



contact@aafc.fr

www.aafc.fr

Lettre Astro n°70 Septembre – Octobre 2020

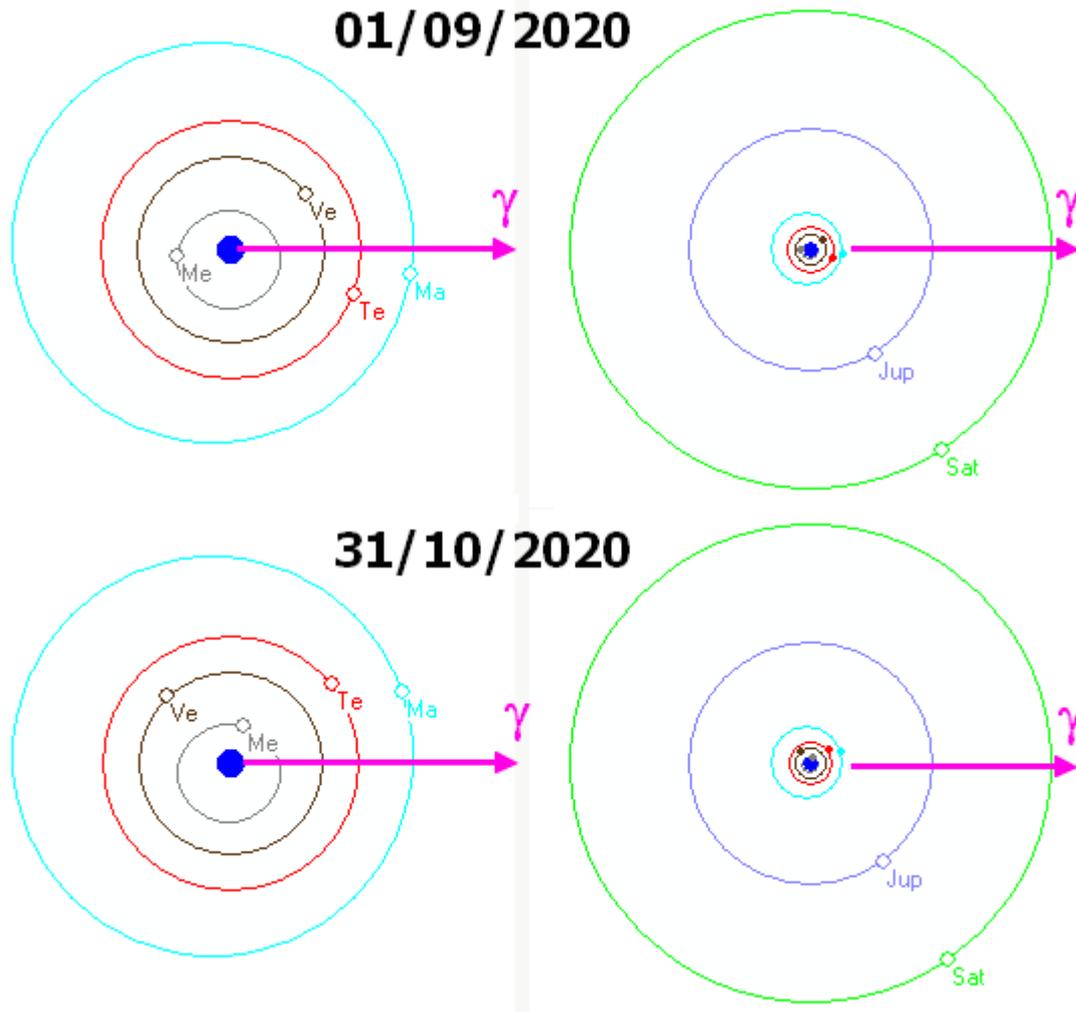
Les prochaines soirées publiques gratuites d'observation sont assurées tous les premiers mardis de chaque mois. En cas de mauvais temps il ne sera pas possible aux non-adhérents d'assister aux exposés en intérieur.

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

LES PLANÈTES EN SEPTEMBRE – OCTOBRE :

- **MERCURE :** Trop proche de l'horizon **Ouest** après le coucher du Soleil, elle est pratiquement inobservable pendant cette période.
- **VÉNUS :** Se levant plusieurs heures avant le Soleil, elle brille de tout son éclat – sa magnitude passe de $-3,7$ à $-3,5$ – dans notre ciel du matin sur l'horizon **Est-Nord-Est**.
- **MARS :** Elle se lève peu après le coucher du Soleil et brille toute la nuit avec un éclat allant en augmentant et qui devient supérieur à celui de Jupiter à la fin du mois de septembre pour passer à son maximum (magnitude de $-2,6$) autour de son opposition le 13 octobre. Sa rétrogradation dans la constellation des Poissons débute le 09 septembre.
- **JUPITER :** Brillant toujours dans le Sagittaire pendant la première partie de la nuit, elle se couche de plus en plus tôt – 5h après le Soleil fin octobre - sur l'horizon **Ouest-Sud-Ouest**.

