



Le ciel de Juillet 2018

Les phénomènes du mois :

Les temps sont donnés en heure normale pour Nantes

jj hh:mm

Sommaire:

- Le ciel du mois
- essaims étoiles filantes
comètes
- Planètes,
- Carte du ciel
- La Lune
- Etude sur les météorites
- Les déchets spatiaux
- Le magnétisme de la
Terre
- La constellation du
mois
- Le saviez-vous!
- Enigmes
- Des livres à lire

- 04 01:43 Maximum de l'étoile variable éta de l'Aigle
- 04 03:21 Fin de l'occultation de 91-psi1 Aqr (magn. = 4,24)
- 04 03:21 Rapprochement entre la Lune et Neptune (dist. topocentrique centre à centre = 3,3°)
- 04 04:05 Début de l'occultation de 93-psi2 Aqr (magn. = 4,41)
- 04 11:46 Rapprochement entre Mercure et M 44 (dist. topocentrique centre à centre = 0,6°)
- 05 05:45 Opposition de l'astéroïde 26 Proserpina avec le Soleil (dist. au Soleil = 2,479 UA; magn. = 10,3)
- 06 08:51 DERNIER QUARTIER DE LA LUNE
- 06 18:00 La Terre à son aphélie (distance au Soleil = 1,01670 UA)
- 07 02:30 Minimum de l'étoile variable Algol (bêta de Persée)
- 07 20:06 Opposition de l'astéroïde 198 Ampella avec le Soleil (dist. au Soleil = 2,174 UA; magn. = 10,3)
- 08 04:16 Minimum de l'étoile variable bêta de la Lyre
- 09 23:19 Minimum de l'étoile variable Algol (bêta de Persée)
- 10 05:58 Rapprochement entre Vénus et Régulus (dist. topocentrique centre à centre = 1,0°)
- 12 06:00 PLUS GRANDE ÉLONGATION EST de Mercure (26,4°)
- 12 11:02 OPPOSITION de Pluton avec le Soleil
- 13 03:48 NOUVELLE LUNE (éclipse partielle de Soleil non visible à Nantes)

jj hh:mm

- 13 09:28 Lune au périhélie (distance géoc. = 357431 km)
- 14 02:28 Maximum de l'étoile variable delta de Céphée
- 19 20:52 PREMIER QUARTIER DE LA LUNE
- 20 11:00 Mercure à son aphélie (distance au Soleil = 0,46670 UA)
- 21 02:51 Minimum de l'étoile variable bêta de la Lyre
- 21 12:40 Opposition de l'astéroïde 88 Thisbe avec le Soleil (dist. au Soleil = 2,319 UA; magn. = 9,4)
- 24 07:58 Opposition de l'astéroïde 14 Irene avec le Soleil (dist. au Soleil = 2,732 UA; magn. = 9,7)
- 25 09:19 Opposition de l'astéroïde 140 Siwa avec le Soleil (dist. au Soleil = 2,138 UA; magn. = 10,2)
- 27 04:11 Minimum de l'étoile variable Algol (bêta de Persée)
- 27 06:14 OPPOSITION de Mars avec le Soleil
- 27 06:44 Lune à l'apogée (distance géoc. = 406223 km)
- 27 21:07 Rapprochement entre la Lune et Mars (dist. topocentrique centre à centre = 5,9°)
- 27 21:20 PLEINE LUNE (éclipse totale de Lune en partie visible à Nantes)
- 28 05:20 Pluie d'étoiles filantes : Piscis Austrinides (5 météores/heure au zénith; durée = 26,0 jours)
- 30 00:59 Minimum de l'étoile variable Algol (bêta de Persée)
- 30 04:50 Maximum de l'étoile variable delta de Céphée
- 30 07:34 Pluie d'étoiles filantes : Delta Aquarides S. (16 météores/heure au zénith; durée = 42,0 jours)
- 30 07:34 Pluie d'étoiles filantes : Alpha Capricornides (5 météores/heure au zénith; durée = 43,0 jours)

Etoiles filantes : essaims et Comètes

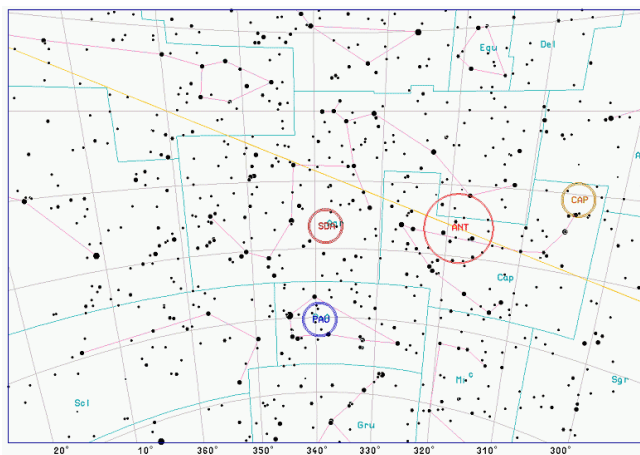
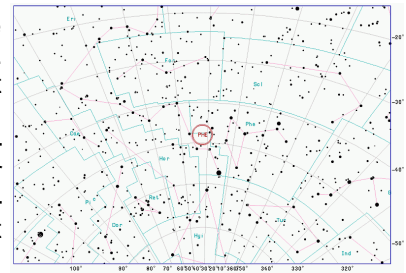
Les Phœnicides de Juillet (PHE), un essaim observable depuis l'hémisphère sud, a son radiant situé à environ 27 degrés au sud de l'étoile *upsilon Cetus*. Le taux horaire moyen (ZHR) est variable. Les météores de cet essaim sont d'une vitesse moyenne d'environ 47 km par heure.

La première observation de cet essaim est attribuée à A. A. Weiss par écho-radio en 1957. Une idée de l'activité de l'essaim a été rapidement obtenue par Weiss en procédant au réexamen des observations par écho-radio commencées à Adelaïde en 1953. Les Phœnicides de Juillet avaient été également observés en 1954 et en 1956.

L'essaim a été re-observé par Weiss en 1958, lui donnant la confirmation que l'activité était annuelle.

Période d'activité : du 10 au 16 Juillet

Maximum : 13 Juillet Longitude solaire (λ) : 111° position du radiant au moment du maximum
ascension droite (α) : 032° déclinaison (δ) : -48° Vitesse (en km/s) : 47 r : 3.0 ZHR : variable



Les delta-Aquarides Sud (SDA) appartiennent au complexe des Aquarides.

Bien que situés non loin du radiant des delta-Aquarides Nord (NDA), les météores delta-Aquarides Sud sont assez peu lumineux mais un peu plus brillants que ceux de leur congénères du Nord, et la période d'activité est légèrement décalée. En revanche, la vitesse est sensiblement la même, ce qui rend leur différenciation encore plus difficile. Le radiant de l'essaim des delta-Aquarides Sud est à environ 5 degrés de l'étoile *delta Aquarii*, qui porte le nom de Skat. Les météores ont une vitesse moyenne d'environ 41 km par seconde.

De l'activité a été noté pour la première fois en provenance de la région de *delta Aquarii* par G. L. Tupman en 1870, qui nota déjà la complexité de cet essaim. William F. Denning observa l'essaim le reste du 19ème siècle.

Une campagne britannique d'observations fut organisée en 1922, comprenant Grace Cook, Alphonso King et J.P.M. Prentice. Entre 1926 et 1933, Ronald A. McIntosh réalisa également une observation des delta-Aquarides. De ces études multiples, un profil physique des delta-Aquarides Sud se dégagea : un maximum semblant alors avoir lieu le 28 juillet, un ZHR augmentant rapidement avant le pic, pour redescendre à une allure plus modérée. En revanche, à partir de ses observations faites entre 1908 et 1938, C. Hoffmeister détermine un maximum pour le 03 Août.

Les premières observations par écho-radio ont été effectuées en 1949 par D. W. R. McKinley qui détecte les deux branches de l'essaim.

En 1952, à partir des observations faites avec le radiotélescope Jodrell Bank, M. Almond calcule la vitesse d'entrée d'atmosphérique des membres de cet essaim et fait la première détermination précise de l'orbite des delta-Aquarides. Almond note alors une ressemblance frappante avec l'essaim des Ariétides de Juin. Les deux essaims pourraient être liés, leur différence étant due aux interactions gravitationnelles de Jupiter. De nombreuses surveillances radar suivirent dans les années 1950 et 1960, grâce aux nombreuses campagnes d'observation organisées.

En 1965, S. E. Hamid and Fred L. Whipple mettent l'essaim des delta-Aquarides Sud en relation avec les Quadrantides, qui présentent des caractéristiques orbitales semblables.

En prenant les membres des deux essaims et en les soumettant aux perturbations séculaires de Jupiter, ils ont trouvé que les plans orbitaux et les distances au périhélie étaient très similaires il y a 1300-1400 ans, et qu'il est possible que les deux essaims proviennent d'une seule comète.

Plusieurs tentatives ont été faites pour identifier cet essaim à travers les écrits anciens. C. P. Olivier suggère le premier lien possible dans son livre *Meteors* en 1925. Il estime que les delta-Aquarides Sud ont été probablement observées le 19 Juillet 714 et le 14 Juillet 784. En 1976, Sekanina pense que l'essaim de 714 est plutôt une apparition des Perséides, mais ajoute que le plus prometteur signe d'apparition des delta-Aquarides Sud est un essaim survenu en 1007.

