



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



contact@aafc.fr

www.aafc.fr

Lettre Astro n°86 Mai – Juin 2023

Prochaines soirées publiques gratuites d'observations :
Les Mardis 2 mai et 6 juin à 20 h 30.

Nos activités sont indiquées régulièrement sur notre site www.aafc.fr

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

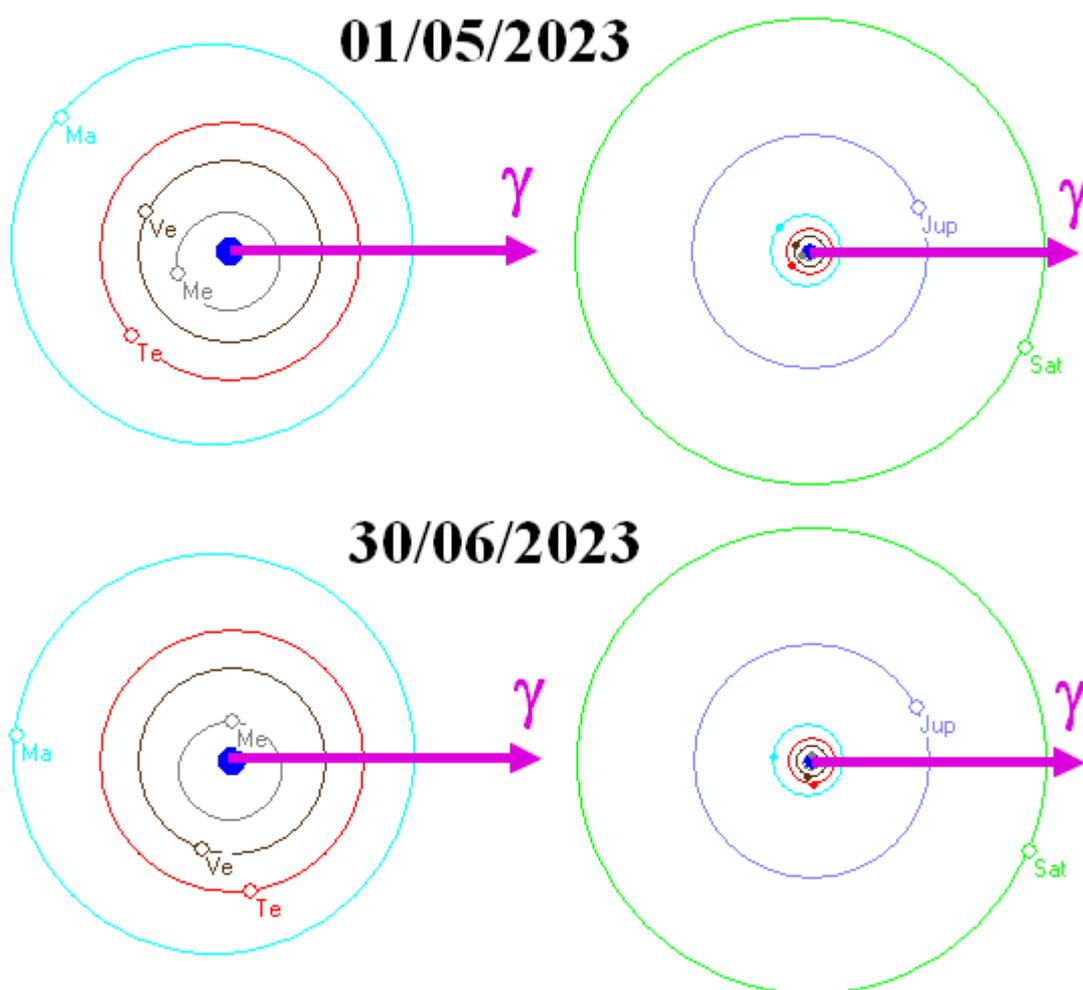
LES PLANÈTES EN MAI - JUIN :