- **SATURNE** : Également dans la constellation du Sagittaire, à l'Est de Jupiter, elle achève sa boucle de rétrogradation le 29 septembre. Se couchant sur l'horizon **Ouest-Sud-Ouest** en seconde partie de nuit au début de la période et 5h et demi après le Soleil fin octobre, elle voit son éclat diminuer progressivement au fur et à mesure que sa distance à notre planète augmente.



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 notre 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 constations. Par exemple nous voyons que :

- Sur la période considérée, nous constatons que les planètes Jupiter et Saturne sont, pour la Terre, dans des directions voisines et opposées à celle du Soleil. Nous pouvons donc en déduire que ces deux planètes sont proches de leur opposition et que nous les verrons, au dessus de l'horizon, dans une même région de notre ciel et pratiquement toute la nuit.

- 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 sera visible le matin (cas de Vénus ici) sinon, si elle est à « gauche », ce sera le soir.
- Si nous observons sur ce schéma les positions relatives de Mars et de la Terre nous constatons qu'au 01 septembre la Terre est « derrière » la planète rouge dans leur course autour du Soleil alors que le 31 octobre elle la devance. Cela signifie que durant ce bimestre les trois objets Soleil, Terre et Mars ont été alignés, ce qui correspond à ce que nous définissons comme l'opposition de Mars et de la Terre.

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

LE CARNET DES RENDEZ-VOUS ASTRONOMIQUES (temps civil)

- **01 septembre** : L'équation du temps¹ est nulle.
- **06 septembre** : Conjonction entre la Lune et Mars en fin de nuit sur l'horizon **Sud-Sud-Ouest** (distance angulaire 1°). La constellation d'Orion est voisine, à l'**Est** de la conjonction.
- **08 septembre** : Conjonction entre la Lune et les Pléiades sur l'horizon **Est-Nord-Est** (distance angulaire 6°) peu après le lever de notre satellite vers 23 h.
- **09 septembre** : Maximum d'activité de l'essaim des ϵ Perséides de septembre (Persée), avec environ 5 « étoiles filantes » à l'heure.
- **09 septembre** : Conjonction entre la Lune et Aldébaran (α Taureau) sur l'horizon **Est-Nord-Est** (distance angulaire 9°) dès le lever de ces deux objets vers 23h 30 min.
- **14 septembre** : Conjonction entre la Lune (en fin de lunaison) et Vénus en fin de nuit sur l'horizon **Est-Nord-Est** (séparation angulaire de 6°) à partir de 4h.
- **19 septembre** : Début de l'année 5781 du calendrier hébraïque. Ce dernier est luni-solaire. Comme nous pouvons le voir sur l'encyclopédie en ligne Wikipédia² sa conception est complexe.
- **21 septembre** : Maximum d'activité de l'essaim des Piscides (constellation des Poissons), avec environ 5 « étoiles filantes » à l'heure.

¹ Voir dans les n° 58 et 59 les explications à propos de l'équation du temps.

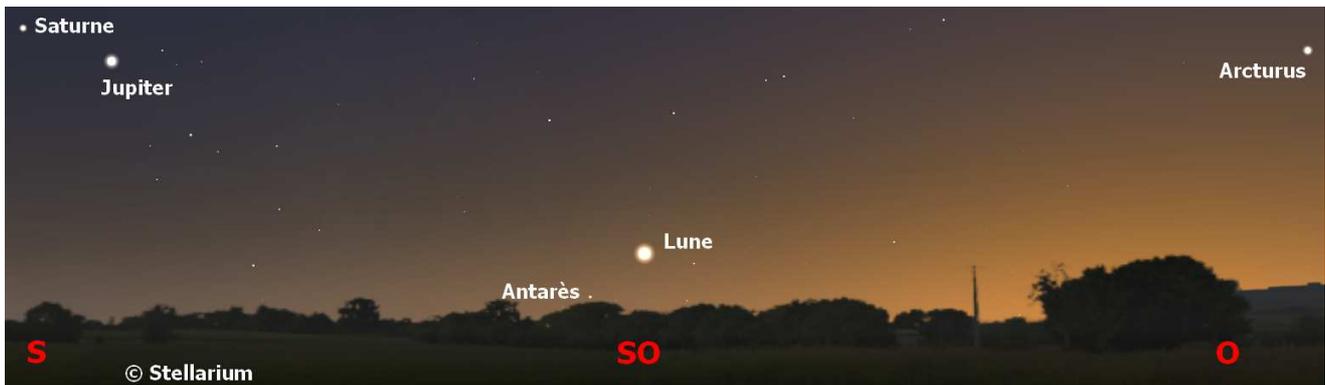
² https://fr.wikipedia.org/wiki/Calendrier_hébraïque