Période d'activité : du 12 Juillet au 19 Août Maximum : 27 Juillet Longitude solaire (λ) : 125° position du radiant au moment du maximum ascension droite (α) : 339° déclinaison (δ) : -16° Vitesse (en km/s) : 41.4 r : 3.2 ZHR : 20 Comète associée : groupe de Marsden

Visibilité des planètes

Mercure Trop proche de l'horizon(Verseau)

Vénus : éloignée de la terre elle reste un peu petite pour une bonne observation (Verseau)

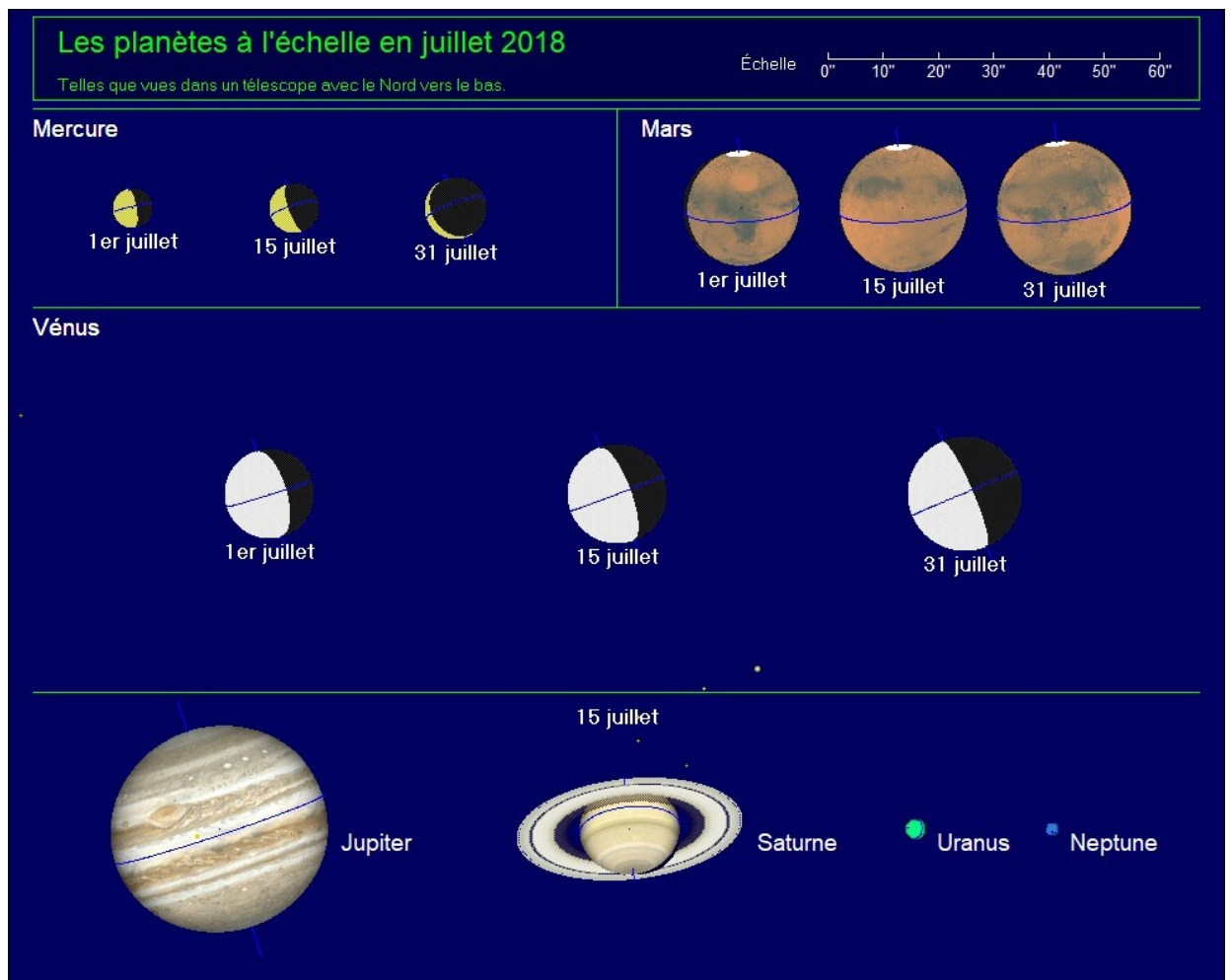
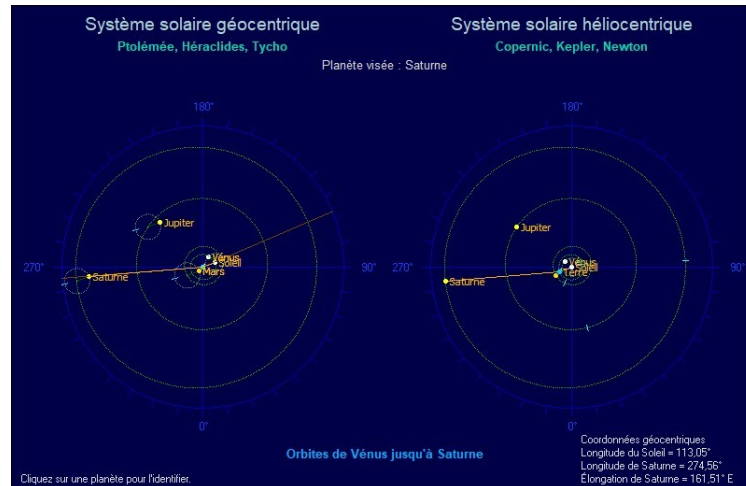
Mars basse sur l'horizon(Sagittaire)

Jupiter favorable(Balance)

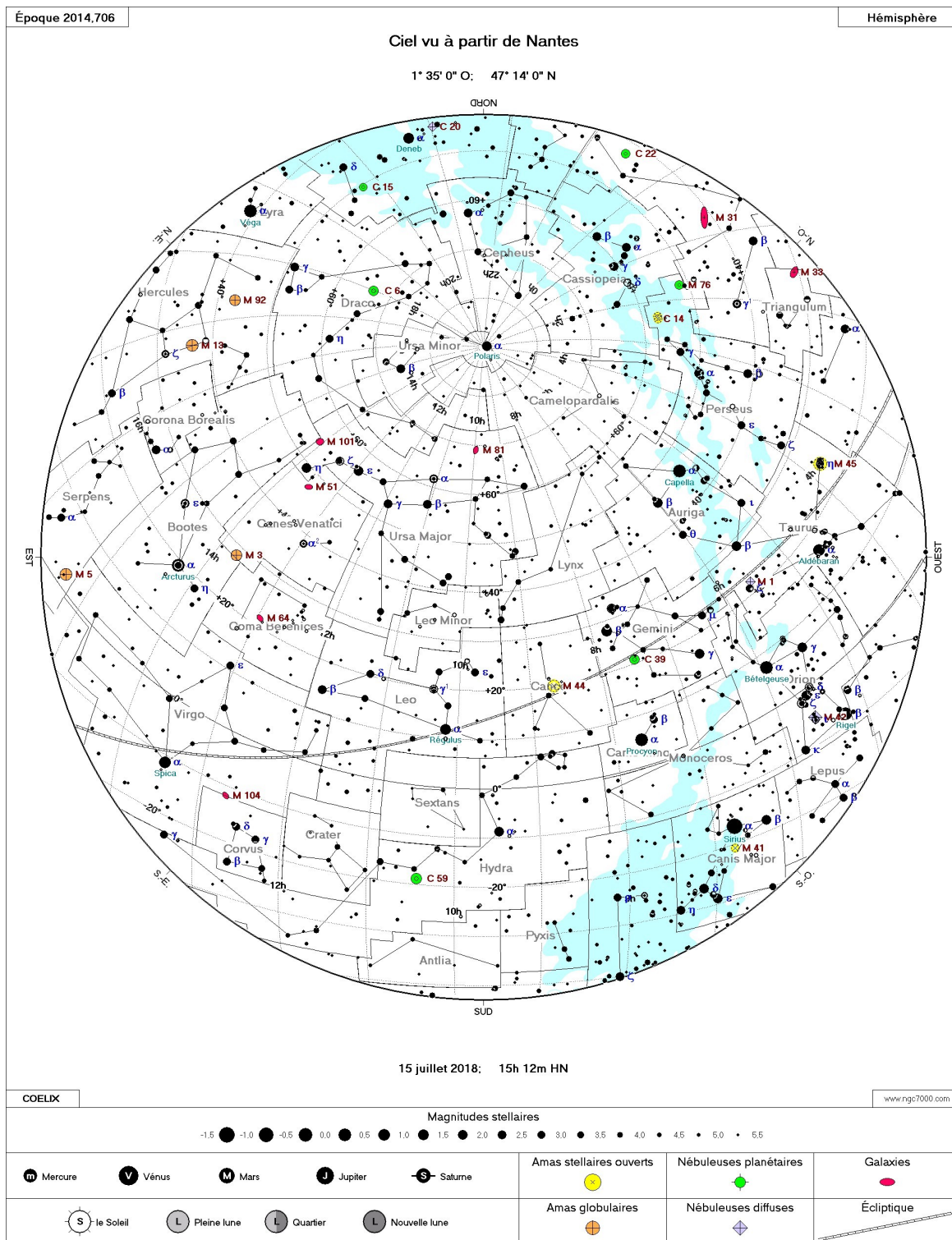
Saturne visible (Sagittaire)

Uranus : en conjonction avec le soleil le 18 avril Poissons)

Neptune basse sur l'horizon (Verseau)



CARTE DU CIEL

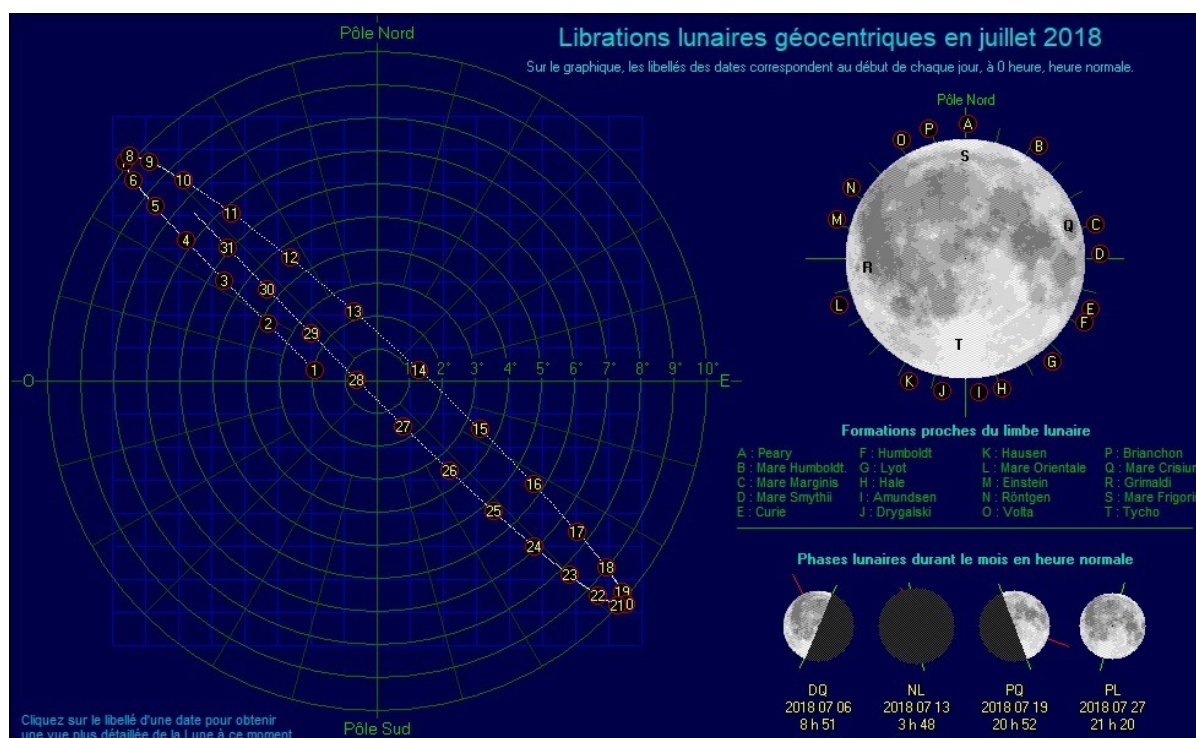


Comment utiliser la carte du ciel

Si par exemple vous observez vers l'ouest, tenez la carte devant vous en plaçant le mot ouest vers le bas. Les constellations dessinées au-dessus de l'horizon Ouest vous font face sur le ciel. Le centre de la carte correspond au zénith, le point situé au-dessus de votre tête.