- **MERCURE** : Après sa disparition lors de son passage en conjonction inférieure le premier mai, elle réapparaît ensuite dans le ciel du matin mais son repérage sur l'horizon **Nord-Est** est particulièrement difficile durant tout le mois de juin du fait de sa position en dessous de l'Écliptique.
- **VÉNUS** : Elle brille le soir de tous ses feux (magnitude autour de $-4,5$) pendant plusieurs heures sur l'horizon **Ouest** puis **Ouest-Nord-Ouest** pendant toute la période, atteignant une hauteur de plus de 30° .
- **MARS** : Se couchant dans la nuit sur l'horizon **Ouest** plusieurs heures après le Soleil, elle atteint une hauteur de près de 40° . Durant la période elle passe des Gémeaux au Cancer le 17 mai puis du Cancer au Lion le 20 juin. Malgré une magnitude qui continue à décroître (1,6 le premier juin) elle est assez facile à trouver à l'Est de Vénus dont elle se rapproche progressivement au cours de la période.
- **JUPITER** : En mai elle ne devient observable le matin dans la constellation du Bélier que le 15 mais elle reste basse (hauteur de 12° le 01/06 à 05 h 30 min) sur l'horizon **Est-Nord-Est**. Par la suite sa visibilité s'améliore car son heure de lever est de plus en plus tôt.
- **SATURNE** : Présente dans la constellation du Verseau elle se lève en début de période un peu plus de deux heures avant le Soleil sur l'horizon **Est-Sud-Est**. Cet écart va

ensuite augmenter jusqu'à atteindre cinq heures à la fin du mois de juin. Elle atteint alors une hauteur de près de 30°. Sa magnitude reste cependant peu élevée.

Le tableau ci-dessous donne les heures de lever et de coucher en temps civil et à Besançon des différents objets présentés. Les heures indiquées en rouge correspondent à un événement de la veille (lever) ou du lendemain (coucher).

Date	Evènement	Soleil	Mercure	Vénus	Mars	Jupiter	Saturne
01-02/05	Lever	06h 20min	06h 19min	08h 18min	10h 25min	05h 56min	04h 16min
	Coucher	20h 43min	18h 53min	00h 35min	02h 23min	19h 22min	14h 46min
15-16/05	Lever	06h 00min	05h 31min	08h 29min	10h 11min	05h 08min	03h 23min
	Coucher	21h 01min	19h 13min	00h 50min	01h 49min	18h 44min	13h 56min
01-02/06	Lever	05h 43min	04h 53min	08h 53min	09h 58min	04h 10min	02h 18min
	Coucher	21h 20min	18h 57min	00h 45min	01h 10min	17h 58min	12h 52min
15-16/06	Lever	05h 38min	04h 45min	09h 12min	09h 48min	03h 21min	01h 20min
	Coucher	21h 30min	19h 54min	00h 24min	00h 35min	17h 18min	11h 58min
29-30/06	Lever	05h 42min	05h 31min	09h 22min	09h 39min	02h 29min	00h 21min
	Coucher	21h 33min	21h 32min	23h 45min	23h 57min	16h 34min	10h 59min



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 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. Nous constatons en particulier que :

- Sur la période considérée la planète Jupiter est, par rapport à la Terre, dans une direction qui reste proche du Soleil. Rappelons-nous que son opposition a eu lieu le 11 avril.
- La Terre continue de s'éloigner régulièrement de Mars dans sa révolution autour du Soleil. De ce fait, depuis la Terre, notre voisine poursuit sa perte d'éclat.
- 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 où le soir : en effet si, sur la figure, la planète concernée **vue depuis la Terre** est à « droite » du Soleil elle ne sera visible que le matin (cas de Saturne) sinon, si elle est à « gauche », ce sera le soir (cas de Vénus et de Mars).