- **22 septembre** : Conjonction entre la Lune et Antarès (α Scorpion) sur l'horizon **Sud** (distance angulaire $4,5^\circ$) un peu avant la disparition du Soleil sur l'horizon **Sud-Ouest**.
 - **22 septembre** : À 15 h 30 min c'est l'Équinoxe d'automne : le Soleil, dans son mouvement apparent géocentrique, franchit l'équateur céleste vers les déclinaisons négatives et jour après jour sa hauteur de passage au méridien diminue jusqu'au solstice d'hiver.
 - **24 septembre** : Les quatre satellites galiléens Io, Europe, Ganymède et Callisto, sont regroupés à l'**Est** de Jupiter en tout début de soirée. Le spectacle peut être observé avec une paire de jumelles.
 - **25 septembre** : Conjonction entre la Lune, Jupiter et Saturne en début de soirée sur l'horizon **Sud** (séparation angulaire de 4° pour Saturne et 6° pour Jupiter).
-
- **02 octobre** : Conjonction entre Vénus et Regulus (α du Lion) sur l'horizon **Est** (distance angulaire de 1°) observable avant le lever du Soleil.
 - **03 octobre** : Conjonction entre la Lune et Mars un peu avant le lever du Soleil sur l'horizon **Sud-Sud-Ouest** (séparation angulaire de 1°).
 - **06 octobre** : La distance Terre – Mars passe par son minimum³ (62,1 M de km). La planète rouge étant haute sur l'horizon à son passage au méridien (environ 50°) son observation se fait dans d'excellentes conditions.
 - **06 octobre** : Conjonction entre la Lune et Aldébaran (α Taureau) sur l'horizon **Est-Nord-Est** (distance angulaire $3,5^\circ$) dès le lever de ces deux objets vers 22h.
 - **08 octobre** : Maximum d'activité de l'essaim des Draconides (Dragon) et début de celui des Taurides (Taureau). Le taux horaire des premières peut varier de zéro à plus d'une centaine à l'heure. Les « anciens » se souviennent du lundi 9 octobre 1933 à partir de 18 h 30 min⁴.
 - **10 octobre** : Maximum d'activité de l'essaim des Taurides Sud (Taureau). Le taux horaire est en général inférieur à une dizaine par heure.
 - **13 octobre** : Opposition de la planète Mars.

³ La distance minimum entre les deux planètes ne se place pas au moment de l'opposition – ici le 13 octobre – car leurs orbites ne sont pas des cercles mais des ellipses.

⁴ Vous pourrez lire à propos de cet événement l'étude parue dans la revue « Ciel et Terre » en suivant le lien <http://articles.adsabs.harvard.edu/full/1933C%26T...49..170C/0000170.000.html>

- **14 octobre** : Conjonction entre la Lune (en fin de lunaison) et Vénus en fin de nuit sur l'horizon **Est** (séparation angulaire de $3,5^\circ$) à partir de 5 h.
- **19 octobre** : Conjonction entre la Lune (en début de lunaison) et Antarès (α Scorpion) peu après le coucher du Soleil sur l'horizon **Sud-Ouest** (séparation angulaire de 6°). Le spectacle est complété par la présence dans le même champ de Saturne, Jupiter et Arcturus plus à l'Ouest.



- **21 octobre** : Maximum d'activité de l'essaim des Orionides (Orion), avec environ une trentaine d'« étoiles filantes » à l'heure. Cette activité correspond au second passage de la Terre au travers du tore de poussières attaché à la comète de Halley et que la Terre traverse une première fois au printemps à l'occasion des η Aquarides.
- **21 octobre** : Les quatre satellites galiléens Ganymède, Io, Europe et Callisto, sont regroupés à l'**Ouest** de Jupiter dès 20 h sur l'horizon **Sud-Sud-Ouest**. Le spectacle peut être observé avec une paire de jumelles.
- **21 octobre** : Conjonction entre la Lune – proche de son premier quartier - , Jupiter et Saturne en début de soirée sur l'horizon **Sud** (séparation angulaire de 7° pour Saturne et 3° pour Jupiter). Le spectacle se renouvelle les deux jours suivant avec la Lune qui se rapproche de Saturne.
- **25 octobre** : Nous passons de l'heure d'été (TL = TU + 2) à l'heure d'hiver (TL = TU + 1) : à 03 h, dans la nuit de samedi à dimanche, nous « remontons » à 02 h.
- **29 octobre** : Conjonction entre la Lune - proche de la pleine Lune - et Mars sur l'horizon **Sud** (séparation angulaire de $3,5^\circ$).

