, ce qui explique pourquoi ils tournent majoritairement dans le sens direct). En mettant à part ces trois planètes, il en reste 6, dont deux (Vénus et Uranus) tournent dans le sens des aiguilles d'une montre. C'est pourquoi l'affirmation du second groupe (les rotations devraient être aléatoires) est presque sûr, alors que leur objection (qu'il existe une direction prédominante) s'explique facilement par les fluctuations statistiques et l'influence des marées. Ainsi, les objections du premier groupe

(toutes les rotations devraient s'effectuer dans la même direction) sont solutionnées en considérant les impacts importants et les effets de marée pendant l'histoire du système solaire.

- **Les orbites dans le Système Solaire. [ICR Creation Online]**

L'observation attentive des orbites des corps qui ont un sens de rotation indirect (tels que des comètes ou Triton, le satellite de Neptune) nous montre qu'ils ne sont pas sur leur orbite d'origine. Elle nous montre également des inclinaisons et des excentricités importantes (d'autres indicateurs d'irrégularité dans une orbite), des compositions très différentes des corps voisins, et dans certains cas (comme Triton), des indications de température extrême par effet de marée dû au fait que le corps a été forcé d'adopter cette nouvelle orbite. La conclusion de cette observation est que les objets cités ont été formés ailleurs que dans le système solaire (certainement avec des orbites dans le sens direct), puis ont été projetés dans leur orbite actuelle par des événements ultérieurs. Ainsi, la théorie qui affirme que tous les corps du système solaire ont été formés avec des orbites dans le sens direct demeure valide.

- **La durée de vie des comètes [DB 1507 (32,33) ; OAB 17,18]**

Les comètes passant à proximité du soleil (celles que nous voyons) ne pourraient avoir survécu 4,6 milliards d'années dans leur orbite actuelle. Ceci n'est pas nécessairement vrai pour des comètes ayant une période orbitale très grande, mais en général, ce point est valide. Pourtant, cette affirmation est un exemple « d'équation à un seul membre » qui prend en compte le taux auquel les comètes sont détruites mais ignore le renouvellement de cette population de comètes. Cette population est stable car de nouvelles comètes sont constamment introduites dans le système solaire depuis au-delà de l'orbite de Pluton. Lorsqu'elles sont hors de portée des effets destructifs du soleil, les comètes peuvent avoir une durée de vie très longue. Celles qui passent à proximité du soleil n'ont pas eu une telle trajectoire depuis la formation du système solaire, elles ont été perturbées dans leur mouvement par un corps plus massif (une planète, une étoile ou même une autre comète). En observant les orbites des comètes, les scientifiques en ont déduit qu'elles provenaient de deux sources principales : la ceinture de Kuiper, un nuage en forme de disque juste au-delà de l'orbite de Neptune, et le nuage de Oort, de forme sphérique qui pourrait s'étendre jusqu'à une année lumière du soleil. Une des preuves de cette théorie est que, contrairement aux autres corps du système solaire, la répartition est équivalente entre le sens direct et le sens indirect des orbites. C'est la preuve que ces comètes ne sont pas sur leur orbite d'origine, mais qu'elles ont été déviées de manière statistiquement aléatoire et déviée dans leur orbite actuelle, selon la théorie de Oort/Kuiper. Toutefois, à cause de leur petite taille, de leur faible réflectivité et de leur grande distance par rapport au soleil, ces objets sont presque impossibles à détecter. Puisque cette théorie est cohérente et qu'elle explique toutes les observations, elle devrait suffire à dispenser les partisans d'une Terre jeune d'objections concernant la durée de vie des comètes. Récemment, l'expérience est venue confirmer cette théorie grâce à des progrès dans la technologie des télescopes. Depuis 1995, plus de 50 objets provenant de la ceinture de Kuiper/Oort ont été découverts, confirmant cette théorie qui reste un objet d'étude pour la science des planètes.

- **La chaleur de Jupiter et de Saturne [OAB 40,76]**

Jupiter et Saturne émettent davantage d'énergie que ces planètes n'en absorbent du Soleil, il doit donc y avoir une source additionnelle de chaleur à l'intérieur de ces deux planètes. La première solution est que, contrairement à la Terre (voir « refroidissement de la Terre »), Jupiter et Saturne sont si grandes qu'elles évacuent encore l'énergie gravitationnelle de leur formation. Cette évacuation gravitationnelle, ainsi que la radioactivité, rendent compte ensemble de presque toute l'énergie libérée par Jupiter, et de presque toute celle libérée par Saturne. L'écart restant pourrait être dû à une fuite d'hélium. Les basses températures de Saturne, ainsi que le manque relatif d'hélium dans son atmosphère appuient l'idée que l'hélium s'est davantage enfui de Saturne que de Jupiter. Si les explications mentionnées ci-dessus ne sont pas suffisantes, nous sommes dans un cas inoffensif de « mystère non expliqué ».