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



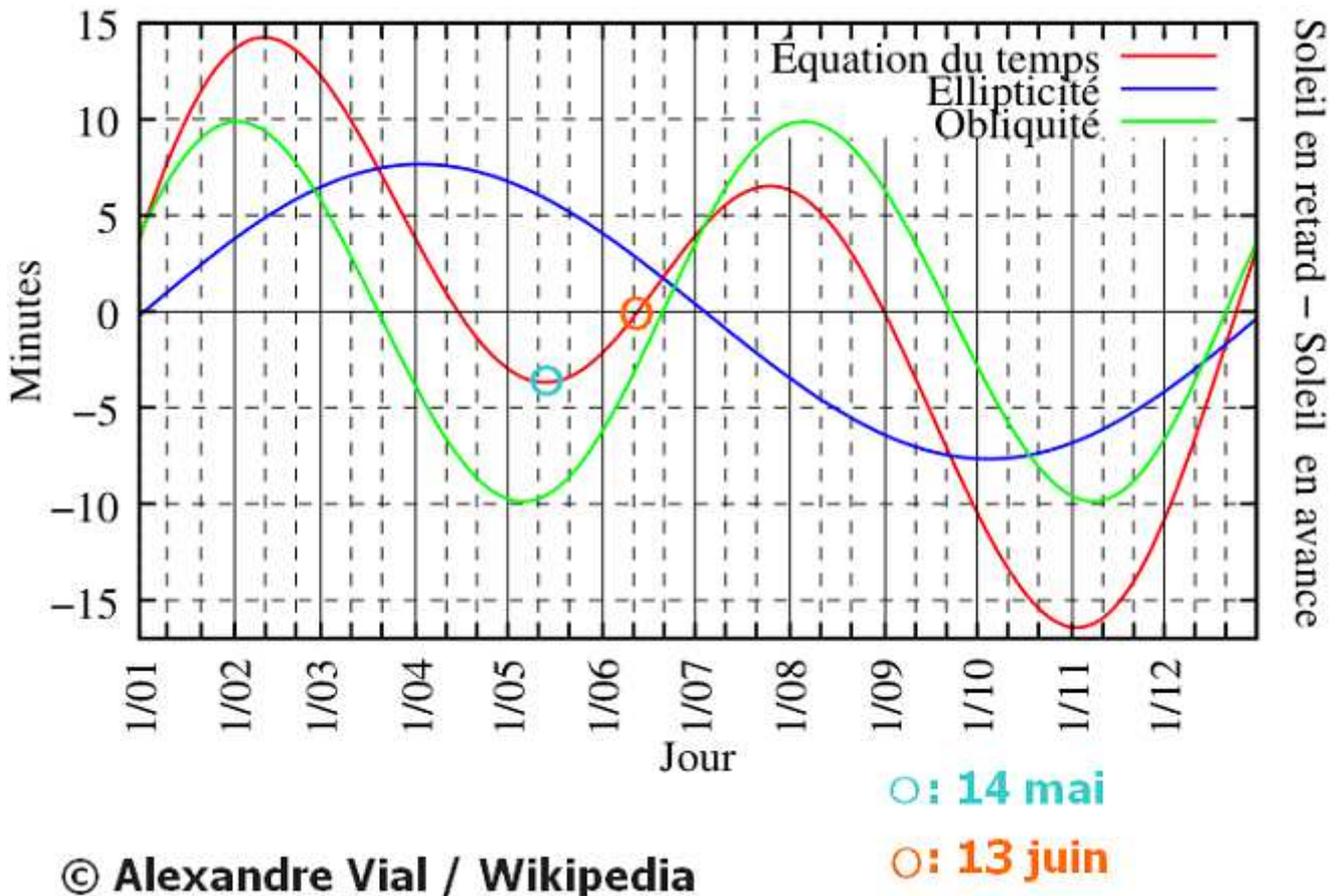
Sur la figure ci-dessus a été représentée la position des planètes au milieu du bimestre (01 juin). Nous constatons que certaines d'entre elles occupent un emplacement de l'Écliptique situé au dessus de l'Équateur céleste, ce qui explique le fait que, d'un point de vue géocentrique et en un lieu de l'hémisphère Nord, elles restent assez hautes sur l'horizon en passant au méridien. Par contre Mercure et Saturne, qui occupent une position sur l'Écliptique au-dessous de l'Équateur, passent au méridien à une faible hauteur.