AUTRE CURIOSITÉ DANS L'ACTUALITÉ : Dernières nouvelles de la planète Mars

Trois missions ont été lancées vers la planète rouge ces dernières semaines pour percer les nombreux secrets restant encore à découvrir sur notre voisine. Ce tir groupé a débuté le 19 juillet. Il s'agit de la première sonde interplanétaire des Émirats arabes unis (EAU), la mission Hope Mars, également connue sous le nom de « Emirates Mars

Mission (EMM) ». D'une masse de 1 350 kg, EMM a été lancée par une fusée H-IIA depuis le centre spatial japonais de Tanegashima. L'orbiteur Hope atteindra Mars au début du mois de février 2021 et s'insérera sur une orbite elliptique de rayon variant entre 22 000 et 44 000 km. Sa mission, prévue pour une durée de deux ans, s'appuiera sur trois instruments scientifiques (une caméra couleur HD, un spectromètre UV et un spectromètre IR) afin d'étudier l'atmosphère, la météorologie et le climat de la planète rouge depuis son orbite. Les observations devraient aider les chercheurs à mieux comprendre l'évolution sur Mars, il y a plusieurs milliards d'années, d'un monde plutôt chaud et humide à la planète froide et désertique que nous connaissons aujourd'hui. Cette transition a été provoquée par le dépouillement de l'atmosphère, autrefois épaisse, de Mars par le vent solaire, le flux de particules chargées s'écoulant du soleil.

La sonde Hope a été construite par le centre spatial Mohammed bin Rashid des Émirats arabes unis, en partenariat avec l'Université du Colorado de Boulder, l'Arizona State University et l'Université de Californie à Berkeley.

La Chine a suivi avec un lancement également historique pour ce pays un peu moins d'une semaine après le départ de Hope : le 23 juillet la toute première mission chinoise sur Mars, connue sous le nom de Tianwen-1, a décollé au sommet du lanceur lourd Longue Marche 5. L'ensemble du matériel embarqué avait la masse record pour une mission martienne de 5 tonnes !

Tianwen-1 est un projet ambitieux qui consiste en un orbiteur, un atterrisseur et un robot mobile de la taille d'une petite voiturette et d'une masse de 240 kg. Comme à leur habitude, les responsables chinois sont restés particulièrement discrets sur la mission. Nous savons cependant que la sonde spatiale se placera en orbite autour de Mars vers le 11 février 2021 et, après une phase de reconnaissance d'une durée de deux mois durant laquelle le site d'atterrissage – probablement Utopia Planitia - sera étudié, l'atterrisseur amorcera sa descente pour déposer le robot mobile en douceur.

L'orbiteur est doté de sept instruments : deux caméras haute résolution, un spectromètre IR, un radar, un magnétomètre, et deux détecteurs de particules. Les quatre premiers permettront aux membres de l'équipe de la mission d'étudier la composition des roches de surface et du sous-sol et les trois derniers de suivre les échanges de matière entre l'atmosphère et l'environnement spatial de la planète. De son côté le robot mobile dispose également de sept instruments : deux caméras de navigation, une caméra couleur HD, une station météorologique, un détecteur de champ magnétique, un spectromètre analysant les poussières récupérées par ablation laser et un radar sondant le sous-sol. Il pourra repérer la glace d'eau souterraine jusqu'à une profondeur d'environ 100 mètres et étudier la structure du sous-sol jusqu'à une profondeur de 10 mètres.

Si la mission Tianwen-1 est une réussite, la Chine deviendra le troisième pays, après l'Union soviétique et les États-Unis, à faire atterrir un vaisseau spatial sur Mars. Ce succès pourrait alors ouvrir la voie à des objectifs encore plus ambitieux dans un proche avenir : les responsables spatiaux chinois ont exprimé le désir de monter une mission de retour d'échantillons depuis Mars, qui pourrait peut-être être lancée dès 2030. Les États-

Unis et l'Europe prévoient également de rapporter du matériau non contaminé depuis la planète rouge sur Terre.

Un tel projet est déjà devenu réalité avec le lancement de Perseverance, pièce principale de la mission de la NASA Mars 2020. Le robot mobile et sa plate-forme d'atterrissage ont décollé au sommet d'une fusée Atlas V depuis la base de Cap Canaveral en Floride le 30 juillet. Ils se poseront dans le cratère martien Jezero le 18 février 2021. Ce dernier mesure 49 kilomètres de rayon et abritait un lac et un delta de rivière il y a plusieurs milliards d'années.

Perseverance, d'une masse de 1 025 kg et possédant une structure très similaire à celle son prédécesseur Curiosity, embarquera sept instruments pour caractériser la géologie de Jezero et rechercher dans les roches du cratère d'éventuels signes d'une forme de vie ancienne sur Mars. Il s'agit d'une plate-forme d'imagerie multi-caméras, de deux spectromètres, d'un radar de pénétration, d'une station météorologique et d'un analyseur de roche avec laser pour en vaporiser la surface.

Le robot, collectera et mettra également en réserve une trentaine d'échantillons provenant de sites d'étude particulièrement prometteurs. Puis ils seront scellés hermétiquement pour être déposés par Perseverance sur son trajet en des lieux préalablement définis. Les précieuses carottes attendront patiemment qu'une autre mission, prévue pour 2031 et conçue avec l'Agence spatiale européenne, vienne les récupérer pour les ramener sur Terre. Les scientifiques des laboratoires du monde entier étudieront ensuite en détail ces matériaux martiens à la recherche de signes de vie et d'indices sur l'histoire évolutive de la planète.

