



Observatoire Jean-Marc Becker.
34 Avenue de l'Observatoire
Parc de l'Observatoire
25000 Besançon



contact@aafc.fr

www.aafc.fr

Lettre Astro n°75 Juillet – Août 2021

En cette période estivale les soirées publiques gratuites d'observation sont suspendues jusqu'à la rentrée. La reprise de notre activité régulière, normalement en septembre, sera indiquée sur notre site www.aafc.fr. Vous pourrez cependant nous retrouver pour la Nuit des Étoiles les 6, 7 et 8 août 2021 au 41bis avenue de l'Observatoire.

Vous pouvez faire suivre cette lettre à vos amis, curieux d'astronomie ...

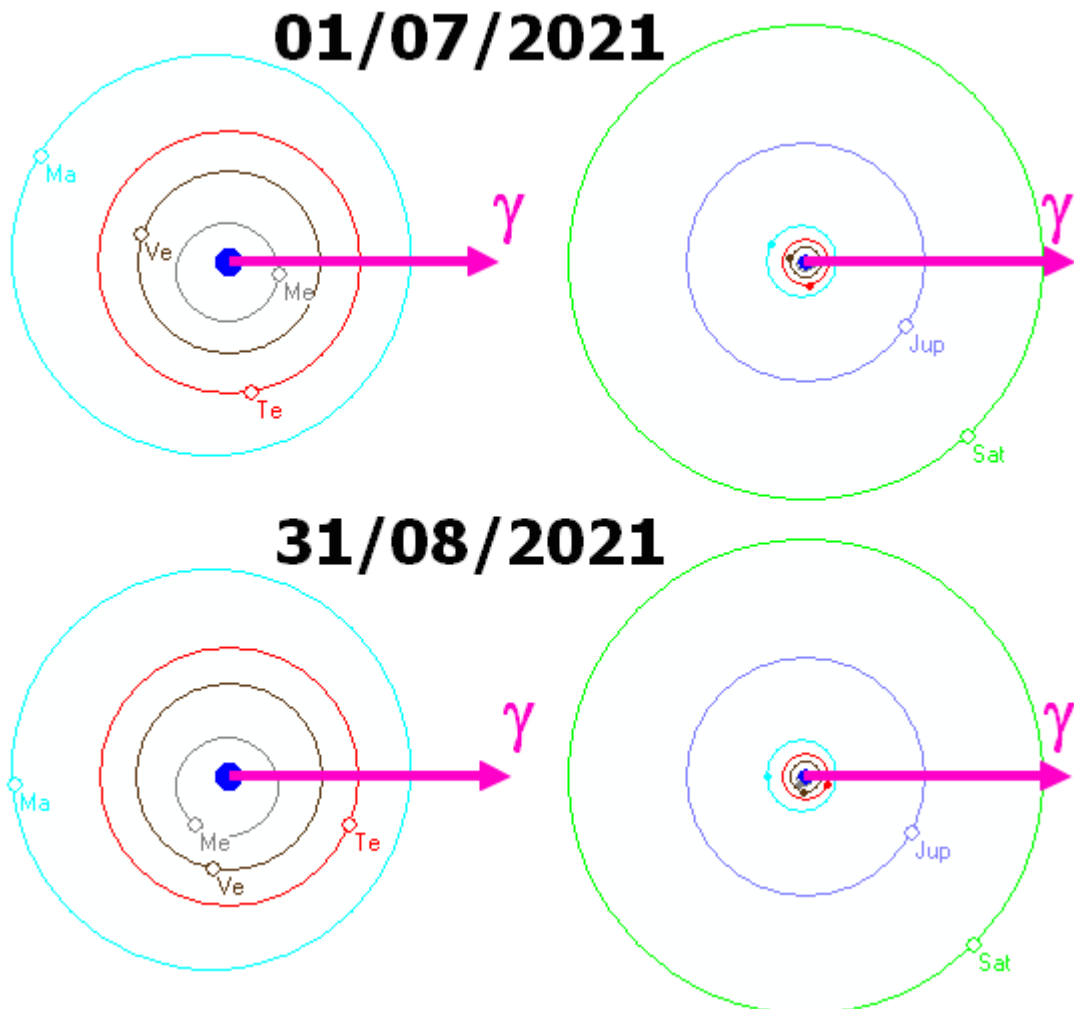
LES PLANÈTES EN JUILLET – AOÛT :