Une constellation représentée à mi-distance du centre et du bord de la carte est donc à égale distance de l'horizon et du zénith.

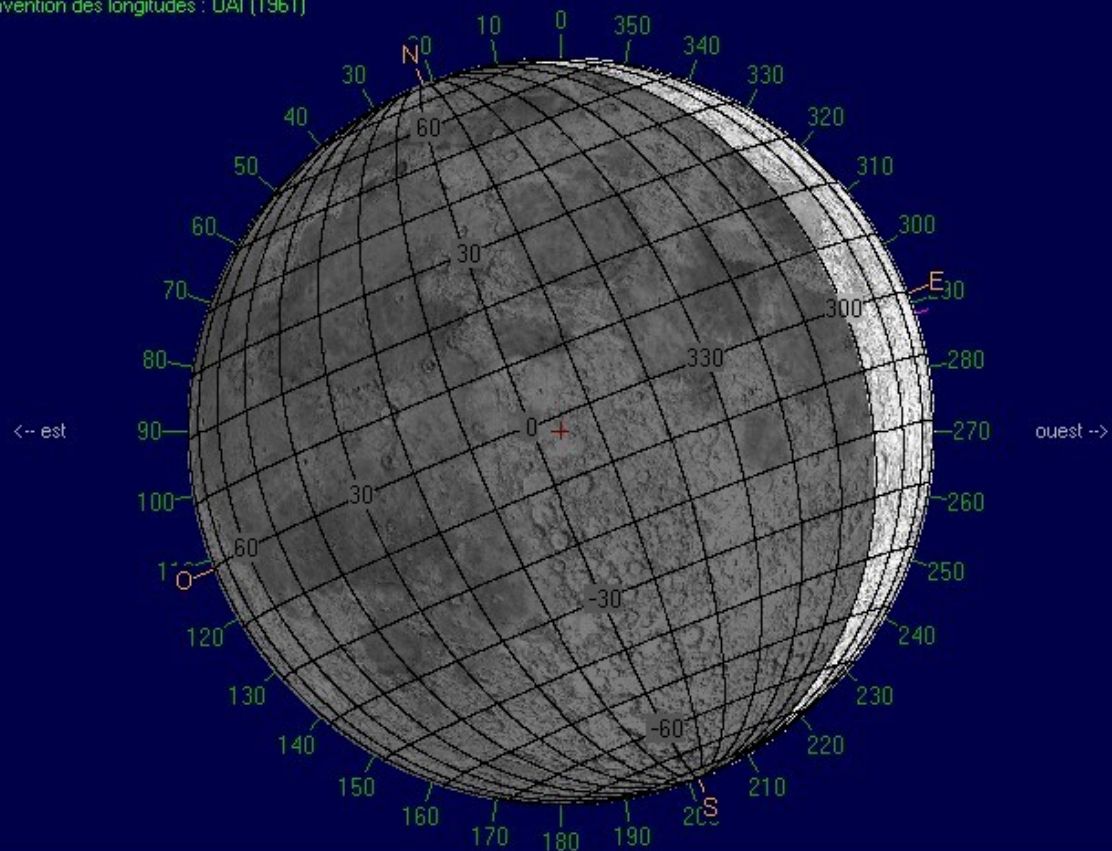
LA LUNE



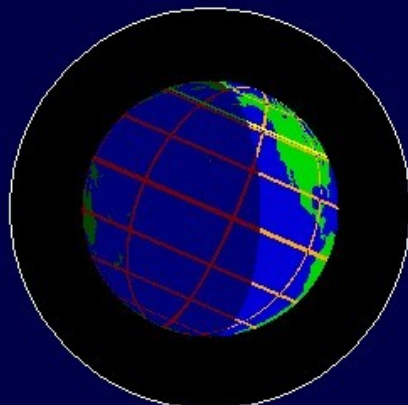
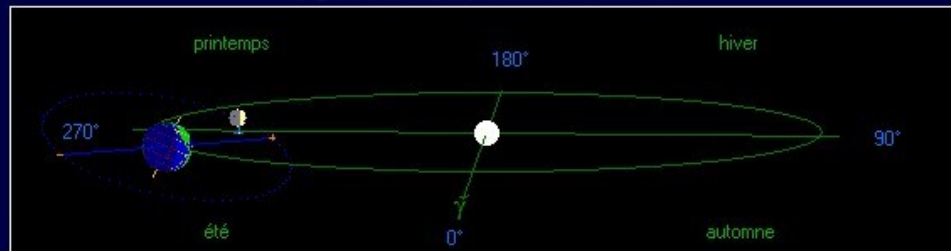
Carte de la Lune (vue géocentrique)

Angle de position du pôle Nord = $21,78^\circ$
 Angle de position du limbe éclairé = $288,23^\circ$
 Pourcentage d'illumination = 9,19%
 Convention des longitudes : UAI (1961)

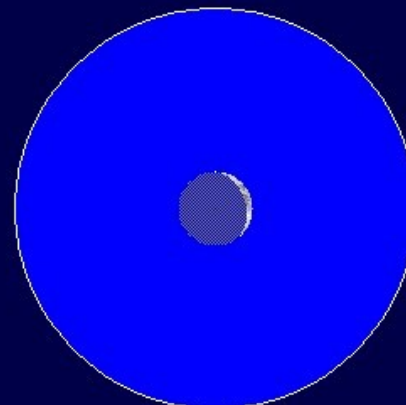
Longitude sélénographique du centre du disque = $-4,18^\circ$
 Latitude sélénographique du centre du disque = $-2,54^\circ$
 Longitude du terminateur du soleil levant = $300,76^\circ$



Système Soleil-Terre-Lune



Vue de la Terre à partir
du point vernal



Vue de la Lune
à partir de Nantes

Après Tiangong-1, comment mieux surveiller les débris spatiaux ?

Rémy Decourt
Journaliste

Publié le 09/04/2018

Tiangong-1, le module orbital chinois est, enfin, rentré sur Terre sans faire de dégât, là où on l'attendait. Cet épisode est aussi pour nous l'occasion de faire le point sur l'état des capacités de l'Europe dans la surveillance du ciel et pourquoi, malgré des moyens de surveillance avancée, personne n'a été capable de prédire avec certitude le lieu et la date de sa rentrée. Découvrez notre entretien avec Nicolas Bobrinsky, le responsable du programme de veille spatiale de l'ESA dans ce domaine.

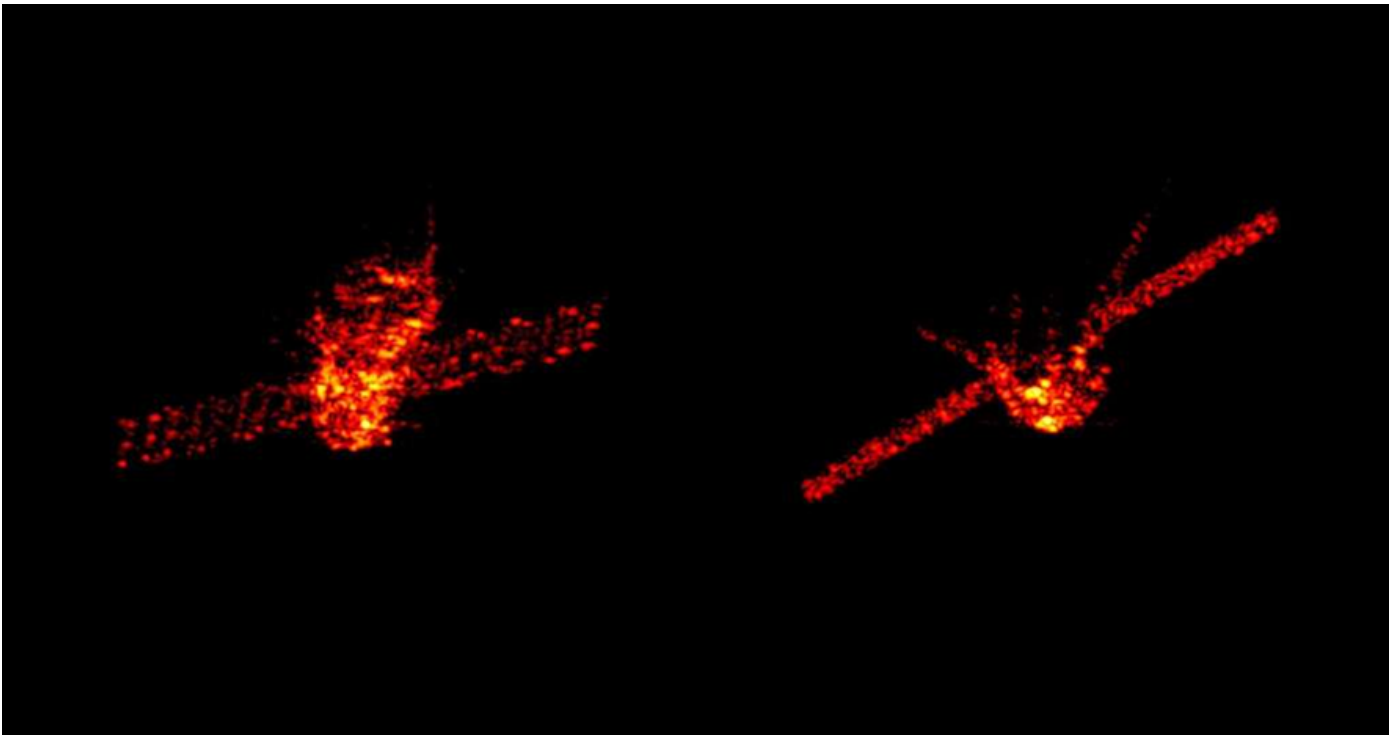
Ces dernières semaines, tous les réseaux mondiaux de surveillance du ciel étaient pointés sur Tiangong-1, le module orbital dont la Chine avait perdu le contrôle depuis 2016. En effet, en raison de cette perte de contrôle, le module était susceptible de faire sa rentrée sur Terre n'importe où, entre les latitudes 42 degrés nord et sud, en se disloquant et en se désintégrant dans l'atmosphère. Cela dit, le risque qu'un élément de plusieurs kilogrammes s'écrase sur une zone habitée et provoque des dégâts était statistiquement très faible, voire nul. Finalement, le module a fait sa rentrée atmosphérique dans la nuit du 1^{er} au 2 avril, près du centre de l'océan Pacifique, non loin du « point de Némó ». Il s'est probablement désintégré.

Nicolas Bobrinsky, le responsable du programme de veille spatiale de l'ESA (SSA, pour *Space Situational Awareness*), revient sur cet événement. À la question de savoir quelles leçons tire-t-il de cette rentrée atmosphérique non contrôlée, Nicolas Bobrinsky tient à mettre en avant « *les aspects positifs de cette rentrée* » mais aussi le besoin de mieux « *modéliser les interactions entre l'activité du Soleil et les couches supérieures de l'atmosphère terrestre* ».