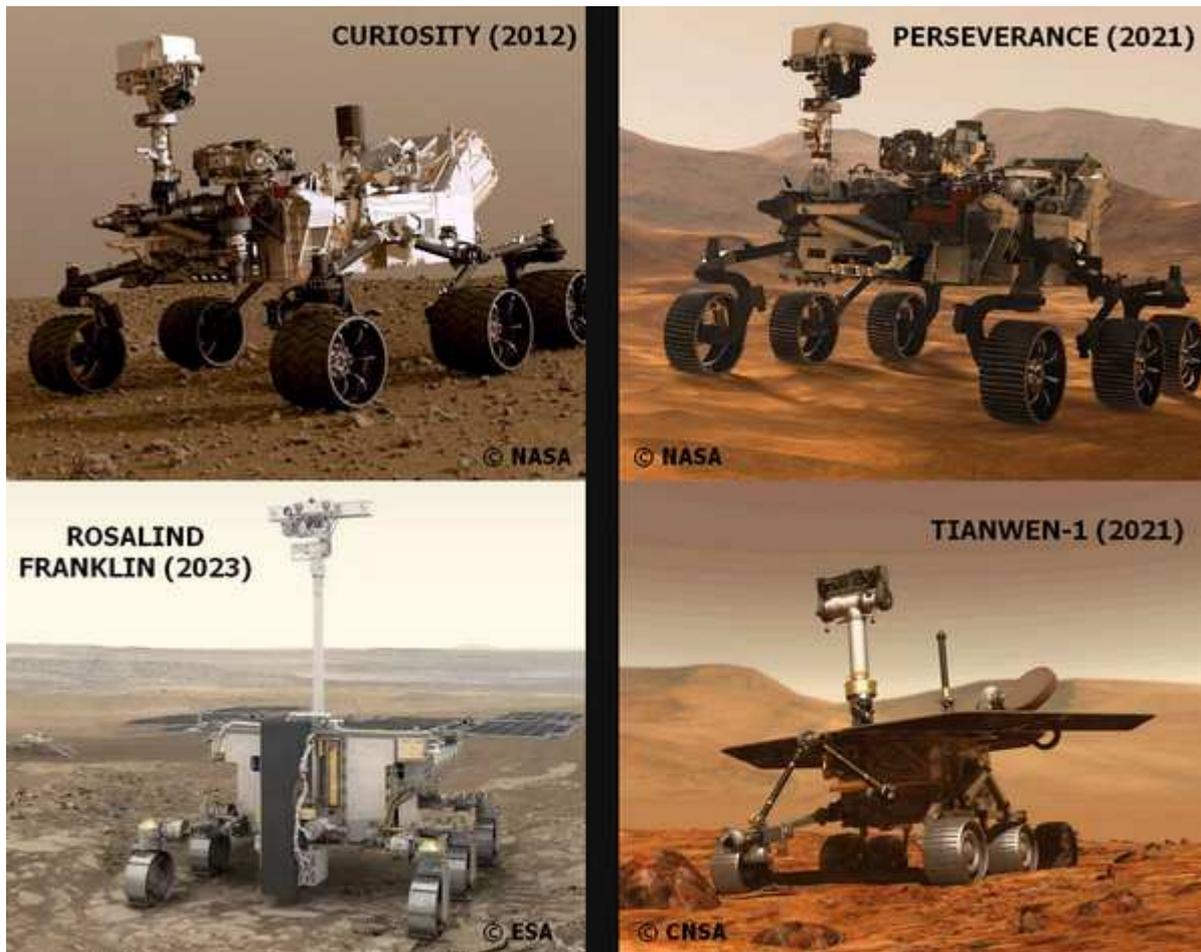
Mars 2020 projette également de recueillir des informations nécessaires à la préparation de missions avec un équipage humain sur la planète rouge dont la première pourrait être lancée dans les années 2030. Pour cela, Perseverance est donc équipé, comme le robot mobile Tianwen-1, d'un radar pénétrant pour détecter la glace contenue dans le sous-sol qui permettra aux équipages futurs d'obtenir de l'eau. Un autre instrument du robot mobile permettra de conduire l'expérience Mars Oxygen ISRU (MOXIE) qui générera de l'oxygène à partir de la mince atmosphère martienne contenant en volume 95% de dioxyde de carbone.

MOXIE n'est pas la seule expérience technologique de Mars 2020. Un petit hélicoptère de 1,8 kg appelé Ingenuity est en route également pour la planète rouge, accroché sous Perseverance. Peu après l'atterrissage, Ingenuity sera libéré et effectuera quelques courts vols d'essai dans le ciel martien - la toute première exploration aérienne d'un monde autre que la Terre. Si Ingenuity réussit ses vols, les futures missions sur Mars pourraient intégrer des hélicoptères. Un tel appareil pourrait servir à diverses fins, de la recherche de sites d'étude prometteurs pour les robots mobiles à l'exploration de zones difficiles d'accès telles que des grottes ou des cratères à parois abruptes.