- **MERCURE** : Son élongation maximale est atteinte le 4 juillet et sa visibilité augmente sur un horizon **Est-Nord-Est** bien dégagé un peu avant le lever du Soleil. A partir du 20 sa proximité avec le Soleil la rendra inaccessible et il faudra attendre la deuxième moitié du mois d'août pour la retrouver très difficilement le soir, très basse sur l'horizon **Ouest** un peu après le coucher du Soleil, à proximité de Mars.
- **VÉNUS** : Nous pouvons la retrouver dans le ciel du soir mais sa position sur la partie basse de l'Écliptique l'oblige à rester très basse sur l'horizon **Ouest-Nord-Ouest**. Par la suite, son élongation augmentant, elle brille fortement (magnitude¹ de -3,4 le 1^{er} juillet de -3,2 le 1^{er} Août) et domine par son éclat notre crépuscule.
- **MARS** : Présente en début de nuit sur l'horizon **Ouest-Nord-Ouest**, tout d'abord dans la constellation du Cancer puis du Lion, pas très loin de Vénus, elle est cependant de plus en plus difficile à observer car, son élongation diminuant, elle s'approche progressivement de sa conjonction avec le Soleil qui aura lieu le 7

¹ Les magnitudes données ici pour les différentes planètes tiennent compte de l'affaiblissement atmosphérique qui peut être assez important pour des objets bas sur l'horizon.

octobre. De plus son éclat a beaucoup diminué ces dernières semaines (magnitude de 2,1 le 1^e juillet et de 2,4 le 1^e août).

- **JUPITER** : Nous pouvons l'observer dans la constellation du Verseau où elle poursuit sa marche de rétrogradation. Se levant de plus en plus tôt (22h 01min le 1^e août) avant le lever du Soleil sur l'horizon **Est-Sud-Est**, elle est visible une bonne partie de la nuit. Son éclat va en augmentant (magnitude de -2,3 le 1^e juillet et -2,5 le 1^e août) et elle illumine notre ciel matinal à une hauteur culminant à près de 30°.
- **SATURNE** : Positionnée dans le Capricorne, elle est assez proche de Jupiter (distance angulaire des deux planètes de l'ordre de 20°, Saturne étant à l'Ouest de Jupiter). Elle présente de bonnes conditions d'observation, en particulier avec un instrument permettant de découvrir ses anneaux. Cependant l'éclat de Saturne est assez faible (magnitude de 0,4 le 1^e août) mais ça n'empêchera pas son repérage dans une région du ciel pas très riche en étoiles brillantes.



Le schéma ci dessus indique, dans un repère héliocentrique vu du pôle Nord de l'écliptique, les positions des différentes planètes observables en début et en fin de période. La direction repérée par le signe γ est celle du point vernal (intersection des lignes de l'équateur et de l'écliptique où passe le Soleil, en repère géocentrique, à l'équinoxe de printemps – cette année le 20 mars - et appelé nœud ascendant de l'écliptique sur l'équateur) qui se trouve actuellement dans la constellation des Poissons.

Nous pouvons faire sur cette représentation plusieurs constatations. Par exemple nous constatons que :

- Sur la période considérée, les planètes Jupiter et Saturne sont, pour la Terre, dans des directions voisines, ce qui les amène à occuper des régions voisines de notre ciel.
- Sachant que le mouvement de révolution des planètes et de rotation de la Terre sont dans le sens anti-horaire (vus du pôle Nord de l'écliptique) nous pouvons en déduire si telle planète sera visible le matin ou le soir : en effet si, sur la figure, la planète concernée **vue depuis la Terre** est à « droite » du Soleil elle sera visible le matin (cas de Mercure ici) sinon, si elle est à « gauche », ce sera le soir (cas de Vénus par exemple).