LE CARNET DES RENDEZ-VOUS ASTRONOMIQUES (temps civil)

L'agenda développé ci-dessous a été conçu en s'appuyant sur :

- Logiciel Stellarium (version 0.22.0)
- Guide du ciel 2022-2023 – Guillaume Cannat – Édition AMDS
- Éphémérides Astronomiques 2023 – HS de la revue L'ASTRONOMIE (SAF)
- L'ALMANACH du ciel 2023 - HS la revue Ciel & Espace

- **01 mai** : Mercure passe en conjonction inférieure. Elle se place alors entre le Soleil et notre planète mais sans passer devant le disque de notre étoile mais un peu au dessus car à cette date elle n'est pas dans le plan de l'Écliptique.
- **04 mai** : Conjonction entre la Lune et Spica (α de la Vierge) sur l'horizon **Sud-Ouest** visible un peu avant le lever du Soleil (distance angulaire $2,5^\circ$). Ce rapprochement sera déjà bien visible dans la nuit du 3 au 4 mai.
- **05 mai** : Éclipse de Lune par la pénombre sur l'horizon **Sud-Sud-Est** difficilement visible dans sa seconde partie dès le lever de la Lune vers 21 h 15 min. Rappelons que l'affaiblissement lumineux de notre satellite lorsqu'il passe dans la pénombre de notre planète est trop faible pour être perçu facilement.
- **06 mai** : Maximum d'activité de l'essaim des η Aquarides (radiant dans la constellation du Verseau) - associé à la comète de Halley - avec un flux pouvant atteindre quelques dizaines d'« étoiles filantes » à l'heure. Malheureusement ce jour-ci est celui du lendemain de la pleine Lune.
- **14 mai** : L'équation du temps¹ passe par son premier minimum (négatif) de l'année qui est de -3 min 39 s. Rappelons ci dessous sa forme sur l'année :



¹ Voir également les explications sur l'équation du temps dans les LA n°58 et n°59.

- **17 mai** : Conjonction entre la Lune (deux jours après le dernier quartier) et Jupiter sur l'horizon **Est-Nord-Est** (distance angulaire de 5°) observable un peu avant le lever du Soleil.
 - **20 mai** : Maximum de la pluie d'étoiles filantes des α Cétides (radiant dans la constellation de la Baleine). L'étoile α Ceti est également appelée Mira (la merveilleuse) : c'est la première étoile variable découverte en 1596.
 - **23 mai** : Conjonction entre la Lune et Vénus sur l'horizon **Ouest** observable peu après le coucher du Soleil. (distance angulaire 3°).
 - **24 mai** : Conjonction entre la Lune et Mars en début de nuit sur l'horizon **Ouest** (séparation angulaire de 3°). Vénus est à proximité, à l'**Ouest** de la conjonction.
 - **27 mai** : Conjonction entre la Lune (premier quartier) et Régulus (α du Lion) sur l'horizon **Ouest-Sud-Ouest** en début de nuit (distance angulaire 7°).
 - **29 mai** : Conjonction entre Vénus et Pollux (β des Gémeaux) sur l'horizon **Ouest** après le coucher du Soleil (distance angulaire 3,6°).
 - **31 mai** : Maximum d'activité de l'essaim des τ Herculides (radiant dans la constellation d'Hercule) avec un flux moyen atteignant moins d'une dizaine d'« étoiles filantes » à l'heure.
 - **31 mai** : Conjonction entre la Lune et Spica (α de la Vierge) sur l'horizon **Sud** visible dès que la nuit est établie (distance angulaire 4,6°).
-
- **01-03 juin** : Conjonction entre Mars et l'amas de la Crèche (M44, constellation du Cancer) sur l'horizon **Ouest-Nord-Ouest** visible dès le début de la nuit (distance angulaire 0,6°). Beau spectacle dans une paire de jumelles. Vénus brille 10° plus à l'Ouest.
 - **03 juin** : Conjonction entre la Lune et Antarès (α du Scorpion) sur l'horizon **Sud-Sud-Est** visible dès minuit (distance angulaire 0,7°).
 - **07 juin** : Maximum de la pluie d'étoiles filantes des Ariétides (radiant dans la constellation de la Lyre). Le taux moyen est d'une soixantaine de météores à l'heure mais peut être plus important.
 - **10 juin** : Conjonction entre la Lune et Saturne sur l'horizon **Sud-Sud-Est** observable un peu avant le lever du Soleil. (distance angulaire 4°).
 - **13 juin** : L'équation du temps passe par zéro (voir courbe page précédente).
 - **14 juin** : Conjonction entre la Lune (4 jours avant la NL) et Jupiter sur l'horizon **Est-Nord-Est** (distance angulaire de 1,1°) observable un peu avant le lever du Soleil.