Le point positif est sans aucun doute le « *suivi et la poursuite de Tiangong-1* » réalisés dans le cadre d'une campagne internationale coordonnée par le Comité interministériel de coordination des débris spatiaux, qui comprend dix agences spatiales nationales en plus de l'ESA. Il y a eu un excellent partage de l'information disponible, ce qui « *nous a permis de réajuster la trajectoire du module constamment et avec une grande précision* ».

Si « *nous savions que le point d'impact se situerait entre 42 degrés de latitude nord et 42 degrés de latitude sud* », il était très difficile « *d'être plus précis et de prévoir le plan* » en raison de la variation constante du coefficient de traînée qui « *dépend entre autres de l'activité du Soleil et son interaction avec les hautes couches de l'atmosphère terrestre* ». En effet, la trajectoire de transition entre un vol orbital et sa rentrée atmosphérique dépend de plusieurs facteurs, dont certains ne sont pas connus avec suffisamment de précision en temps réel. Pour cela, il est notamment nécessaire d'améliorer la « *modélisation entre la météo de l'espace (activité du Soleil) et les hautes couches de l'atmosphère terrestre* ».

Concrètement, une forte activité du Soleil se traduit par une augmentation de la densité des couches de l'atmosphère supérieure, ce qui induit un frottement plus fort et diminue le délai de la rentrée à cause d'un freinage plus important du module.



Le module chinois Tiangong-1, alors à 270 kilomètres d'altitude, quelques jours avant sa rentrée dans l'atmosphère terrestre. Ces images radar ont été acquises par un système de surveillance et d'imagerie radar allemand opéré par l'Institut Fraunhofer FHR, basé à Wachtberg, en Allemagne

L'Europe dépendante des capacités américaines de surveillance du ciel pour les petits débris

Si dans le cadre du suivi de Tiangong-1, 50 % des moyens d'observation ont été fournis par les États-Unis, 40 % par les Russes et 10 % par d'autres nations comme la Chine, l'Europe et le Japon, il faut savoir que « *les capacités de surveillance du ciel de l'ESA et des agences spatiales nationales en Europe sont suffisantes pour suivre les satellites qui tournent autour de la Terre* ». Là où le bât blesse, c'est au sujet de la « *surveillance des débris de huit à dix centimètres, taille à partir de laquelle un objet peut mettre hors-service un satellite en cas d'impact* ». Sur un nombre d'environ 29.000 objets de cette taille, moins de « *20 à 25 % d'entre eux sont suivis* » avec en particulier les données du radar français Graves, des radars de la DGA et de l'armée de l'air, des télescopes en Espagne ainsi que du radar allemand Tira.

Ce n'est évidemment pas satisfaisant pour fournir un service d'évitement et de prévision de collision européen autonome. Une situation qui contraint l'ESA à dépendre des alertes de collision envoyées par le réseau de surveillance américain Usstratcom pour la protection de ses satellites.

Cette situation devrait perdurer. Bien que l'Agence spatiale européenne et l'industrie européenne disposent de la technologie radar nécessaire, il n'y a pas malheureusement de « *volonté politique suffisante pour doter l'Europe d'un système performant de surveillance de l'espace, qui lui permettrait d'approcher les performances des systèmes américains ou russes* ».

L'ESA dispose d'une technologie de pointe mais ne peut pas la financer

Néanmoins, l'ESA utilise avec succès depuis 2013 deux prototypes de radar de surveillance conçus pour « *tester différentes techniques de suivi et d'observation des débris spatiaux* ». Ces radars ne fournissent cependant pas de service opérationnel en raison de performances limitées à des objets d'environ « *70 centimètres situés jusqu'à une altitude de 1.200 kilomètres* ».

Pour avoir une bonne couverture des orbites la « *première urgence est de disposer de deux radars de haute performance* », l'un dans « *l'hémisphère Sud, à la Réunion ou en Polynésie, par exemple* » et l'autre, dans une « *zone de latitude moyenne dans l'hémisphère Nord, à 45 degrés qui pourrait être l'Allemagne, l'Espagne, l'Italie ou la France, ainsi que l'ont montré les études d'architecture conduites ces dernières années* ». Mais ces radars coûtent cher, environ 600 millions d'euros l'unité pour les construire plus le coût de leur exploitation.

Le financement de ce système de surveillance pourrait également être réalisé dans le cadre de l'Union européenne. « *Nous sommes dans l'attente des orientations qui seront prises au cours de la prochaine période de programmation 2021-2027 dans le cadre du grand programme-cadre d'aide à la recherche scientifique géré par la Commission européenne.* »

Cela dit, l'ESA explore d'autres alternatives de façon à compléter les radars de surveillance. Elle envisage « *d'utiliser des moyens optiques* ». Un projet de télescope baptisé « *Œil de mouche* » conçu pour la surveillance des astéroïdes géocroiseurs pourrait être « *adapté à la surveillance des débris spatiaux au-delà de 1.200 kilomètres d'altitude* ». Avec un coût de seulement 10 millions d'euros l'unité, cela « *permettrait de surveiller à bon compte les orbites moyennes* », celles sur lesquelles se situent les satellites de la constellation Galileo et donc de « *décharger les radars terrestres de cette tâche* ». Dans ce schéma, les radars et les télescopes fonctionneraient de manière complémentaire, ce qui « *diminuerait le coût global du système* ».

La technologie laser est aussi une autre alternative à l'étude pour le suivi des débris spatiaux. L'idée est « *d'illuminer ces débris avec un laser, puis de les suivre en observant la lumière réfléchie* ». Les États membres de l'ESA sont intéressés et ont autorisé le développement d'une station de poursuite à des fins d'essais qui pourrait être opérationnelle dans deux ans en Europe ou au Chili.

CE QU'IL FAUT RETENIR

Cet épisode a également mis en avant la forte dépendance de l'Europe aux États-Unis pour la protection spatiale de ses satellites.

L'épisode Tiangong-1 a mis en avant la très bonne coordination des agences spatiales au niveau mondial pour surveiller la chute du module chinois.

Pour améliorer la précision du lieu et de la date de rentrée, il est nécessaire d'améliorer les prévisions de la météorologie spatiale.

Cet épisode a également mis en avant la forte dépendance de l'Europe aux États-Unis pour la protection spatiale de ses satellites.

L'épisode Tiangong-1 a mis en avant la très bonne coordination des agences spatiales au niveau mondial pour surveiller la chute du module chinois.

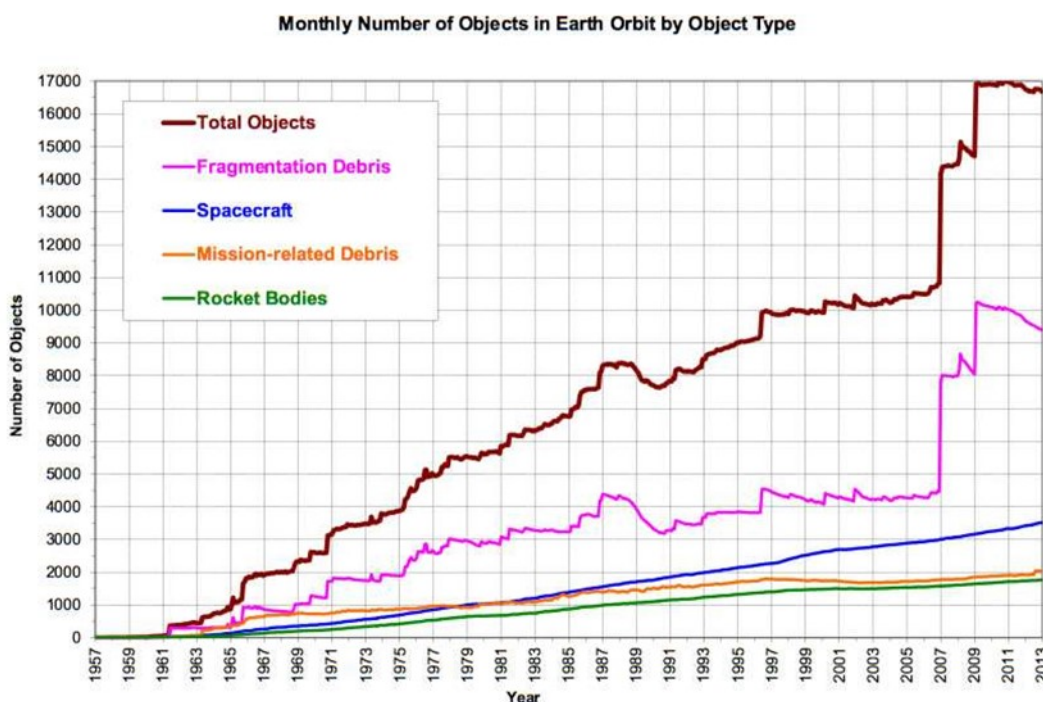
L'ESA veut des outils pour mieux surveiller les débris spatiaux

Article de Rémy Decourt, publié le 11/03/2013

Essentiels à notre quotidien, les systèmes spatiaux sont confrontés aux risques croissants de collision avec des débris. D'où la nécessité de surveiller l'espace, ce que font l'ESA et le Cnes, mais à partir de données américaines. Pour s'affranchir de cette dépendance, l'ESA veut mettre au point un réseau de surveillance. La Commission européenne financerait une partie de son fonctionnement.

Consciente des enjeux économiques liés aux dégâts que les débris spatiaux provoquent, la Commission européenne veut un système européen de surveillance de l'espace et de prévision des risques de collision spatiale. Pour y parvenir, la Commission souhaite aider les États membres de l'Union européenne à mettre en réseau leurs infrastructures existantes de surveillance du ciel dans le cadre du projet *Space Surveillance and Tracking* (SST), qui fait partie du programme préparatoire de surveillance spatiale de l'ESA (SSA, pour *Space Situational Awareness*). Pour cela, elle se dit prête à financer les coûts d'utilisation de ce programme à hauteur de dix millions d'euros par an.

On sait effectuer des corrections de trajectoire mais leur coût n'est pas nul : il est estimé à 140 millions d'euros chaque année et on s'attend à une dépense de 210 millions par an pendant la prochaine décennie. Un débris spatial n'a pas besoin d'être grand pour provoquer des dégâts significatifs. On estime qu'un objet de plus de 1 cm est suffisant pour endommager ou mettre hors service une partie d'un satellite, et qu'à lui seul, un débris d'environ 10 cm est suffisant pour en détruire un.



Sur la base d'observations statistiques, on estime qu'environ 600.000 objets de plus de 1 cm tournent autour de la Terre. Quant au nombre de débris de plus de 10 cm (pour la plupart connus individuellement), il se situerait entre 16.000 et 20.000. Le graphique montre l'évolution de leur nombre

depuis 1957. Le catalogue grand public, diffusé sur Internet, en référence environ 15.300. Cependant, il ne prend pas en compte les débris classifiés ni ceux dont la réflectivité trop faible empêche de déterminer leur trajectoire.