Nous pouvons ainsi, avec cette représentation, retrouver de nombreux phénomènes observables depuis la Terre (repère géocentrique) en raisonnant sur le schéma héliocentrique.

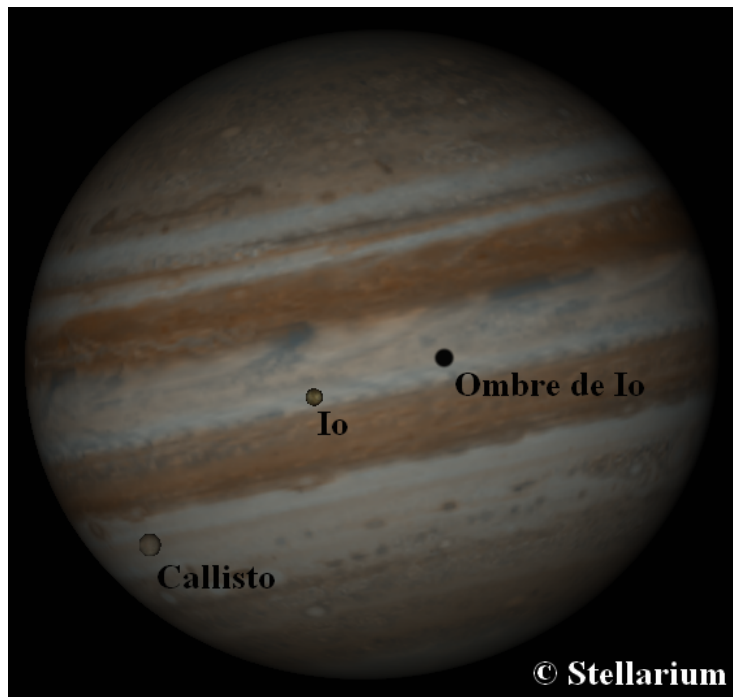
LE CARNET DES RENDEZ-VOUS ASTRONOMIQUES (temps civil)

- **06 juillet** : La Terre passe à son aphélie² à 0h 27min soit 152 095 295 km. Elle s'est éloignée d'un peu moins de 5 000 000 km du Soleil par rapport au 5 janvier (périhélie).
- **06 juillet** : Conjonction entre la Lune et les Pléiades (Taureau) un peu avant le lever du Soleil (distance angulaire 6°) sur l'horizon **Est-Nord-Est**. Mercure est présent également dans le champ, à 20°, mais plus proche de l'horizon.
- **07 juillet** : Conjonction entre la Lune (3 jours avant la NL) et Aldébaran (α du Taureau) sur l'horizon (bien dégagé si possible) **Est-Nord-Est** (distance angulaire de 3°) observable avant le lever du Soleil.
- **08 juillet** : Conjonction entre la Lune (2 jours avant la NL) et Mercure sur l'horizon (bien dégagé si possible) **Est-Nord-Est** (distance angulaire de 5°) observable avant le lever du Soleil.
- **09 juillet** : Maximum d'activité de l'essaim des Pégasides de juillet (Pégase), avec environ 3 « étoiles filantes » à l'heure.
- **10 juillet** : Les quatre satellites galiléens Io, Europe, Ganymède et Callisto sont regroupés dans cet ordre à **l'Est** de Jupiter en milieu de nuit. Le spectacle peut être observé avec une paire de jumelles.
- **12 juillet** : Conjonction entre la Lune et Vénus, basse sur l'horizon **Ouest** (distance angulaire 4°) un peu après le coucher du Soleil. Mars est alors à 0,5° de Vénus mais

² Plus grande distance au Soleil.

une paire une jumelles est alors nécessaire pour la percevoir dans les dernières lueurs du crépuscule. Cette proximité pourra être suivie du 10 au 15 juillet environ.