- **Les volcans sur Io [OAB 58]**

L'idée est que l'existence de volcans sur Io, le plus gros satellite de Jupiter, démontre que cette lune ne s'est pas refroidie depuis la création, et que celle-ci est donc récente. Nous connaissons très exactement l'origine de cette chaleur interne à Io : très proche de Jupiter, des forces de marée énormes engendrent des frottements à l'intérieur du satellite. Voilà pourquoi c'est l'objet le plus actif sur le plan du volcanisme dans le système solaire. En réalité, les calculs basés sur l'effet de marée en avaient prévu l'existence *avant* l'arrivée de la sonde Voyager sur Jupiter, et sa découverte de l'activité volcanique de Io (voir Peale, Casson, et Reynolds, *Science*, v.203, pp. 892-894, 1979).

- **L'échappement du méthane de Titan [DB 1507 (37) ; OAB 59]**

Le méthane dans l'atmosphère de Titan, un satellite de Saturne, est sans cesse transformé en d'autres molécules organiques. Puisque l'hydrogène gazeux produit par ces réactions est perdu dans l'espace, ces processus ne sont pas réversibles, le gaz est perdu. S'il n'y avait rien d'autre pour remplacer le méthane et *si* le taux de perte était constant, alors toutes les réserves de méthane sur Titan s'évanouiraient en 10 millions d'années environ. Pourtant, ceci ne montre pas que Titan soit âgé de moins de 10 millions d'années. En utilisant exactement le même raisonnement, nous pourrions mesurer la quantité de vapeur présente dans l'atmosphère de la Terre, le taux auquel cette vapeur est perdue sous forme de pluie, et ainsi en déduire un âge maximum pour la Terre. Mais un tel calcul ne signifierait rien puisqu'il ne tiendrait pas compte du renouvellement de la vapeur atmosphérique dû aux océans. Le même type d'explication semble tout à fait possible pour Titan- il existe très probablement des réservoirs d'hydrocarbures liquides (y compris de méthane) sous forme de lacs ou de réserves souterraines, étant données les températures **cryogéniques** qui y règnent et l'abondance de composés de ce type dans son atmosphère. Toutefois, l'atmosphère opaque de Titan nous a empêché d'approfondir nos connaissances de sa surface. Nous ne pouvons donc pas affirmer l'existence de tels réservoirs. C'est un problème de données insuffisantes, pas une preuve que le système solaire est jeune.

○ **L'instabilité des anneaux de Saturne [DB 1507 (36) ; OAB 77]**

Comme la question du méthane de Titan, la question de l'instabilité des anneaux de Saturne est un « mystère inexplicé » dû à un manque de données. Les anneaux de Saturne sont très complexes et nous n'avons eu que peu d'occasions de l'étudier de près (Pioneer 11 et les sondes Voyager n'ont été que des approches avec une instrumentation limitée). Dans l'état actuel de nos connaissances, il est vrai que nous ignorons comment les anneaux ont pu rester stables pendant plus de 10 à 100 millions d'années. Il y a deux principales solutions possibles à ce problème : ou bien le secret de la stabilité des anneaux reste à découvrir, ou bien le système d'anneaux est en fait plus récent que Saturne. La deuxième possibilité est intrigante : les anneaux des planètes géantes pourraient être cycliques, régénérés par du matériel qui erre trop près de Saturne et est disloqué par la gravitation, puis est à nouveau dissipé au cours du temps. Quelque soit l'explication, cela ne devrait pas avoir d'implication sur l'âge de Saturne, encore moins sur celui du système solaire ou de l'univers.

L'astronomie confirme-t-elle l'hypothèse d'un univers récent ?

- Les rémanences de Supernova
- Les galaxies en spirales
- Les grandes étoiles
- L'hydrogène dans l'univers
- La masse des amas de galaxies
- Un nuage de gaz interstellaire en expansion
- La décroissance du Thorium-232 dans les étoiles
- Le mystère de « Sirius la Rouge »

Les rémanences de Supernova [ICR Creation Online]