L'ESA manque d'outils de surveillance des débris spatiaux

Cependant, si l'Europe a suffisamment de centres de données, elle manque de moyens de surveillance, « *notamment des radars capables de détecter des débris d'une dizaine de centimètres* », explique Nicolas Bobrinsky, le responsable du programme SSA à l'ESA. Par exemple, bien que très puissant, le radar français Graves ne peut pas descendre en dessous de 70 centimètres.

Autre point noir, la surveillance du ciel s'appuie « *pour l'essentiel sur des données fournies par les États-Unis* », précise Fernand Alby, responsable des activités débris spatiaux et surveillance de l'espace au Cnes, un domaine dans lequel la France dispose d'une expertise reconnue. Concrètement, le Cnes « *a mis en place des services opérationnels de surveillance des risques de collision et de prévision de rentrées atmosphériques* ». Ils utilisent les bases de données et des alertes de collision envoyées par le réseau de surveillance américain Usstratcom. Si nécessaire, elles sont complétées « *avec les données du radar français Graves, des radars de la DGA et de l'armée de l'air, ainsi que du radar allemand Tira* ».

Deux types de radars à l'étude

À l'avenir, l'Europe veut son propre réseau de capteurs associant radars, télescopes et centres de traitement des données capables de détecter, suivre, corrélérer et mettre en catalogue tous les objets au-dessus d'une taille donnée pour une région orbitale donnée. Afin de choisir la technologie qu'elle utilisera pour son futur système de radars au sol, l'ESA finance le développement de deux prototypes de radar de surveillance « *pour tester des techniques de suivi et d'observation des débris spatiaux* ».



Radar monostatique (émetteur et récepteur partagent la même antenne) de l'Agence spatiale européenne installé sur le site de Santorcaz, dans la province de Madrid, pour tester de nouvelles techniques de surveillance des débris spatiaux.

Le prototype sera réalisé avec la société espagnole Indra Espacio SA. Il utilisera la technologie monostatique : l'émission et la réception ont lieu au même endroit, et le rayonnement est émis sous la forme d'impulsions intermittentes. Quant au second prototype, il est réalisé avec l'Onera. Il s'agit

d'un radar dit bistatique, dont l'émetteur et le récepteur sont séparés et dont le rayonnement est émis de façon continue.

Ces deux radars expérimentaux seront capables de détecter des objets de 80 à 100 cm et seront terminés en 2014. L'idée est d'« *avoir validé le concept retenu avant la conférence ministérielle de 2016, de sorte que l'on présente aux ministres des États membres de l'ESA un projet solide avec des choix technologiques et industriels arrêtés* ». Enfin, pour avoir une bonne couverture des orbites, la première urgence est de disposer d'un radar dans l'hémisphère Sud, « *à la Réunion ou en Polynésie, par exemple* », souligne Fernand Alby. Les études du Cnes « *nous ont convaincus que si l'on veut avoir une bonne surveillance de l'espace, en plus des moyens existants, il faut des capteurs à différents endroits* ».

Les traces de l'aube du champ magnétique terrestre... sur la Lune ?

Laurent Sacco
Journaliste

Les archives géologiques concernant les cinq cents premiers millions d'années de notre planète sont extrêmement rares car elles ont été détruites en très grande partie par le bombardement météoritique puis par la tectonique des plaques. Un groupe de chercheurs pense que la Lune pourrait avoir conservé dans son sol non seulement la date de l'apparition du champ magnétique de la Terre mais aussi peut-être de la vie...



Une image de la Terre à l'Archéen au moment où la Lune était plus proche (vue d'artiste). Aller sur la Lune pour déterminer quand la vie est apparue sur Terre et quand le champ magnétique de notre planète s'est mis en place : la proposition semble de prime abord absurde. Toutefois, les arguments fournis depuis quelque temps par un groupe de géochimistes méritent qu'on les examine de plus près.

On a peu de traces de l'Hadéen et du début de l'Archéen, même si l'on a récemment découvert dans la ceinture verte du Nuvvuagittuq ce qui pourrait être la plus ancienne roche connue sur Terre, et si l'analyse récente de zircons indique que la tectonique des plaques était déjà active à l'Hadéen. Le flou règne et on ne sait pas exactement quand les premiers organismes producteurs d'oxygène sont apparus ni même quand la géodynamo a commencé à fonctionner, entourant notre planète d'un cocon protecteur, sa magnétosphère.

Il n'y a plus de doute aujourd'hui, grâce à l'expérience VKS, que le champ magnétique terrestre tire son origine du mouvement turbulent d'un alliage de fer et de nickel dans le cœur de la Terre et que la rotation de la planète intervienne dans le phénomène. L'énergie alimentant le mécanisme semble provenir de la cristallisation de la graine mais on ne sait pas très bien quand elle a démarré ni produit suffisamment d'énergie pour former un champ conséquent. Tout juste peut-on estimer, si l'on croit aux dernières mesures de champ magnétique rémanent découverts dans des météorites, que la génération d'un champ magnétique par effet dynamo a pu démarrer très vite dans de nombreux corps célestes du système solaire.



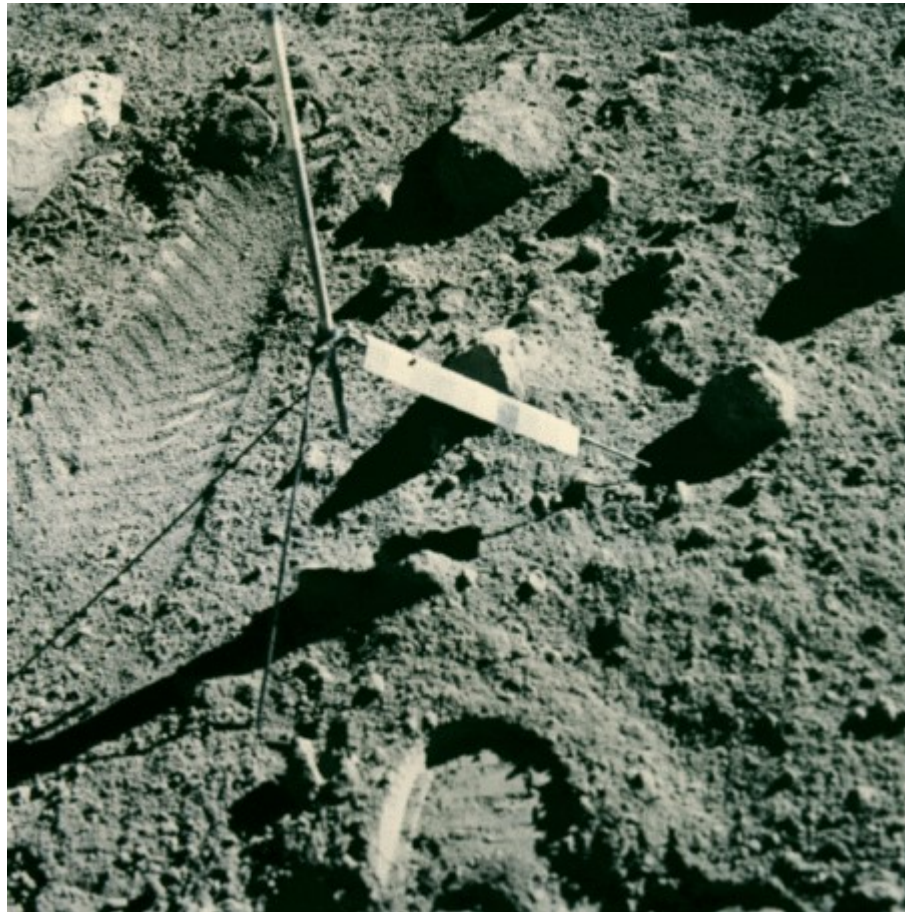
Une image du sol lunaire lors d'une mission Apollo. Crédit : Nasa

Minoru Ozima et Yayoi N. Miura de l'Université de Tokyo, Qing-Zhu Yin de l'université de Californie (Davis) et Frank Podosek, de l'université Washington à St. Louis dans le Missouri, ont eu une brillante idée pour, peut-être, apporter des réponses à ces questions.

Le souffle de la Terre sur la Lune

Ils font d'abord remarquer que la géologie lunaire a été moins perturbée depuis quatre milliards d'années environ que celle de la Terre. Ensuite, la Lune était à l'époque deux fois plus proche de la Terre. Si le champ magnétique terrestre était faible, le vent solaire pouvait donc emporter vers la surface de la Lune une partie des atomes d'hélium, d'azote, d'oxygène, de néon et d'argon présents dans la haute atmosphère, la planète n'étant pas autant protégée du souffle du Soleil que de nos jours.

L'évolution de ces traces dans le temps permettrait donc au minimum de reconstituer l'histoire du champ magnétique terrestre. Les auteurs expriment même l'espoir de retrouver un indice du début de production d'oxygène par les premiers organismes vivants photosynthétiques. La couche d'ozone qui se serait formée présenterait alors un rapport isotopique caractéristique des organismes vivants. Une infime portion de cet oxygène venant de l'ozone stratosphérique pourrait donc résider encore dans des grains de poussière lunaire.



Une autre image du sol lunaire lors d'une mission Apollo.

La stratégie est donc simple mais fastidieuse. De nombreuses missions devraient rapporter du sol lunaire des centaines de milliers de grains contenant un minéral appelé l'ilménite. Les techniques d'analyse isotopique permettent en effet de dater les couches de ces grains. Il serait donc possible de repérer des enrichissements anormaux constitués des éléments cités, de leurs isotopes et de déterminer à quelles époques ils se sont formés. En principe, si le champ magnétique de la Terre ne s'est constitué que vers -3,5 milliards d'années, comme certains le pensent, alors on devrait pouvoir détecter une contamination du sol lunaire en provenance de la Terre dans son passé lointain.

Les chercheurs ne dissimulent pas un redoutable problème. En effet, un seul laboratoire bien équipé devrait pouvoir analyser quelques milliers de grains au plus. Or, il faudrait effectuer des analyses sur des dizaines de milliers de grains. Seule une collaboration internationale regroupant donc des dizaines de laboratoires pourrait venir à bout de la tâche.

Quoiqu'il en soit, il faudra retourner sur la Lune. Il semblerait bien, vu le nombre de missions récentes en direction de notre satellite, que l'humanité soit prête pour cela. L'installation d'une base permanente dans quelques dizaines d'années est d'ailleurs au programme...

Le champ magnétique terrestre enfin expliqué !

C'est un pas important qui vient d'être réalisé dans la compréhension d'un phénomène dans lequel nous baignons tous, la plupart du temps sans nous en rendre compte: le champ magnétique terrestre.