Hope, Tianwen-1 et Mars 2020 ont tous décollé cet été car la Terre et Mars occupaient alors des positions relatives favorables pour les missions planétaires une fois tous les 26

mois, 50 jours environ avant l'opposition des deux planètes. De plus la fenêtre de lancement n'est pas ouverte pendant très longtemps : cette année elle se plaçait entre le 17 juillet et le 15 août et la prochaine se présentera entre début septembre et début octobre 2022.

Une autre mission en direction de Mars, appelée ExoMars, devait être lancée cette année. Elle a été développée dans le cadre d'une collaboration entre l'agence russe Roscosmos et l'ESA mais son robot mobile Rosalind Franklin a rencontré plusieurs problèmes : tout d'abord avec le déploiement des parachutes utilisés pour ralentir la descente de l'engin, ensuite avec plusieurs équipements électroniques à bord du module de descente russe et enfin du fait du manque de temps pour tester intégralement le logiciel de bord de la mission.



CONFÉRENCES DE L'OBSERVATOIRE 2020 / 2021

Du fait des mesures liées à la Covid19 les conférences à l'observatoire de Besançon sont annulées jusqu'à nouvel ordre.

INFORMATIONS DE DERNIÈRE MINUTE : Extrait du Journal du CNRS du 02/09/2020 (<https://lejournald.cnrs.fr/articles/les-trous-noirs-nouveaux-sont-arrives>)

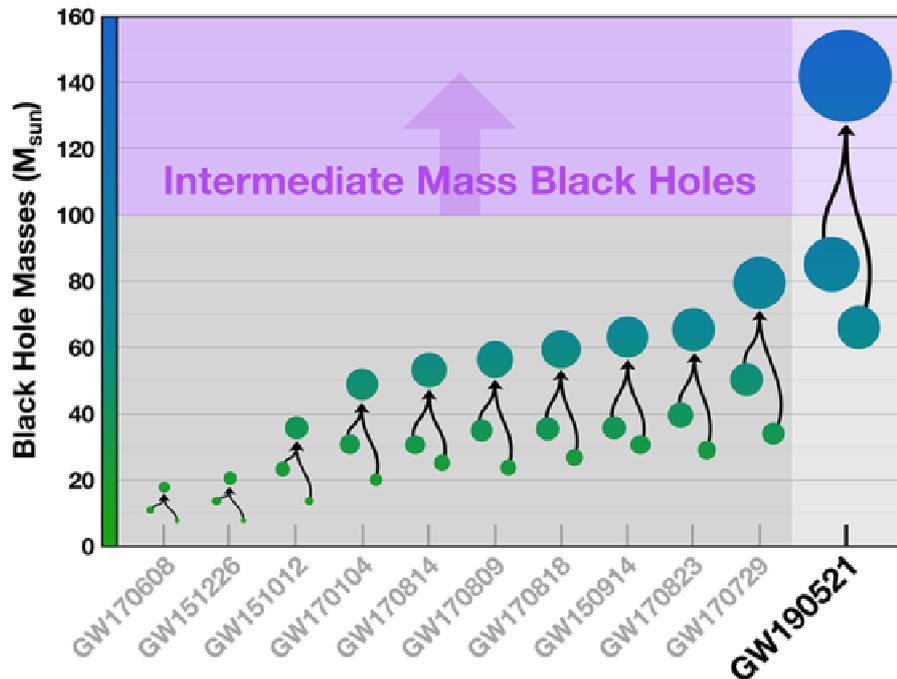
Virgo et Ligo viennent d'annoncer la détection d'ondes gravitationnelles générées par la source la plus ancienne et la plus massive jamais captée. Cette découverte, qui révèle l'existence d'une classe de trous noirs que l'on n'avait jamais observée, pourrait expliquer comment se forment les trous noirs supermassifs.

Le 21 mai 2019, l'interféromètre européen Advanced Virgo et les deux interféromètres américains Advanced Ligo ont simultanément détecté un signal (GW190521) d'une durée d'à peine un dixième de seconde. Quoique très bref, cet ébranlement du tissu de l'espace-temps s'est révélé si complexe que les astrophysiciens ont mis plus d'un an à l'analyser et le confronter à leurs modèles théoriques pour en décrypter l'origine. Leur conclusion : ce qu'ils ont observé correspondrait à la formation – il y a sept milliards d'années – d'un trou noir d'environ 142 masses solaires à partir de la coalescence de deux trous noirs de 65 et 85 masses solaires. Aucun trou noir n'avait jamais été observé dans cette échelle de masses ! Cette découverte exceptionnelle, en prouvant l'existence de trous noirs de masse intermédiaire, pourrait permettre de résoudre [l'énigme de la formation de trous noirs supermassifs](#) mais aussi d'améliorer notre compréhension des étapes finales de la vie des étoiles massives. Elle est présentée dans deux articles cosignés par soixante-seize scientifiques de six équipes du CNRS et d'universités associées, publiés dans les revues *Physical Review Letters* et *Astrophysical Journal Letters*.