- **17 juin** : Conjonction entre la Lune et Mercure sur l'horizon (bien dégagé de préférence) **Est-Nord-Est** observable peu avant le lever du Soleil. (distance angulaire 5,5°).
- **21 juin** : Solstice de juin à 16 h 57 min. Le Soleil se trouve à son point le plus haut dans le ciel. Mais il ne passe pas au zénith, comme il se dit quelquefois, car, sous nos latitudes, la hauteur maximale du Soleil dans l'année, qui a lieu ce jour-là, est d'environ 66° (90° - latitude + inclinaison de l'axe terrestre sur l'Écliptique). Nous sommes le premier jour de l'été.
- **21-22 juin** : Conjonction entre la Lune Vénus et Mars sur l'horizon **Ouest** observable un peu après le coucher du Soleil. (distance angulaire moyenne entre les astres 4°).



27 juin : Maximum d'activité de l'essaim des Bootides de juin (radiant dans la constellation du Bouvier) avec un flux très irrégulier pouvant atteindre une quarantaine d'« étoiles filantes » à l'heure. Il est constitué par des débris de la comète 7P/Pons-Winnecke, observée pour la première fois en 1812 par Jean-Louis Pons.

DOSSIER DU BIMESTRE : La mission Juice

Le 14 avril dernier, à 14 h 15 min (heure de Paris) une fusée Ariane5 - ECA a décollé depuis le spatiodrome de Kourou en Guyane avec à son bord la sonde de l'ESA JUICE - acronyme de **J**upiter **I**Cy moons **E**xplorer - dont la destination finale est la planète Jupiter et ses satellites. Parmi ces derniers ce sont plus particulièrement ses trois plus grandes lunes glacées que sont Europe, Ganymède et Callisto, montrant toutes des indices d'hébergement d'océans d'eau liquide sous leurs croûtes glacées, qui seront étudiées.

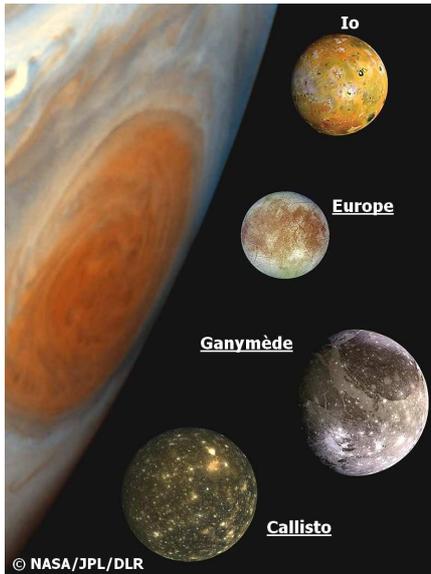
Initiée en 2012 la mission JUICE fait partie du programme « Cosmic Vision 2015-2025 » de l'ESA. Elle est de classe L (Large) – la plus ambitieuse des trois catégories du programme - ce qui explique son coût important de 1,6 milliard d'euros qui seront répartis, pour en relativiser l'importance, sur 25 ans² !