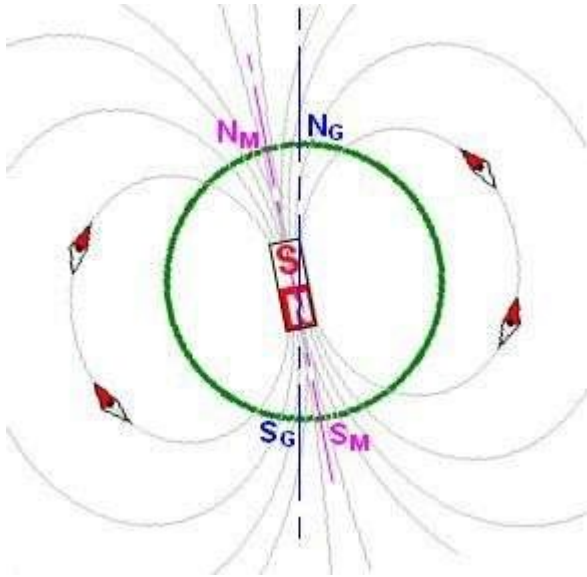


Schéma du champ magnétique terrestre. Notons au passage que le pôle Nord magnétique terrestre est en réalité un pôle de magnétisme "sud" qui attire le pôle "nord" (en rouge) de l'aimant que constitue l'aiguille de la boussole.

S'il est relativement aisé de produire un champ magnétique au moyen de solides aimantés ou d'un champ électrique, comprendre l'origine et le comportement d'un tel phénomène produit par une planète, une étoile ou même une galaxie relève du défi. Non par manque d'explications théoriques, mais bien parce qu'il était à peu près impossible, jusqu'à ce jour, de reproduire un tel processus au départ de matière dans un état autre que solide.

L'étape cruciale vient d'être franchie par un groupe de chercheurs français, qui viennent de reproduire pour la première fois en laboratoire le champ magnétique terrestre en conditions réelles, et démontrer ce qui n'était qu'hypothèse invérifiée à ce jour: il est provoqué par les mouvements turbulents de liquides conducteurs à l'intérieur de la Terre.

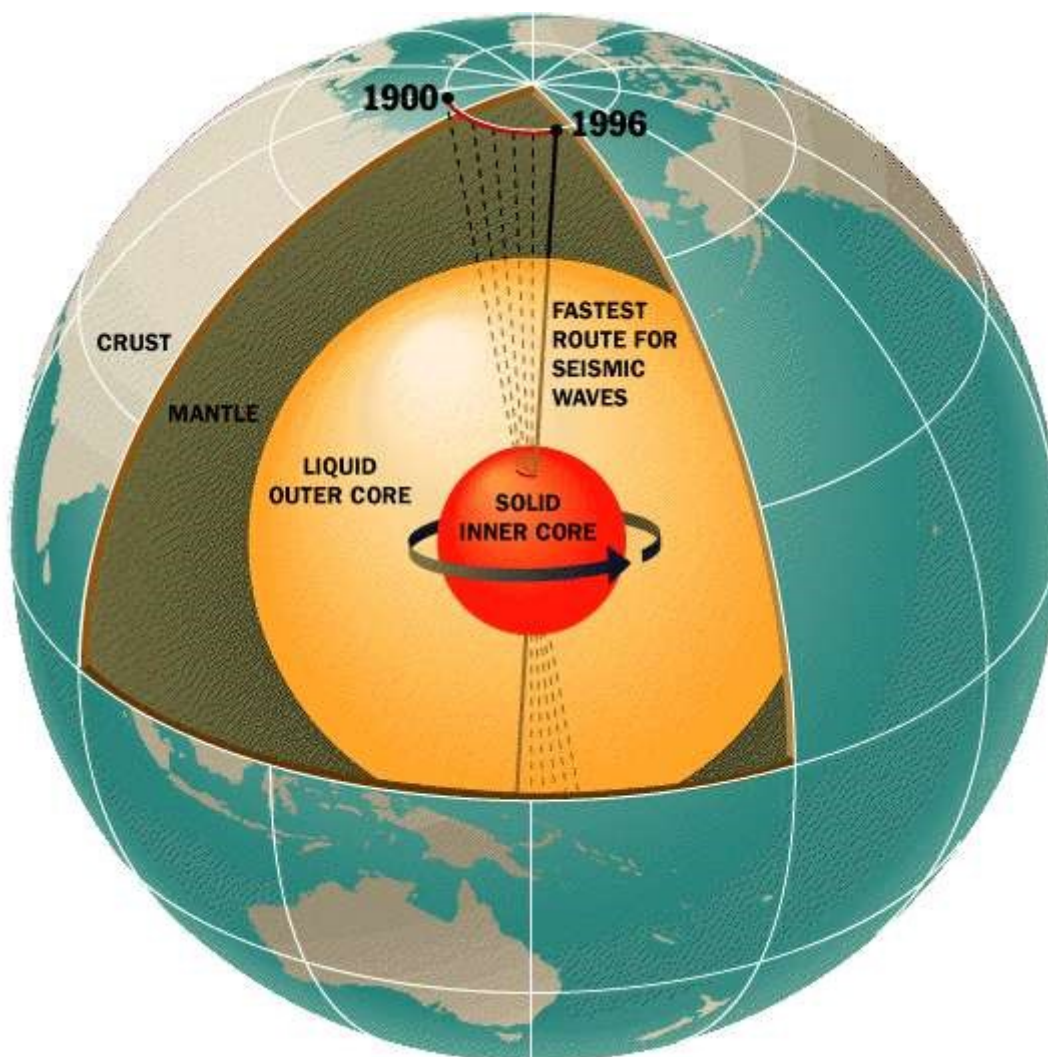
Ces travaux sont le fruit d'une collaboration qui regroupe des chercheurs du CNRS, de l'Ecole Normale Supérieure de Paris, de celle de Lyon et du CEA, qui ont consisté à créer en laboratoire un champ magnétique dans un écoulement très turbulent de sodium liquide. Et si toutes les conditions extrêmes rencontrées au sein des étoiles ou des noyaux planétaires ne peuvent être reproduites, le champ mis en évidence présente des similarités remarquables avec les champs magnétiques planétaires ou stellaires.

Si l'hypothèse que le champ magnétique de la Terre est engendré par un effet dynamo, c'est-à-dire par les mouvements d'un fluide conducteur de l'électricité, avait déjà été émise dès 1919 par le physicien anglais Sir Joseph Larmor, il aura cependant fallu attendre 2007 pour en obtenir une confirmation expérimentale. Et cela n'est pas anodin, car non seulement ce phénomène aligne les aiguilles des boussoles, mais il nous protège aussi des effets nuisibles des rayons cosmiques et des particules solaires, qui rendraient toute vie impossible sur Terre en son absence.

Jean Etienne

Comment mesurer le champ magnétique du noyau terrestre... avec des quasars

En utilisant les quasars, un géophysicien américain pense avoir réussi la première mesure du champ magnétique moyen régnant dans la partie liquide du noyau de la Terre. Son intensité renseigne sur les sources d'énergies qui soutiennent la géodynamo depuis des milliards d'années.

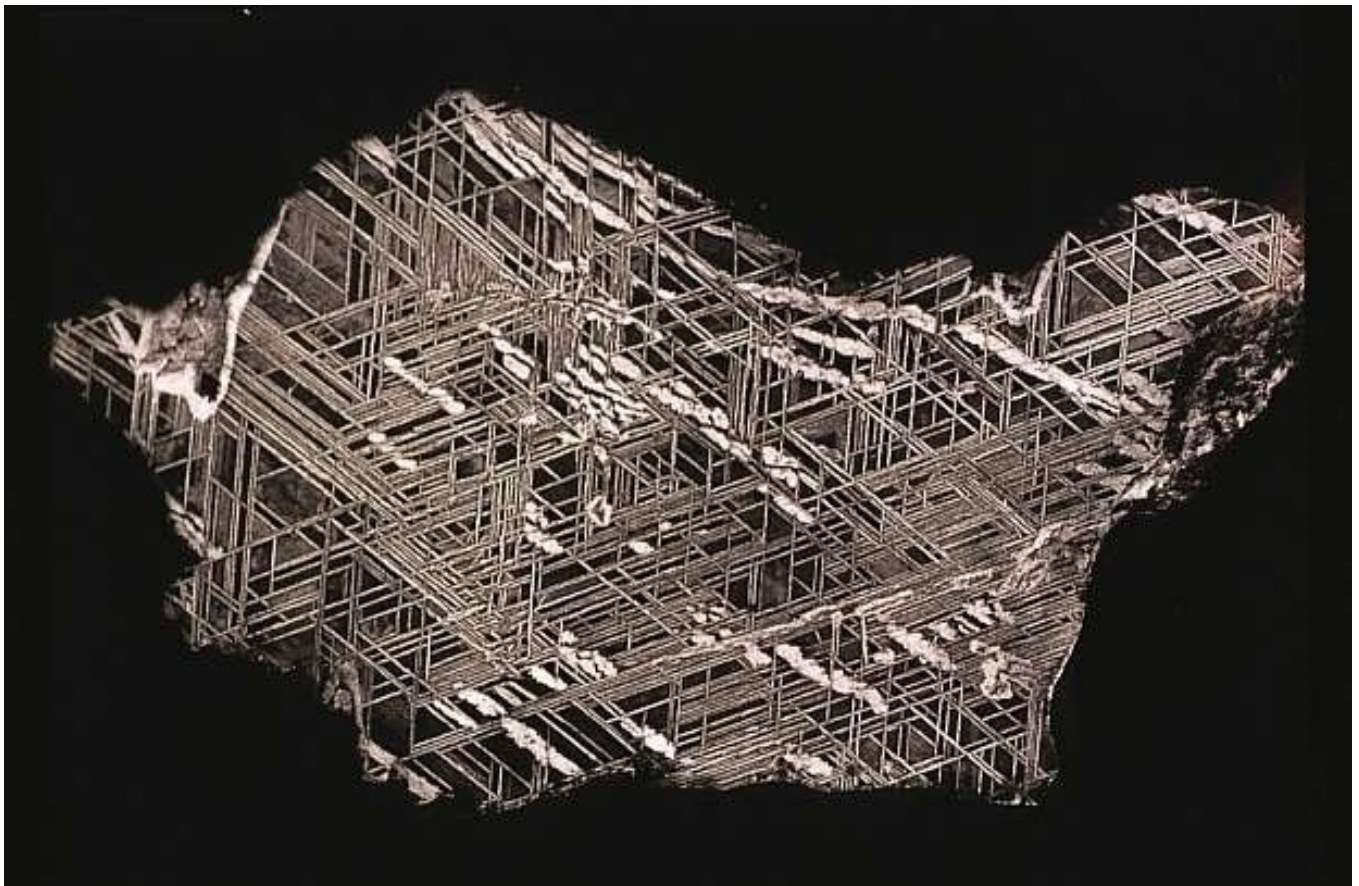


Une coupe de l'intérieur de la Terre montrant le mouvement de précession de sa graine. Il existe aussi un mouvement de nutation. © Nasa

L'origine du champ magnétique de la Terre intrigue les scientifiques depuis des siècles. Les premières réflexions scientifiques sérieuses à son sujet datent des travaux de William Gilbert et Carl Friedrich Gauss. Ce n'est cependant que vers le milieu du XX^e siècle que l'on a commencé à bien comprendre ce qui se passait à travers les calculs théoriques de Walter Elsasser, Eugene Parker, Stanislaw Braginsky et Sir Edward « Teddy » Crisp Bullard. La théorie de la dynamo autoentretenu, construite par ces pionniers, est aujourd'hui largement acceptée. Elle a été testée en laboratoire avec l'expérience VKS qui reproduit bien les inversions du champ magnétique de la Terre, découvertes par Brunhes.