Un claquement révélateur dans l'espace-temps

Depuis la toute première observation directe d'une collision de trous noirs en 2015, la collaboration internationale Ligo-Virgo a enchaîné une dizaine de [détections d'ondes gravitationnelles issues de la collision de corps compacts](#) tels que des trous noirs ou des étoiles à neutrons. À ce titre, GW190521 aurait paru presque banal si son exceptionnelle brièveté et sa complexité n'avaient mis en défaut les modèles utilisés pour analyser les précédents signaux, obligeant les chercheurs à recourir à de nouveaux algorithmes développés pour décrypter les signaux « exotiques ».

« Contrairement aux coalescences de trous noirs habituellement captées, qui ressemblent à une sorte de sifflement de plus en plus aigu, GW190521 n'a duré qu'un dixième de seconde, rappelant plutôt un claquement : nous savions dès lors que nous avions affaire à une source exceptionnellement massive, explique Nelson Christensen, directeur de recherche au CNRS et directeur du laboratoire Artemis à Nice. Le long et difficile décryptage de ce signal particulièrement complexe a fini par nous révéler beaucoup d'informations sur le déroulement du cataclysme cosmique qui l'a engendré. Même si nous ne pouvons encore totalement exclure certaines hypothèses alternatives, le scénario le plus probable est que nous sommes devant la coalescence de trous noirs la plus massive jamais observée. »



Graphique comparant la source de l'événement GW190521, première détection claire d'un trou noir de de masse intermédiaire, à celle d'autres détections réalisées par Ligo et Virgo.
©LIGO/Caltech/MIT/R. Hurt (IPAC)

Quatre records pour un même signal

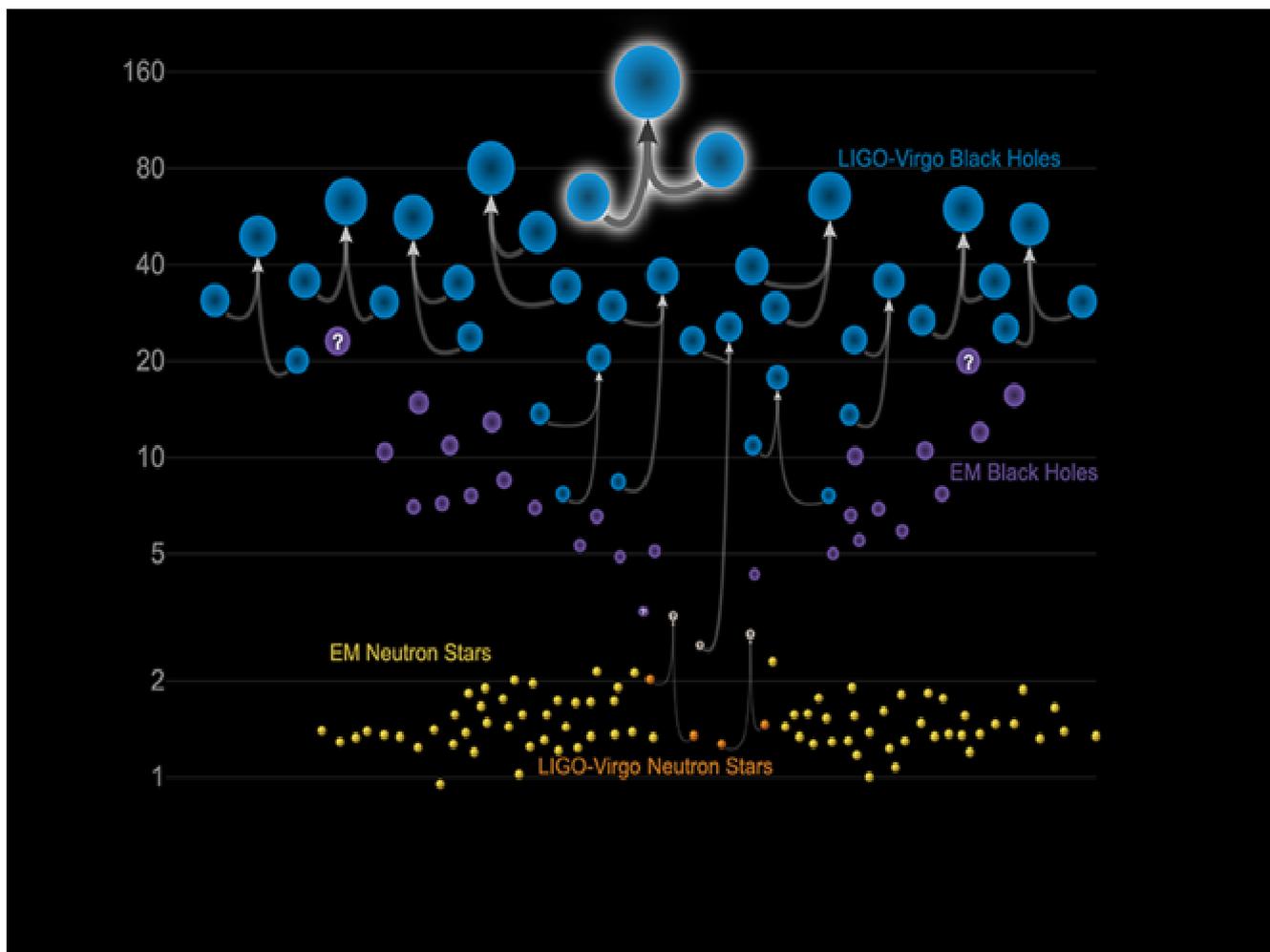
Dans ce scénario, quand l'Univers n'avait que la moitié de son âge actuel, deux trous noirs pesant respectivement 85 et 65 masses solaires sont entrés en collision, entraînant la formation d'un trou noir de 142 masses solaires et la libération d'une énergie équivalente à 8 masses solaires sous la forme d'ondes gravitationnelles. Ce sont ces ondes gravitationnelles que nos interféromètres terrestres ont fini par capter !