D'une masse après lancement de 5,1 tonnes comportant 2,9 tonnes d'ergols et 285 kg d'instruments scientifiques la sonde mettra un peu plus de huit ans pour arriver à destination et sa mission sur place est prévue pour au moins trois ans.

² Le calcul montre que le coût de Juice pour un Européen est inférieur à 0,2€ par an !

Objectifs de JUICE

L'objectif principal de JUICE sera de déterminer les conditions qui ont pu conduire à l'émergence de milieux pouvant accueillir des formes de vie parmi les principaux satellites du monde jovien avec une attention particulière pour les trois objets Europe, Ganymède et Callisto accueillant un océan intérieur. Ganymède sera plus particulièrement étudié car il fournit un laboratoire naturel pour l'analyse de la constitution, de l'évolution et de l'habitabilité potentielle de ces mondes glacés mais aussi en raison du rôle qu'il joue dans le système des satellites galiléens et des interactions avec le milieu jovien environnant de son champ magnétique et de son anneau de plasma.



Les principaux objectifs scientifiques pour Ganymède, et dans une moindre mesure pour Callisto, sont :

- caractérisation des couches océaniques et détection de réservoirs d'eau souterrains
- cartographie de la topographie, de la géologie et de la composition de la surface
- étude des propriétés physiques de la croûte glacée
- caractérisation de la répartition des masses internes, de leur dynamique et évolution
- étude de l'exosphère³
- étude du champ magnétique intrinsèque de Ganymède et de ses interactions avec la magnétosphère jovienne.

Pour Europa, les scientifiques s'intéresseront à la chimie essentielle à la vie et rechercheront des molécules organiques. Ils s'efforceront de comprendre la formation des structures de la surface et analyseront la composition des matériaux autre que la glace d'eau. De plus, JUICE fournira le premier sondage souterrain de cette lune, en particulier elle fera la première détermination de l'épaisseur minimale de la croûte de glace dans les régions les plus récemment actives.

Équipement scientifique de JUICE

La charge scientifique utile de JUICE a une masse de 280 kg. Elle comprend :

- un système de caméra **JANUS** qui prendra des images à moyenne et haute résolutions spatiales dans le visible et le proche infrarouge. Sa résolution spatiale atteindra 2,4 m pour Ganymède. Les images produites permettront d'obtenir des cartes topographiques et géologiques des satellites survolés de Jupiter.
- un spectromètre d'imagerie visible et infrarouge **MAJIS** accompagné d'un spectrographe d'imagerie ultraviolette **UVS**. Ils étudieront :
 - o la composition et les propriétés physiques des surfaces lunaires glacées de Ganymède, d'Europe et de Callisto (glaces, sels, minéraux, composés organiques)
 - o la composition, la structure et les changements dans l'espace et dans le temps des exosphères de Ganymède, d'Europe et de Callisto

³ L'exosphère est la couche la plus externe de l'atmosphère et s'étend de la thermosphère jusqu'à l'espace interplanétaire où elle interagit avec la magnétosphère. L'exosphère ne se comporte plus comme un gaz et les particules qui la composent s'échappent constamment dans l'espace.

- la composition, la structure, la dynamique et l'évolution de l'atmosphère de Jupiter, de la troposphère à la stratosphère
- la composition et les propriétés physiques de Io, des petites lunes, des anneaux et de la poussière dans le système de Jupiter
- un sondeur radar **RIME**. C'est un instrument optimisé pour la pénétration jusqu'à une profondeur de 9 km des lunes glacées galiléennes. Il s'agit du premier instrument capable d'effectuer des mesures directes du sous-sol à être déployé dans le Système solaire externe
- un altimètre laser **GALA** qui permettra d'obtenir des informations sur les différents reliefs des lunes explorées
- un instrument à ondes millimétriques **SWI** qui étudiera la composition et la dynamique de la couche stratosphérique de Jupiter et pourra déterminer les caractéristiques des atmosphères ténues des lunes galiléennes
- un magnétomètre **J-MAG** qui devra mesurer le champ magnétique jovien, son interaction avec le champ magnétique interne de Ganymède et étudier les océans souterrains de Ganymède, Callisto et Europe
- un analyseur d'ondes électromagnétiques et de plasma **RPWI** qui a été développé par des équipes européenne et japonaise. Il pourra observer le plasma d'électrons et d'ions à basse température, le champ électrique et les ondes électromagnétiques à basse fréquence, les échanges d'énergie entre ondes et ions, et les ondes radio avec leurs caractéristiques (direction, polarisation)
- un spectromètre de particules **PEP** pour étudier les particules neutres et chargées dans le système de Jupiter.