Une des grandes questions est celle des sources d'énergies dans le noyau de la Terre qui entretiennent le champ magnétique. En effet, la géodynamo fait intervenir des mouvements convectifs turbulents dans la partie liquide du noyau au-dessus de la graine solide. La rotation de la Terre intervient aussi, comme il était évident du temps de Gilbert lui-même puisque le champ magnétique de la Terre a une composante principale dipolaire, équivalente à une gigantesque barre aimantée presque alignée avec l'axe de rotation de la Terre.

Sans ces mouvements turbulents, le champ magnétique de la Terre se dissiperait en 10.000 ans environ. À l'origine, il a très probablement été hérité du champ magnétique régnant dans le disque protoplanétaire, qui aurait servi d'amorce pour des courants électriques dans l'alliage liquide de fer et de nickel convectif du jeune noyau de la Terre en rotation. Ces courants ont à leur tour généré un champ magnétique propre à la planète, rétroagissant sur leur production par induction.



Tranche polie d'une météorite de fer, qui a été traitée avec de l'acide pour faire apparaître la structure de Widmanstätten caractéristique. Le noyau de la Terre doit être composé d'un alliage Fe-Ni similaire.

Quel budget pour les énergies du noyau ?

Pour maintenir la convection dans le noyau, il faut des sources de chaleur. Il en existe trois principales. On compte tout d'abord la désintégration des éléments radioactifs comme un isotope du potassium, l'uranium et le thorium. Il y a ensuite la chaleur résiduelle laissée par le processus d'accrétion à l'origine de la Terre et la chute des éléments lourds ayant formé le noyau, convertissant l'énergie gravitationnelle en énergie thermique. Enfin, la croissance de la graine, par cristallisation de la partie supérieure du noyau et expulsion des éléments légers, libère de la chaleur latente.

On ne connaissait pas la part exacte de ces sources de chaleur dans l'entretien du processus convectif, mais il était possible de les relier à l'intensité du champ moyen dans le noyau liquide... pourvu qu'on soit capable de le mesurer !

Ainsi, un champ de cinq gauss, c'est-à-dire environ 10 fois plus fort que le champ magnétique moyen en surface, indiquerait que peu d'énergie est fournie par la désintégration radioactive. Le processus serait au contraire important si le champ mesuré était de 100 gauss.

Pour poser des contraintes sur l'intensité du champ magnétique dans le noyau, le géophysicien Bruce A. Buffett de l'université de Berkeley a eu une brillante idée qu'il a mis en pratique et dont les résultats ont été publiés dans un article récent de *Nature*.

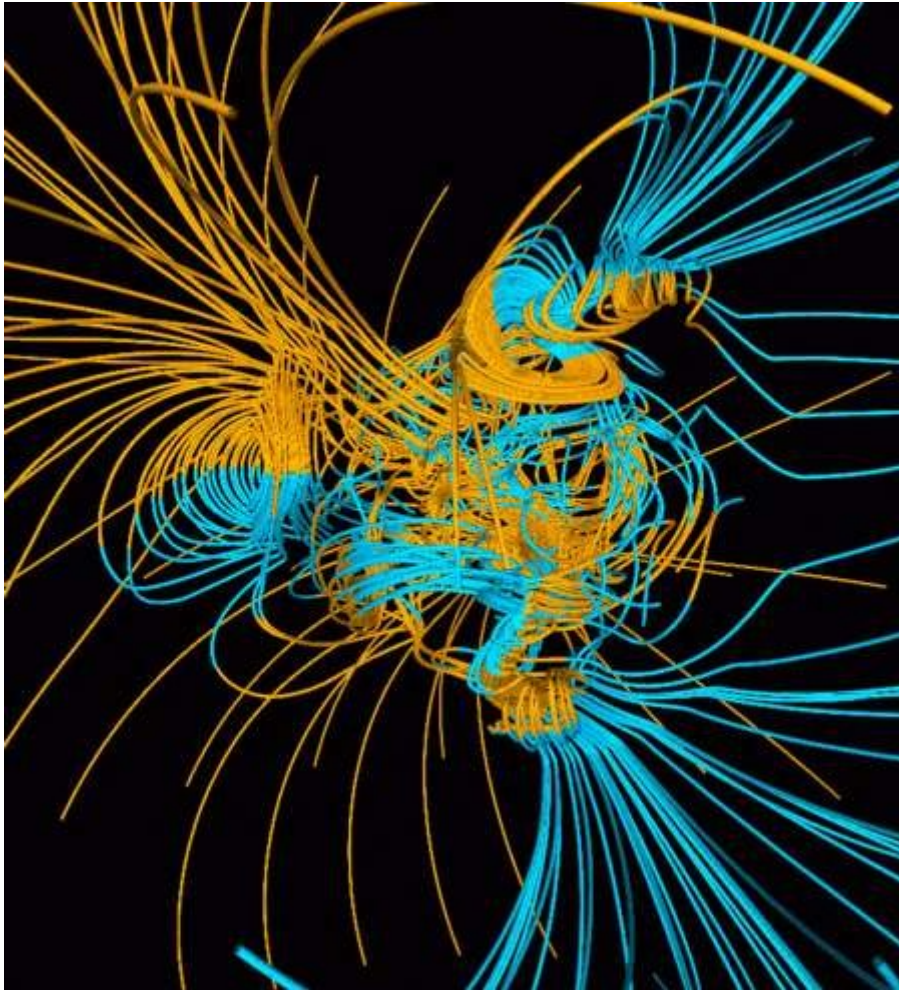
Un couplage complexe entre champ magnétique et axes de rotations

Tout d'abord, il faut savoir que la graine (la partie solide du noyau de la Terre), ne tourne pas exactement à la même vitesse ni selon le même axe que la Terre elle-même. Il existe même un mouvement de précession de son axe de rotation autour de l'axe de la Terre. Or, tout comme l'influence gravitationnelle de la Lune influe sur les mouvements de l'axe de rotation de la Terre globale, il existe un effet similaire sur l'axe de rotation de la graine. Il en résulte qu'une partie du mouvement de l'axe de rotation globale de la Terre est influencée par celui de l'axe de la graine. Ainsi, si l'on mesure précisément ce mouvement, on en déduit celui de la graine. Comme il existe un couplage entre le champ magnétique dans le noyau et les mouvements de matière liquide dans celui-ci, liés à l'axe de la graine, on peut déduire l'intensité moyenne du champ magnétique dans la partie liquide du noyau, à partir des mouvements de l'axe de la Terre globale.

Buffett s'est servi des mesures précises de ces mouvements fournis par la connaissance de la localisation précise des quasars et il a ainsi pu remonter à cette intensité, trouvant une valeur moyenne de 25 gauss. Le champ magnétique est donc plutôt fort en moyenne dans le noyau, ce qui aide à poser des contraintes sur les sources d'énergies entretenant sa convection. Selon Buffett, il est probable que 60 % de cette énergie provienne de l'expulsion des éléments légers, comme le soufre et l'oxygène, lors de la cristallisation continue de la graine.

Laurent Sacco
ournaliste

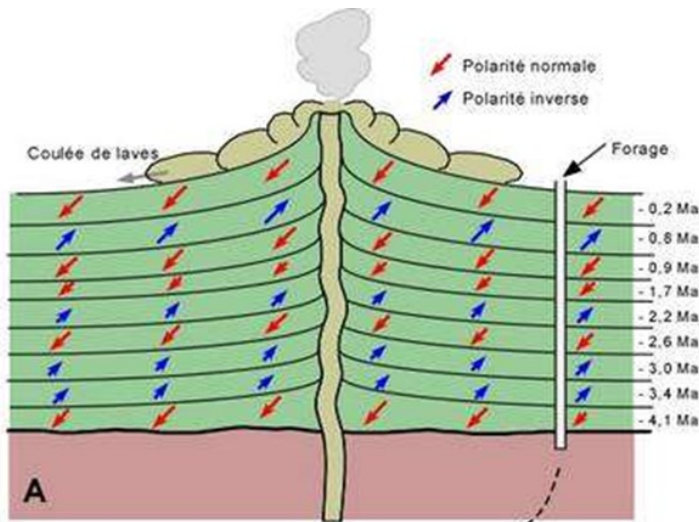
Inversion magnétique



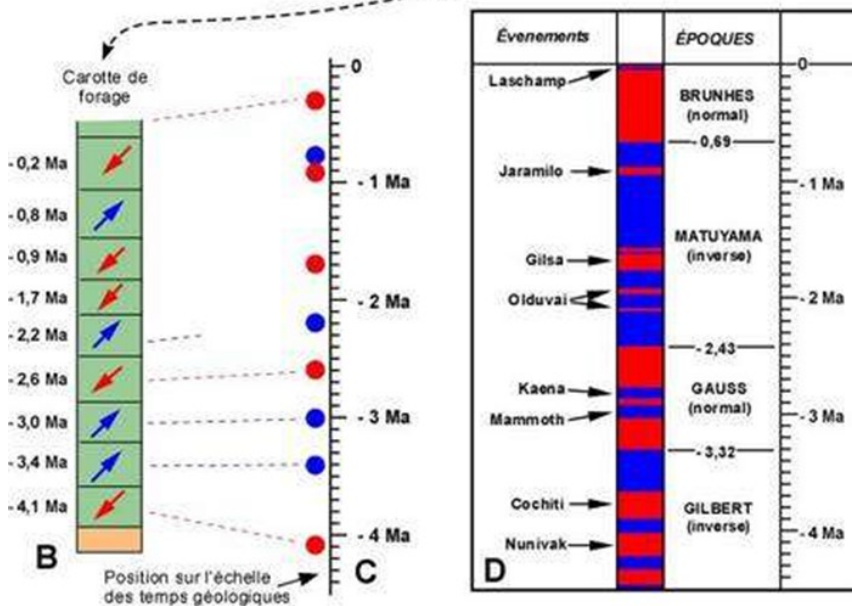
Simulation numérique de l'inversion du champ magnétique de la Terre

Les inversions magnétiques sont un phénomène lié au champ magnétique terrestre correspondant à un changement périodique de la polarité de ce champ au cours des temps géologiques.

Leur découverte a été faite en 1905 par Bernard Brunhes alors qu'il était le directeur de l'observatoire du Puy de Dôme à Clermont-Ferrand en Auvergne. Ce géophysicien avait alors mis en évidence que certaines roches, comme des coulées de lave, capables de garder en mémoire la direction du champ magnétique de la Terre à une époque donnée, indiquaient clairement qu'autrefois une boussole aurait pointé, non pas en direction du nord, mais bien vers le sud. Quelques années plus tard, le géophysicien Japonais Matuyama devait faire la même découverte, toujours sans convaincre la communauté scientifique. A partir des années 50, et surtout suite à la publication retentissante de Vines et Matthews en 1963, l'existence de séries d'inversions globales de l'orientation du champ magnétique terrestre s'est non seulement imposée mais s'est trouvée être au cœur de la confirmation de la théorie de la dérive des continents de Wegener. Une chronologie de ces inversions a été dressée comme on peut le voir ci-dessous



En se refroidissant, les coulées de lave enregistrent le champ magnétique de la Terre à une époque. Ces enregistrements donnent lieu à une chronologie dont l'une porte le nom de Bernard Brunhes.