- **20 juillet** : Conjonction entre la Lune et Antarès (α du Scorpion) sur l'horizon **Sud** en milieu de nuit (distance angulaire $5,5^\circ$).
- **22 juillet** : Conjonction entre Regulus (α du Lion) et Vénus sur l'horizon **Ouest** un peu après le coucher du Soleil (distance angulaire $0,5^\circ$). Une paire de jumelles est indispensable pour distinguer Regulus.
- **23/24 juillet** : Les quatre satellites galiléens Io, Europe, Ganymède et Callisto sont regroupés dans cet ordre à l'**Est** de Jupiter en début de soirée. Le spectacle peut être observé avec une paire de jumelles.
- **25 juillet** : Conjonction entre la Lune (lendemain de la PL) et Saturne ($m = 0,5$) sur l'horizon **Sud-Sud-Est** en milieu de nuit (distance angulaire $5,5^\circ$). Jupiter, beaucoup plus lumineuse, ($m = -2,5$), 15° plus à l'Est, brille de tous ses feux.
- **25 juillet** : L'équation du temps³ passe par son second maximum de l'année qui est de + 6min 31s.
- **26 juillet** : Conjonction entre la Lune et Jupiter sur l'horizon **Sud-Sud-Est** en milieu de nuit (distance angulaire $5,5^\circ$).
- **29 juillet** : Entre 22h 12min et 0h 56min Io et Callisto passent devant le disque jovien.



- **30 juillet** : Maximum d'activité de l'essaim des Alpha Capricornides (constellation du Capricorne), avec environ 5 « étoiles filantes » à l'heure.

³ Voir les explications sur l'équation du temps dans les LA n°58 et n°59.

- **30 juillet** : Maximum d'activité de l'essaim des Delta Aquarides Sud (constellation du Verseau), avec environ 15 à 25 « étoiles filantes » à l'heure.
-
- **04 août** : Maximum d'activité de l'essaim des Iota Aquarides Sud (Verseau), avec environ 2 à 5 « étoiles filantes » à l'heure.
 - **08 août** : Les trois satellites galiléens Callisto, Ganymède et Europe sont regroupés à l'**Est** de Jupiter vers 3h du matin. Le spectacle peut être observé avec une paire de jumelles.
 - **10 août** : Début de l'année 1443 du calendrier musulman. Rappelons qu'il est du type lunaire et a été adopté au VII^e siècle après J.-C. Il définit l'ère musulmane dont l'origine, 1er jour de l'an 1 (Hégire ou date de départ de Mahomet de La Mecque pour Médine), correspond, dans le calendrier julien, au vendredi 16 juillet 622.
 - **10/11 août** : Conjonction entre la Lune et Vénus visible à la fin du crépuscule sur l'horizon **Ouest-Sud-Ouest**.
 - **12 août** : Maximum d'activité de l'essaim des Perséides (Constellation de Persée), avec jusqu'à 100 « étoiles filantes » à l'heure. Cette année cette date suit de peu la Nouvelle Lune et l'observation sera optimale.
 - **13 août** : Conjonction entre la Lune et Spica (α Vierge) en début de soirée sur l'horizon **Sud-Ouest** (distance angulaire 5°).
 - **16 août** : Conjonction entre la Lune et Antarès (α Scorpion) sur l'horizon **Sud-Sud-Ouest** (distance angulaire 5°). Saturne est présent dans le champ de vision, sur l'horizon **Sud-Est** et à une hauteur d'une quinzaine de degrés.
 - **17 août** : Les satellites galiléens de Jupiter sont regroupés deux par deux : Ganymède et Callisto à l'**Ouest** et Io et Europe, très proches l'un de l'autre, à l'**Est**. Le spectacle peut être observé avec une paire de jumelles en début de soirée sur l'horizon **Est-Sud-Est**.
 - **18 août** : Maximum d'activité de l'essaim des Kappa Cygnides (Constellation du Cygne), avec quelques « étoiles filantes » à l'heure.
 - **20 août** : Maximum d'activité de l'essaim des Iota Aquarides Nord (constellation du Verseau), avec quelques « étoiles filantes » à l'heure. La Lune, proche de la PL, devrait perturber les observations en première partie de nuit.
 - **20 août** : Conjonction entre la Lune et Saturne en milieu de nuit (distance angulaire 4,5°) sur l'horizon **Sud**. Jupiter est présent dans le champ d'observation à une vingtaine de degrés plus à l'**Est**.
 - **22 août** : Conjonction entre la Lune et Jupiter en fin de nuit et avant le lever du Soleil (distance angulaire 11°) sur l'horizon **Sud-Sud-Est**.