Un quadruple record, tant par la distance de l'événement et l'énergie libérée que par les masses estimées des trous noirs initiaux et du trou noir final. Mais au-delà des simples records, cette découverte, en bouleversant ce que l'on pensait savoir des populations de trous noirs et du cycle de vie des étoiles, relance l'espoir de résoudre l'énigme de la formation des trous noirs supermassifs comme celui qui trône au centre de notre Voie lactée.

Un chaînon manquant dans le bestiaire des trous noirs

En effet, tous les trous noirs observés ou inférés à ce jour relevaient jusqu'ici de deux populations : les trous noirs stellaires, issus de l'effondrement d'étoiles massives (trous noirs de première génération) ou de la coalescence d'autres trous noirs stellaires (trous noirs de deuxième génération) dont la masse n'excédait pas l'équivalent de quelques dizaines de Soleil ; et les trous noirs supermassifs de plus de 100 000 masses solaires. Pour expliquer la formation de ces derniers par coalescence, un chaînon manquait et on devait postuler l'existence d'une troisième population de trous noirs de masse intermédiaire, entre 100 et 100 000 masses solaires. Le problème étant que l'on n'en

avait pas jusqu'ici observé dans cette gamme de masse, que l'on a d'ailleurs longtemps appelée « le désert des trous noirs ».



Ce graphique montre les masses des trous noirs détectés par des observations électromagnétiques (en violet), des trous noirs mesurés par des observations d'ondes gravitationnelles (en bleu), des étoiles à neutrons mesurées par des observations électromagnétiques (en jaune) et des étoiles à neutrons détectées par des ondes gravitationnelles (en orange). ©LIGO-Virgo/Northwestern U./Frank Elavsky & Aaron Gelle

Avec ses 142 masses solaires, le trou noir résultant de GW190521 est ainsi le tout premier trou noir intermédiaire observé directement par un observatoire gravitationnel. « La découverte d'un trou noir de cette masse ne constitue pas en soi une révolution conceptuelle, mais moins de cinq ans après la première observation directe de trous noirs, GW190521 constitue le tout premier point de donnée d'une nouvelle phase d'exploration qui permettra d'étudier la formation des trous noirs intermédiaires et de comprendre leur éventuelle évolution en trous noirs supermassifs », précise Nelson Christensen.

Des trous noirs qui ne devraient pas exister

Encore plus intéressant pour les astrophysiciens : les masses des deux trous noirs initiaux semblent exclure qu'ils soient de première génération. En effet, le modèle d'évolution stellaire communément admis prédit qu'en raison du phénomène quantique appelé « instabilité de paires », les étoiles dont la masse du noyau d'hélium se situe

entre 65 et 130 masses solaires ne peuvent pas s'effondrer en trou noir [mais finissent en une gigantesque supernova](#) dispersant tout leur contenu dans l'espace. Le fait que l'un des deux trous noirs à l'origine de GW190521 – voire les deux – se situe pile dans cet intervalle « interdit », intrigue – et enthousiasme – les astrophysiciens qui ont déjà commencé à explorer différentes hypothèses permettant d'expliquer leur formation : sont-ils issus de la fusion d'autres trous noirs ? S'agit-il de trous noirs primordiaux formés peu après le big bang ? Ou doit-on tout simplement revoir nos modèles d'évolution stellaire ?

Yaroslav Pigenet

**À BIENTÔT SUR TERRE
L'AAFC**