Cet argument a été avancé par Keith Davis (canadien, partisan d'une Terre jeune). Il affirme que les astronomes n'observent pas assez de rémanences de supernova dans notre galaxie pour justifier un âge de plus de 7000 ans. Davies soutient que l'on devrait continuer d'observer ces rémanences jusqu'à 1 à 6 millions d'années après la supernova. En réalité, bien que ces rémanences continuent à *exister* pendant cette période, elles deviennent plus difficiles à *détecter* quand le temps passe, les gaz restant se répandant et se raréfiant. Ces rémanences sont également déformées par le milieu interstellaire et deviennent difficiles à distinguer de ce milieu. Ainsi, bien que ces rémanences continuent d'exister pendant plusieurs millions d'années, la plupart ne restent *détectables* que pendant 20 000 à 120 000 ans, en fonction de la taille de la supernova et d'autres facteurs. D.A. Leahy et Wu X. (*Publications of the Astronomical Society of the Pacific*, v. 101, pp.607-613, juin 1989) discutent des différents effets pouvant limiter la détection de ces rémanences. Davies remarque aussi qu'aucune rémanence de supernova en troisième phase (qui s'est répandue pendant plus de 120 000 ans) n'a été détectée dans la galaxie. Comme mentionné ci-dessus, ces rémanences se sont trop éparpillées, elles ne sont donc plus détectables. Pourtant, d'autres rémanences de supernova en troisième phase dans d'autres galaxies sont suffisamment importantes pour être détectées. L'une d'entre elle, SNR-0450-709, dans le grand nuage de Magellan, a poursuivi son expansion depuis plusieurs centaines de milliers d'années (voir T.W. Jones et al., *Publications*

of the Astronomical Society of the Pacific, v. 110, pp.125-151, fev. 1998). L'existence d'une rémanence de supernova aussi ancienne est en contradiction avec l'hypothèse d'un univers récent.

Les galaxies en spirales [OAB 32]

Les spirales des galaxies prouvent leur jeune âge. Cette affirmation est basée sur les recherches de Kevin Prendergast, qui, il y a 25 ans, a réalisé des simulations informatiques montrant que de telles galaxies en spirales ne seraient pas stables, mais ceci ignore les recherches ultérieures de Prendergast et d'autres. En fait, depuis que cette question a été posée pour la première fois, on a découvert que la formation continue d'étoiles stabilisait la structure en spirale. Les partisans d'une Terre jeune répondent que cette explication « n'a pas été confirmée par l'observation », mais ce n'est pas vrai. Bien que le processus complet de formation d'une étoile ne puisse pas être observé sur une seule étoile à cause de sa durée, la physique de la formation d'une étoile est bien connue (en fait, cette physique est plus simple que celle de la formation d'une goutte d'eau), et on observe des étoiles à tous les stades de développement prédits par la théorie. De telles questions ne constituent donc en rien un défi à l'astronomie actuelle.

Les grandes étoiles [OAB 86]

C'est un fait bien connu des astronomes que les grandes étoiles ont des durées de vie bien plus courtes que les petites étoiles, dans certains cas c'est moins d'un milliard d'années. Il ne devrait exister aucune grande étoile d'une durée de vie plus courte que l'âge de l'univers. Bien entendu, le vrai problème est de savoir si oui ou non de nouvelles étoiles sont formées. Comme mentionné ci-dessus (voir *les galaxies en spirales*), la formation des étoiles est théoriquement bien comprise, et on observe des étoiles à toutes les étapes de leur développement. La confirmation de cette théorie est aussi bonne que ce à quoi on pourrait s'attendre, ainsi, elle devrait pour le moins être considérée comme plausible.

L'hydrogène dans l'univers [OAB 38]

L'hydrogène est converti en hélium dans tout l'univers, sans source d'hydrogène avérée pour le remplacer, même si de grandes quantités d'hydrogène existent dans tout l'univers. Ceci est exact et ne fait que prouver qu'il existait des quantités encore plus grandes d'hydrogène dans le passé. Cela ne pose aucun problème.

La masse des amas de galaxies [OAB 29-31,87]

De nombreux amas de galaxies ne sont pas assez massiques pour rester compacts et beaucoup d'entre eux devraient s'être disloqués si l'univers était vieux. De plus, il devrait exister des galaxies isolées. Aucune galaxie ne faisant partie d'un amas n'a été observée, il y aurait une contradiction. Cette affirmation néglige la possibilité qu'une partie importante de la masse de cette galaxie soit invisible. En effet, cette masse qui permet l'amas des galaxies, n'est pas lumineuse et est donc invisible depuis la Terre.