- **26 août** : Les satellites galiléens de Jupiter Io et Ganymède forment un couple très serré à l'**Est** de la planète géante. Le spectacle peut être observé avec une paire de jumelles en milieu de nuit sur l'horizon **Sud-Sud-Est**.
- **29 août** : Conjonction entre la Lune et les Pléiades (Taureau) en milieu de nuit sur l'horizon **Est** (distance angulaire 10°). Profitez-en pour admirer la constellation du Taureau en train de se lever.
- **29 août** : Entre 22h et 4h Europe et Ganymède passent devant le disque jovien et projettent leur ombre sur le disque de la planète.

AUTRE CURIOSITÉ DANS L'ACTUALITÉ : Des nouvelles du système jovien.

L'actualité à caractère astronomique et spatial de ces dernières semaines a beaucoup été accaparée par l'exploration de la planète Mars à la suite de l'arrivée dans son environnement de plusieurs « rover » et autres sondes. Cependant d'autres sujets en rapport avec l'espace continuent à alimenter les informations récentes et cette chronique va nous donner l'occasion de détailler l'un d'entre eux.

Nous allons donc nous intéresser pour cette LA à une mission peu médiatisée mais riche en résultats de qualité : il s'agit de la sonde **Juno** lancée le 5 août 2011 et qui est parvenue dans l'environnement de Jupiter le 4 juillet 2016 pour s'y mettre en orbite polaire décrite en 53 jours et conduire de nouvelles observations permettant d'étudier la formation et l'évolution de Jupiter et de son environnement.



Rappelons auparavant les principales connaissances dont nous disposions avant l'exploration spatiale à propos de ce monde complexe qu'est le système jovien et faisons l'historique des précédentes missions en direction de notre lointaine voisine. A l'œil nu, Jupiter est le quatrième objet le plus brillant du ciel après le Soleil, la Lune et Vénus. Il décrit son orbite de 778 millions de km de rayon en un peu de moins de douze ans. C'est la plus grosse planète de notre Système solaire avec un diamètre équatorial de 143 000 km : une telle taille permettrait de placer plus de 1 400 Terres à l'intérieur du volume qu'elle occupe ! À l'observation, son disque est sillonné de bandes colorées, parallèles à son équateur, à l'intérieur desquelles nous observons des taches plus foncées, l'ensemble tournant à grande vitesse puisqu'une rotation complète du globe dure moins de 10 heures. Ce mouvement très rapide entraîne un aplatissement polaire de la planète parfaitement visible.

Ce visage particulier, très différent de celui des planètes les plus proches du Soleil que sont Mercure, Vénus, la Terre et Mars, est dû au fait que Jupiter est essentiellement constitué de divers gaz formant une atmosphère très épaisse de plusieurs dizaines de milliers de km d'épaisseur dont nous ne percevons que la partie supérieure constituée de nuages en perpétuelle agitation. Dans les années soixante l'observation de Jupiter dans le domaine des ondes radio va aussi permettre de conclure qu'il génère un puissant champ magnétique égal à dix fois celui de notre planète. Autour de ce géant gravitent de nombreux satellites dont les quatre premiers ont été découverts en 1610 par Galilée : il s'agit de Io, Europe, Ganymède et Callisto dont le diamètre varie entre 3 100 km pour Europe et 5 200 pour Ganymède. Avec les progrès des techniques d'observation on pouvait à la fin des années soixante - donc avant l'arrivée de sonde à proximité du géant - compter douze satellites. Aujourd'hui, grâce aux engins qui ont sillonné son voisinage en un peu plus d'une quarantaine d'années, nous en sommes à 79 !