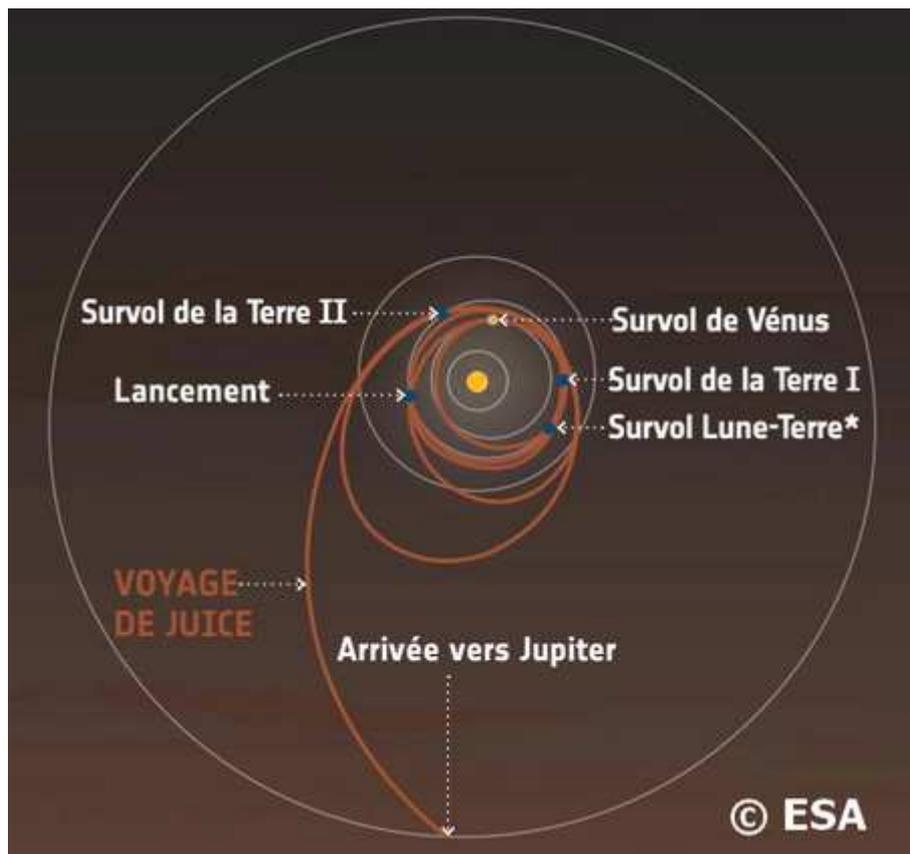
La mission effectuera également une expérience d'interféromètre très longue distance (système **PRIDE**), qui utilisera le système de télécommunication standard de la sonde ainsi que plusieurs radiotélescopes terrestres afin d'effectuer des mesures précises de la position et de la vitesse de JUICE, ce qui permettra d'étudier les champs gravitationnels de Jupiter et de ses lunes.



Un mat extensible de 10,6 mètres accueille J-MAG et RPWI et une antenne de 16 mètres de long sera utilisée pour RIME. Enfin quatre mats de 3 mètres supportent des éléments de l'expérience RPWI. Les autres instruments sont montés sur le corps du vaisseau spatial.