Un nuage de gaz interstellaire en expansion [DB 1507 ; OAB 33]

Cet argument fait référence à un article de V.A. Hughes et D. Routledge (*Astronomical Journal*, v.77, pp. 210-214 (avril 1972)), annonçant la découverte d'un nuage de gaz en expansion depuis un centre près du soleil. Selon les observations de Hughes et Routledge, ce nuage est très probablement le résultat d'une supernova de type III ayant eu lieu il y a 65 millions d'années. Les auteurs ne font pas mention de l'âge de la Terre ou de l'univers, bien qu'ils spéculent sur l'influence des radiations de cette supernova sur une extinction massive, y compris celle des dinosaures, qui a eu lieu il y a 65 millions d'années (plus récemment, il a été montré qu'un impact était plus vraisemblablement responsable de cette extinction). Bien que cet article ne fasse pas référence à l'âge de la Terre, le DB et l'OAB citent cet article, sans commentaire, comme limitant l'âge de la Terre à 60 millions d'années. Il n'y a pourtant aucune raison de croire que la Terre soit plus jeune que la supernova qui a engendré ce nuage de gaz. Cette supernova serait distante de plusieurs centaines d'années lumière de la Terre, et malgré les spéculations de Hughes et Routledge à propos de son effet sur la vie terrestre, il n'y a peut-être eu aucun lien.

La décroissance du thorium-232 dans les étoiles [OAB 97]

Dans *Nature*, (v.328, pp.127-131, 9 juillet 1987), H.R. Butcher a annoncé qu'il y avait des incohérences entre ses observations de la quantité de thorium-232 dans certaines étoiles et l'âge admis de ces étoiles. Bien que certains partisans d'une Terre jeune cite cet article comme une remise en doute de la chronologie astronomique standard, il s'agissait en réalité d'une erreur due à une nouvelle méthode de datation. Cet article de Butcher en 1987 faisait partie d'un travail pionnier de la nucléocosmochronologie, la science qui détermine l'âge des étoiles en mesurant le taux d'éléments lourds produits en leur sein, mais ces résultats anormaux étaient dus au manque de perfectionnement de cette méthode. Comme l'article de J. Westin et Al le montre (p.784 du *Astrophysical Journal*, v.530, pp. 783-799, 20 fev. 2000), la signature du thorium-232 est difficile à isoler de celle d'autres métaux, c'est pourquoi la méthode de Butcher n'est applicable que dans des étoiles pauvres en métaux pour que le thorium domine la signature spectrale. Il existe aussi d'autres facteurs importants permettant le perfectionnement de cette méthode de nucléocosmochronologie et des discussions plus techniques sur cet article de Butcher chez Morell, Kallander et Butcher (*Astronomy and Astrophysics*, v.259, pp. 543-548, 1992), et par François, Spite et Spite (*Astronomy and Astrophysics*, v.274, pp. 821-824, 1993). Il y a aussi une brève discussion moins technique chez C. Sneden (*Nature*, v. 409, pp. 673-675, 8 fev 2001).

En conclusion, la nouvelle méthode de datation présentée par Butcher en 1987 est valide, et a produit des résultats valables depuis. Les anomalies mentionnées dans l'article de 1987 sont dues à des imperfections de la méthode corrigées depuis. Cet article ne remet donc pas en cause la chronologie astronomique standard.

Le mystère de « Sirius la Rouge » [OAB 83]

L'étoile la plus brillante dans le ciel nocturne est Sirius, elle est blanche à l'observation. Pourtant, de nombreux textes d'anciens astronomes (mais pas tous) indiquent qu'ils voyaient Sirius rouge. Ce mystère de « Sirius la Rouge » a intrigué les scientifiques durant des décennies et l'on n'a pas encore trouvé d'explication complètement satisfaisante. L'une des

réponses proposée est que la petite étoile compagnon de Sirius (connue sous le nom de Sirius-B), actuellement une naine blanche, aurait pu être une géante rouge quand les anciens l'on observée il y a 2000 ans. Le problème de cette hypothèse est que la transition entre géante rouge et naine blanche semble durer 10 millions d'années. Certains partisans d'une Terre jeune ont bondi sur cette explication de « Sirius la Rouge » et en ont fait un argument de preuve contre les théories « évolutionnistes » de l'astronomie. Le problème, c'est que les lois de la physique remettent elles-mêmes en question cette transition en 2000 ans. Les lois de la thermodynamique rendent très peu vraisemblable un tel changement de température d'un si grand corps en si peu de temps. Il faudrait également que les géantes rouges, bien plus massives que les naines blanches perdent le plus gros de leur masse dans cette transition, en laissant derrière elle de grands nuages gazeux (appelés « nébuleuses ») autour de Sirius. De tels nuages de gaz n'existent pas. . Reconnaisant cette preuve physique, de nombreux partisans d'une Terre jeune n'utilisent plus cet argument. Le mystère de « Sirius la Rouge » reste inexpliqué et continue d'intriguer les savants, mais ce n'est en aucun cas la preuve d'un univers jeune. Quelques solutions ont été proposées dans *Monthly Notices of the Royal Astronomical Society* (v.310, pp. 355-359 1999).