Les quatre satellites galiléens observés par les sondes Voyager 1 et 2 (1979)

Les moyens terrestres étant insuffisants pour aller plus loin dans l'exploration des planètes gazeuses lointaines, ce sont les Américains qui vont décider à la fin des années soixante d'envoyer des sondes bardées d'équipements scientifiques à la rencontre de ces géantes mystérieuses. C'est tout d'abord **Pioneer 10** qui est lancée le 3 mars 1972, suivie par sa jumelle **Pioneer 11**, le 5 avril 1973. Leur objectif commun est de survoler et de photographier Jupiter, ce qu'ils feront respectivement les 3 décembre 1973 et 2 décembre 1974. **Pioneer 11** doit, de plus, réaliser une manœuvre d'assistance gravitationnelle⁴ afin de rejoindre cinq ans plus tard la planète Saturne. Les résultats sont à la hauteur des investissements intellectuels et financiers consentis pour ces missions et permettent d'améliorer considérablement tout ce que savaient déjà les scientifiques et même de faire quelques découvertes surprenantes comme celle de la température des couches nuageuses supérieures mesurée à -165°C . Une valeur aussi élevée oblige à conclure que Jupiter émet plus d'énergie qu'il n'en reçoit du Soleil !

Dans la foulée, fort de ce succès, la NASA décide de développer le programme **Voyager** qui a été, après **Apollo**, le plus important programme d'exploration du Système solaire. Il comportait deux sondes jumelles **Voyager 1** et **Voyager 2**.

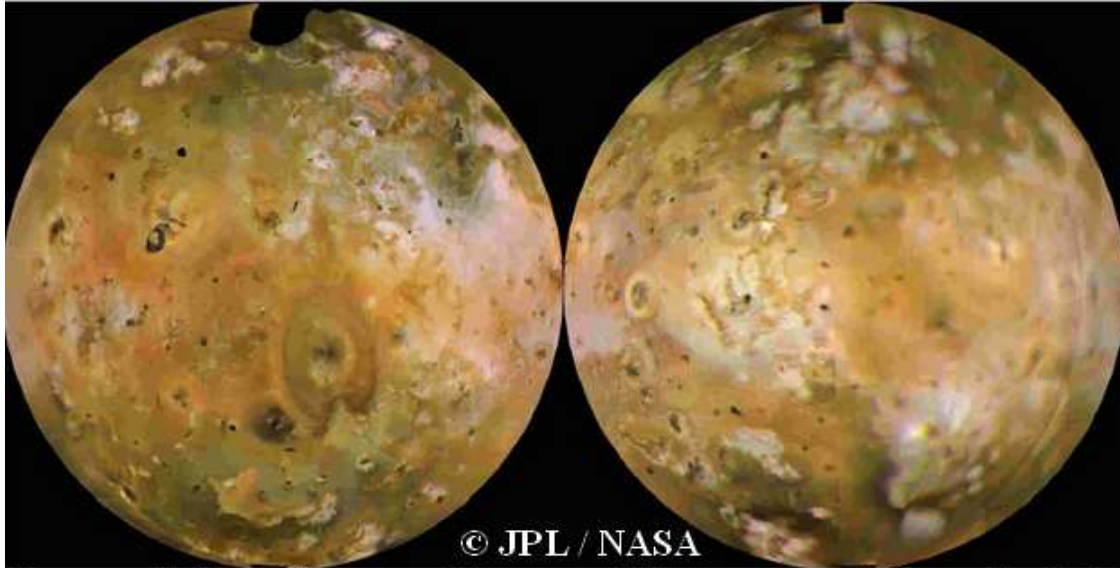


La première était consacrée à l'étude de Jupiter, puis de Saturne, alors que la seconde y ajoutait Uranus et Neptune⁵. C'est la seconde qui est tout d'abord lancée le 20 août

⁴ Pour en savoir plus sur cette technique très utilisée aujourd'hui pour envoyer des sondes dans tout le Système solaire reportez-vous à l'article « Astro physique : la fronde gravitationnelle » dans la revue de l'AAFC « LE POINT ASTRO » de juin 2019 – n° 74.