Voyage de JUICE

L'exploration du Système solaire à l'aide de sondes nécessite de disposer de lanceurs puissants capables de donner à la charge utile l'impulsion nécessaire pour parvenir à destination. Les conditions pour atteindre cet objectif dépendent essentiellement de l'objet visé et de la masse de la sonde envoyée en mission. Or, encore aujourd'hui et malgré les progrès réalisés dans la conception et la fabrication des lanceurs, nous ne disposons pas toujours des moyens techniques et/ou financiers pour parvenir rapidement au but visé. La solution a tout d'abord été développée par les ingénieurs de la NASA en s'appuyant sur les travaux de plusieurs mathématiciens de la première moitié du XX^e siècle : il s'agit de l'assistance gravitationnelle appelée également l'effet de fronde gravitationnelle. En s'approchant suffisamment près d'une planète une sonde, soumise à son attraction, va échanger avec elle de l'énergie. Ceci aura pour effet de modifier sa trajectoire, sa vitesse – il est possible de cette façon d'accélérer ou de freiner une sonde - et même son inclinaison par rapport au plan de l'écliptique sans pour cela devoir mettre en route un moteur et consommer du carburant. Dans notre cas, au lancement, JUICE n'a pas suffisamment de carburant pour un transit direct vers Jupiter et donc une série de survols planétaires sera indispensable pour permettre à la sonde de gagner de proche en proche suffisamment d'énergie pour atteindre sa destination finale.



Cette image montre le voyage du vaisseau spatial JUICE vers Jupiter. La trajectoire indiquée est tracée sous la forme d'une ligne orangée commençant à l'intérieur de l'orbite terrestre. En suivant la trajectoire, il est possible d'apprécier la stratégie d'assistance gravitationnelle - une séquence de survols du système Terre - Lune, de Vénus, de la Terre

et à nouveau de la Terre - qui est utilisée pendant la phase de croisière de 88 mois de la mission. Le calendrier de ce voyage est donné sur l'image ci-dessous :



Comme pour l'observatoire infra-rouge de la NASA JWST la fusée Ariane5 a réalisé un lancement « parfait » : les paramètres théoriques de l'orbite de départ ont été approchés avec une telle précision que la correction de trajectoire prévue quelques heures après le départ a été annulée, ce qui permet une économie d'ergols suffisante pour que les responsables de la mission envisagent un survol final à 200 km d'altitude de Ganymède qui n'était pas prévu initialement !

Déroulement de la mission dans l'environnement de Jupiter

Après ces cinq manœuvres d'assistance gravitationnelle, la sonde arrivera dans le système jovien en juillet 2031. Le périple dans ce dernier consiste en des orbites elliptiques autour de la planète et comprend un certain nombre de survols de ses principales lunes : Europa deux fois, Ganymède douze fois et Callisto vingt et une fois. Les survols de Callisto seront utilisés pour modifier la trajectoire hors du plan des orbites lunaires et atteindre des latitudes d'environ trente degrés. Enfin en décembre 2034 JUICE se mettra en orbite autour de Ganymède et y restera environ un an pour une étude détaillée du plus grand satellite de Jupiter.

La sonde ne passera pas à proximité de Io, du fait d'un niveau de radiations très élevé qui pourrait être dangereux pour l'instrumentation. Pour Europe le coût en ergol est important et a obligé l'ESA à limiter le nombre de survol. La quasi-totalité des autres petites lunes est très éloignée et la seule possibilité de les voir à distance sera lors de l'arrivée près de Jupiter.

Nous voilà donc embarqué pour un longue aventure qui va nous emmener jusqu'en 2036 ! Première étape pour nous retrouver sur le sujet, le mois d'août 2024.

CONFÉRENCES DE L'OBSERVATOIRE

Actuellement aucune conférence n'est programmée pour les premiers samedis de chaque mois de 2023 et celles se faisant dans le cadre de l'**Université ouverte** sont terminées pour l'année scolaire 2022 – 2023.

**À BIENTÔT SUR TERRE
L'AAFC**