L'origine de ces inversions fait l'objet de nombreuses recherches théoriques, notamment avec des simulations numériques, et aussi des expériences en laboratoire. Le champ magnétique de la Terre proviendrait de ce qu'on appelle une dynamo auto-excitatrice. On parle aussi souvent de l'effet dynamo.

L'explication moderne est en effet partie des tentatives en ce sens de Larmor en 1919 pour expliquer le champ magnétique des taches solaires. Celui-ci avait déjà noté que sa théorie pouvait tout aussi bien s'appliquer à la Terre, si celle-ci possédait une partie fluide et conductrice. Il faudra attendre les travaux des sismologues Inge Lehmann et Harold Jeffreys pour en avoir la preuve.

Les travaux pour développer la théorie de la dynamo auto-excitée de Larmor se multiplient mais elles reçoivent un coup de frein sérieux avec le « no-go » théorème de Cowling en 1934. Comme toujours, un théorème d'impossibilité ne tient qu'en fonction de ses hypothèses, en l'occurrence celle d'axisymétrie, et si l'on ajoute des mouvements turbulents dans le noyau liquide en ferconducteur, l'objection est levée ! De nos jours, les simulations numériques et les expériences en laboratoires portant sur des dynamos auto-excitatrices, reproduisant le champ magnétique de la Terre et ses inversions, montrent que les pionniers de la théorie de la géodynamo, parmi lesquels on trouve les noms de Elsasser, Bullard et surtout Braginsky avaient raison de ne pas s'être laissés arrêter par ce théorème.

LA CONSTELLATION DU MOIS

LE SAGITTAIRE

La constellation du Sagittaire fut créée par les Mésopotamiens il y a plus de 3 000 ans. À l'origine, elle était Pabilsag, une créature mi-homme mi-cheval, dotée d'ailes et bandant un arc presque aussi grand qu'elle. Une fois amputée de ses ailes, elle ressemble comme deux gouttes d'eau au centaure de la mythologie grecque, homme jusqu'à la ceinture et cheval en dessous. Le plus célèbre représentant de ces êtres chimériques est Chiron. Immortel, il maîtrisait tous les savoirs et fut le précepteur du héros Achille et du légendaire médecin Esculape. Un jour, Hercule débarqua dans le camp des centaures et, mort de soif, leur vida un tonneau de vin sans demander leur permission.

Ils lui tombèrent dessus à sabots raccourcis. Hercule ne se laissa pas faire et Chiron se prit un mauvais coup. La blessure étant incurable, Zeus lui permit de mourir plutôt que de souffrir toute l'éternité.

Pas sûr que le combatif Sagittaire incarne le sage Chiron : il existe un second prétendant au titre, la constellation du... Centaure.



AUX JUMELLES

La tache pâle que représente M 25 à l'œil nu prend un certain relief aux jumelles. Cet amas ouvert de magnitude 4,6 compte une petite centaine d'étoiles et ne mesure qu'une vingtaine d'années lumière de diamètre. Pourtant, il occupe une taille apparente supérieure à celle de la Pleine Lune parce qu'il est très proche : seulement 2 000 années-lumière.

Autre cible intéressante aux jumelles : M 8, la nébuleuse de la Lagune, distante de 5 200 années-lumière et où naissent des étoiles.

LE SAVIEZ-VOUS?

1) Pourquoi le soleil brille

À l'inverse des planètes, qui se contentent de renvoyer sa lumière, le Soleil (comme toute étoile) brille par lui-même. C'est parce qu'il est très chaud ! Et cette chaleur rayonne dans l'espace sous forme de lumière, à la manière d'un feu de bois qui éclaire une pièce. Mais qu'est-ce qui permet au feu solaire de briller ? Réponse : sa masse ! Avec ses 2 milliards de milliards de milliards de tonnes, le Soleil représente, à lui seul, 99,8 % de la masse du Système solaire. Accrétée voici 5 milliards d'années, cette quantité incroyable de matière pèse de tout son poids... sur elle-même. Au point que le cœur de l'astre est soumis à une pression phénoménale. Les atomes y sont écrasés les uns contre les autres, ce qui les chauffe jusqu'à 16 millions de degrés.

Pourtant, la gravitation ne suffit pas pour expliquer la source du rayonnement solaire. Elle est aidée par un autre processus : la fusion thermonucléaire. Le Soleil fonctionne en effet comme une gigantesque centrale nucléaire. La pression et la chaleur induites par sa gravité colossale sont telles que, chaque seconde, près de 600 millions de tonnes d'hydrogène se transforment en hélium. Pour obtenir un atome de ce nouvel élément, plus lourd, il faut réunir quatre atomes d'hydrogène. Mais dans l'opération, une infime partie de la masse initiale (0,027 4 kg pour 4 kg) s'évanouit. Or, la fameuse formule d'Einstein d'équivalence entre l'énergie et la masse, $E = mc^2$, stipule que cette masse n'est pas perdue ; elle se transforme en énergie. Voilà comment sont produits, sous forme de photons gamma, 400 millions de milliards de milliards de joules par seconde au cœur de la fournaise solaire.

Si tel est le cas, le Soleil devrait briller dans les longueurs d'onde gamma, un rayonnement invisible...

En fait, une fois émis au cœur de l'étoile, ces photons très énergétiques se heurtent à un milieu d'une incroyable densité. Sans cesse, ils interagissent avec de la matière, ce qui les fait perpétuellement changer de cap. De collision en collision, ils mettent ainsi 2 millions d'années à atteindre la surface du Soleil, d'où ils peuvent s'échapper librement dans l'espace. Ils ont alors perdu une bonne partie de leur énergie et s'échappent sous la forme de photons de lumière visible qui, en seulement 8 minutes, atteignent la Terre. Ainsi, les rayons qui vous feront bronzer cet été ont été produits, au cœur du Soleil, alors que nos ancêtres ne se tenaient pas encore debout.

2) 60 bougies pour la Nasa

Le 29 juillet 1958, le président américain Eisenhower prend un décret qui fonde la National Aeronautics and Space Administration, autrement dit, la Nasa. Cette agence spatiale civile doit reprendre les études de plusieurs départements militaires en matière de vol spatial afin de combler le retard pris sur l'URSS, qui a lancé le premier satellite artificiel de la Terre le 4 octobre 1957. La Nasa aura notamment pour charge de poursuivre le programme Mercury, qui vise à envoyer un homme dans l'espace. Ce sera l'URSS qui atteindra la première cet objectif, mais avec les programmes Gemini puis Apollo, la Nasa parviendra à redonner aux États-Unis la première place dans la course à l'espace à la toute fin des années 1960.

Ciel et Espace

ENIGMES

Quelle astronome américaine qui par ses travaux, a ainsi apporté une preuve concrète à l'existence d'une supposée matière noire?

Envoyez vos solutions à;
andrebourdet@gmail.com

Solution de l'énigme précédente

Le 29 juin Ce même jour, mais à 50 ans d'intervalle, naissaient deux astronomes connus : l'un en 1818, un italien, qui a inventé le spectrographe, l'autre en 1868 un américain, découvreur du champ magnétique dans les taches solaires .

QUI SONT-ILS?

Il s'agit bien sûr **Angelo Secchi (en 1818) et George Ellery Hale (en 1868)**

Pour la réponse voir article page 25

J' ai reçu aucune bonne réponse

Angelo Secchi , George Ellery Hale

Ce même jour, mais à 50 ans d'intervalle, naissaient deux astronomes connus : Angelo Secchi (en 1818) et George Ellery Hale (en 1868). Alors que le premier, italien, a inventé le spectrographe dont l'utilisation permet aujourd'hui de décrire la physique de la plupart des corps célestes, le second, américain, découvreur du champ magnétique dans les taches solaires, est surtout connu pour avoir poussé à la construction de puissants télescopes tels que le Hooker (2,5 m) du mont Wilson et le 5 m du mont Palomar (qui porte d'ailleurs son nom).



Angelo Secchi

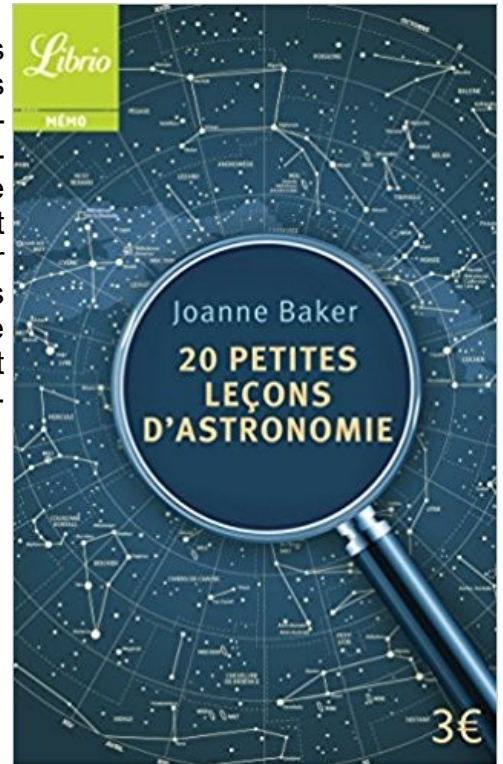
George Ellery Hale



20 petites leçons d'astronomie Poche

de [Joanne Baker](#) (Auteur), [Julien Bambaggi](#) (Traduction)

«Deux possibilités existent : soit nous sommes seuls dans l'univers, soit nous ne le sommes pas. Les deux hypothèses sont tout aussi effrayantes.» Arthur Charles Clarke Vous aimez observer le ciel, y chercher les constellations et les planètes ? Laissez-vous guider dans la découverte de la voûte étoilée. Comment le système solaire s'est formé ; comment naissent les étoiles, les trous noirs, l'antimatière, la vie sur Terre, l'infini de l'Univers... : cet ouvrage simple donne les clés pour appréhender les principales lois et théories de l'astronomie. Les idées fondamentales de l'astronomie sont illustrées par des schémas, citations, et enrichies des biographies des plus grands savants.



Voici le lien pour les images en quasi direct de notre caméra Fripon (toutes les 10 minutes). http://www.fripon.org/IMG/jpg/stations/RT_FRBR04.jpg



Château d'eau

De Kersauz

rue Guillemette le Barbier
56730 Saint Gildas de Rhuys

Renseignements:

Téléphone : 00 00 00 00 00

Télécopie : 00 00 00 00 00

Messagerie : xyz@example.com

Messagerie

clubastrorhuys@gmail.com

Le club est ouvert à tous (adultes et enfants).

Il se réunit les jeudis de 18h à 20h

Site Web : <http://astro-rhuys.blogspot.fr/>