⁵ Etant prévues pour poursuivre leur mission bien au delà de Jupiter, les sondes Pioneer et Voyager n'étaient pas équipées de panneaux solaires pour produire l'énergie électrique nécessaire à leur fonctionnement mais de générateur thermoélectrique à radio-isotope (GTR). Seule cette technique a permis de maintenir en fonctionnement

1977, suivi le 5 septembre par sa jumelle qui atteint cependant en premier les parages de Jupiter le 5 mars 1979. L'engin, qui s'est approché à 350 000 kilomètres de la planète, transmettra près de 20 000 images de cette dernière et de ses satellites. Cela va permettre notamment de mettre en évidence, le 6 mars, les anneaux de Jupiter et, le 8, les volcans de Io : des photos de panaches de 9 volcans montant jusqu'à 300 kilomètres au-dessus de la surface ont été prises par les deux sondes.



Images de Io prises par Voyager. Elles ont montré que Io était dépourvu de cratères d'impact et que sa surface était la plus jeune du Système solaire du fait d'un intense volcanisme.

De façon générale, les surfaces des diverses lunes révèlent une diversité inattendue. Placée sur une trajectoire moins rapide, **Voyager 2** parvient à proximité de Jupiter le 9 juillet 1979, quatre mois après sa jumelle. Ces missions ont permis aux scientifiques de mieux comprendre la dynamique atmosphérique de la géante et plus spécialement celle de la Grande Tache Rouge, gigantesque anticyclone. L'étude détaillée de la magnétosphère de la planète le long de la trajectoire des sondes avec la mise en évidence de puissantes aurores polaires a été également un résultat important de ces missions. Il en a été de même avec la découverte d'anneaux invisibles depuis la Terre car beaucoup moins brillants que ceux de Saturne. Enfin les découvertes exceptionnelles faites par **Voyager 1** et confirmées par **Voyager 2** à propos des quatre satellites galiléens ont renouvelé complètement nos représentations sur ces derniers et plus particulièrement celle sur Io et son intense activité volcanique et celle sur Europe sillonné par un réseau de lignes rayant sa surface gelée sous laquelle les scientifiques envisageaient déjà qu'il peut se cacher un océan d'eau salée liquide.

Mais les quatre sondes précédentes ne faisaient que traverser rapidement le domaine jovien en n'y restant que quelques dizaines d'heures pour accumuler le maximum d'informations. Il devenait alors nécessaire de développer des missions avec mise en

(dégradé tout de même) encore aujourd'hui – plus de quarante ans après leur lancement ! – les sondes Voyager 1 et 2, qui se trouvent à près de 20 milliards de km de notre monde et navigant maintenant dans l'espace interstellaire.

orbite d'engins autour de la géante pour y poursuivre des observations durant plusieurs années.

Cette nouvelle approche débute avec la mission **Galileo**, lancée le 18 octobre 1989 depuis la navette spatiale **Atlantis**, avec près de sept ans de retard sur la date initialement prévue. Au cours de son long voyage, elle va survoler l'astéroïde **Gaspra**, puis l'astéroïde **Ida** avec la découverte de son satellite naturel, **Dactyl**. Sa mise en orbite jovienne s'effectue le 7 décembre 1995 et elle poursuivra sa mission jusqu'au 21 décembre 2003, date à laquelle elle est précipitée dans les couches profondes de l'atmosphère pour s'y consumer. Malgré plusieurs problèmes techniques handicapant comme l'impossibilité de déployer l'antenne principale de liaison avec la Terre, cette sonde aura permis de recueillir une moisson de renseignements scientifiques et de découvertes dont beaucoup étaient insoupçonnées à sa conception. Une partie importante des nouvelles connaissances acquises sur l'atmosphère du géant l'a été grâce à une sonde larguée plusieurs mois avant l'arrivée de **Galileo** et dont le but final était de plonger directement dans les couches nuageuses de plus en plus denses en y faisant, durant son heure de survie, de nombreuses mesures envoyées en temps réel à l'orbiter pour stockage et envoi ultérieur à la Terre. Parmi les résultats recueillis le plus surprenant a été la quantité d'eau présente dans l'atmosphère de Jupiter nettement plus faible que prévu et en contradiction avec les théories d'alors sur la formation de Jupiter et du Système solaire.



Image de Ganymède prise par Juno le 07/06/2021 à une distance de 1000 km.

Au cours des mois suivant la sonde en orbite s'est aussi beaucoup intéressée aux quatre satellites « galiléens » de Jupiter. Elle y a décelé les preuves de l'existence déjà envisagée d'océans d'eau liquide salée sous les très épaisses banquises recouvrant les trois derniers. Elle a aussi observé en pleine activité les volcans sur Io découverts par **Voyager 2** mais en un peu plus de quinze ans après la surface du satellite avait été remodelée d'une manière perceptible par l'activité tectonique incessante. Enfin elle a montré que Ganymède était, à notre connaissance, le premier satellite du Système solaire à posséder un champ magnétique.

La dernière mission est donc celle de la sonde **Juno**, toujours en activité. Elle comporte plusieurs nouveautés comme le choix de réaliser des orbites survolant les deux pôles dont nous ne disposions jusqu'alors d'aucune image. Son

objectif principal est de comprendre l'origine et l'évolution de Jupiter. Sous sa couverture nuageuse dense, elle cache des processus fondamentaux qui ont régi notre Système solaire lors de sa formation et la mesure précise du champ gravitationnel de la planète a révélé un cœur dilué qui pourrait être le signe d'un gigantesque impact lors sa

formation. De plus, en tant que principal exemple de planète géante, elle peut également fournir des connaissances essentielles pour comprendre les systèmes planétaires découverts autour d'autres étoiles.

Juno a aussi rapporté les premières données concernant la présence d'eau dans l'atmosphère de la géante gazeuse depuis celles transmises par la sonde spatiale **Galileo**, en 1995. À l'époque, comme on l'a déjà indiqué ci dessus, les résultats obtenus suggéraient que l'atmosphère de Jupiter était extrêmement sèche en comparaison de celle du Soleil. Or, les résultats fournis aujourd'hui par **Juno** font le constat inverse : l'atmosphère de Jupiter comprendrait en moyenne 0,25 % d'eau. Cela semble très peu, mais c'est en réalité trois fois plus que ce que l'on trouve dans celle de notre étoile. Alors, pourquoi cette différence avec les mesures de **Galileo** ? En s'appuyant sur une carte infrarouge obtenue par des télescopes terrestres, la NASA a émis l'hypothèse que l'atmosphère de Jupiter n'est pas aussi bien « mélangée » que ce qu'on a pu croire précédemment. L'agence précise : « *Dans une atmosphère bien mélangée, la teneur en eau est constante dans une région et plus susceptible de représenter une moyenne planétaire. En d'autres termes, il est plus probable qu'elle soit représentative de la planète. Les résultats suggèrent que la sonde **Galileo** n'a peut-être pas eu de chance, échantillonnant une zone atmosphérique exceptionnellement sec et chaude sur Jupiter* ».

Ces résultats et le bon état de la sonde ont amené la NASA à prolonger jusqu'en septembre 2025 la mission **Juno** qui va pouvoir continuer ses observations. Cette extension prévoit également des survols de certaines lunes joviennes. La sonde a déjà frôlé Ganymède à basse altitude le 7 juin dernier. Elle fera de même avec Europe le 29 septembre 2022 et Io à 2 reprises le 30 décembre 2023 et le 3 février 2024. Elle poursuivra aussi l'étude des anneaux découverts il y a plus de 40 ans par **Voyager 1**. Ces observations contribueront au développement de la prochaine génération de missions dans le système jovien : **Europa Clipper** (lancement octobre 2024, arrivée avril 2030) de la NASA consacrée exclusivement au satellite Europe et **JUICE** (**JU**piter **ICy** moons **E**xplorer) (lancement juin 2022, arrivée janvier 2030) de l'ESA qui étudiera Callisto, Europe et Ganymède et se satellisera ensuite autour de ce dernier en 2032.

Grâce au prolongement de la mission **Juno** nous devrions faire un pas considérable dans notre compréhension de la formation des planètes géantes et du rôle que ces titans ont joué dans l'évolution du reste du Système solaire.

CONFÉRENCES DE L'OBSERVATOIRE

En période estivale les conférences de l'observatoire de Besançon sont suspendues. Nous vous donnerons dans la prochaine LA les propositions éventuelles pour l'année saison 2021 - 2022.

À BIENTÔT SUR TERRE
L'AAFC