



contact@aafc.fr

www.aafc.fr

Lettre Astro n°71 Novembre – Décembre 2020

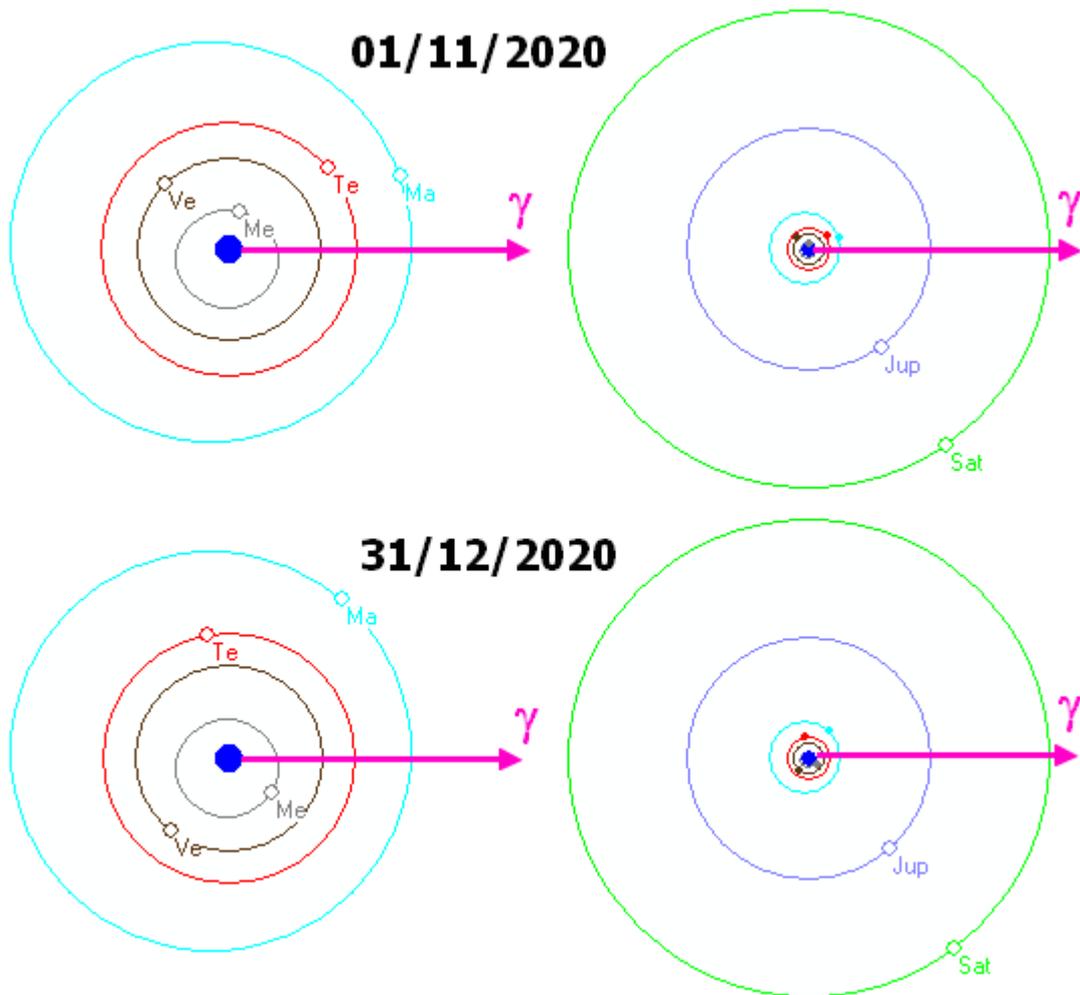
Nous sommes désolés de vous dire que, les prochaines soirées publiques gratuites d'observation seront assurées tous les premiers mardis de chaque mois **après le 1^{er} décembre**, sauf en cas du maintien des restrictions sanitaires.

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

LES PLANÈTES EN NOVEMBRE – DÉCEMBRE :

- **MERCURE :** Dès le début du mois de novembre nous pouvons la trouver dans notre ciel du matin sur l'horizon **SSE** plus d'une heure avant le lever du Soleil. Passant à son élongation maximale le 10 de ce mois elle brille alors à une hauteur de 5°. Se rapprochant ensuite du Soleil, elle devient progressivement plus difficile à observer et on la perd en décembre car elle passe en conjonction supérieure le 20.
- **VÉNUS :** Bien que son éclat ait été divisé par deux depuis la période estivale, elle reste le plus bel objet de notre ciel du matin. Se levant trois heures avant le Soleil début novembre elle brille sur l'horizon **ESE**. En décembre elle se rapproche du Soleil et ne se lève plus qu'une heure et demie avant ce dernier le 31/12.
- **MARS :** Visible à plus de 40° de hauteur dès le coucher du Soleil et une grande partie de la nuit, elle présente un éclat proche de celui de Jupiter. Elle se distingue cependant facilement de cette dernière du fait de sa coloration rougeâtre. Cependant elle perd petit à petit de sa luminosité car dans le grand manège planétaire, la Terre prend progressivement de l'avance et laisse derrière elle la planète rouge.

- **JUPITER** : Se couchant en début de période plus de quatre heures après le Soleil elle brille dans le Sagittaire à une vingtaine de degrés au dessus de l'horizon **SS0**. Elle se rapproche progressivement de Saturne et passe en conjonction serrée (6' d'écart) avec elle le 21 décembre. C'est le rapprochement des deux objets le plus étroit depuis celui du 17 juillet 1623.
- **SATURNE** : Proche de Jupiter – mais dix fois moins brillante – et à l'Est de la planète géante elle occupe également une partie importante de nos nuits.



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 voyons que :

- Sur la période considérée, nous constatons que les planètes Jupiter et Saturne sont, pour la Terre, dans des directions voisines qui se rapprochent de celle du Soleil. Nous pouvons donc en déduire que ces deux planètes sont proches de leur conjonction supérieure (24/01/2021 pour Saturne et 29/01/2021 pour Jupiter) et

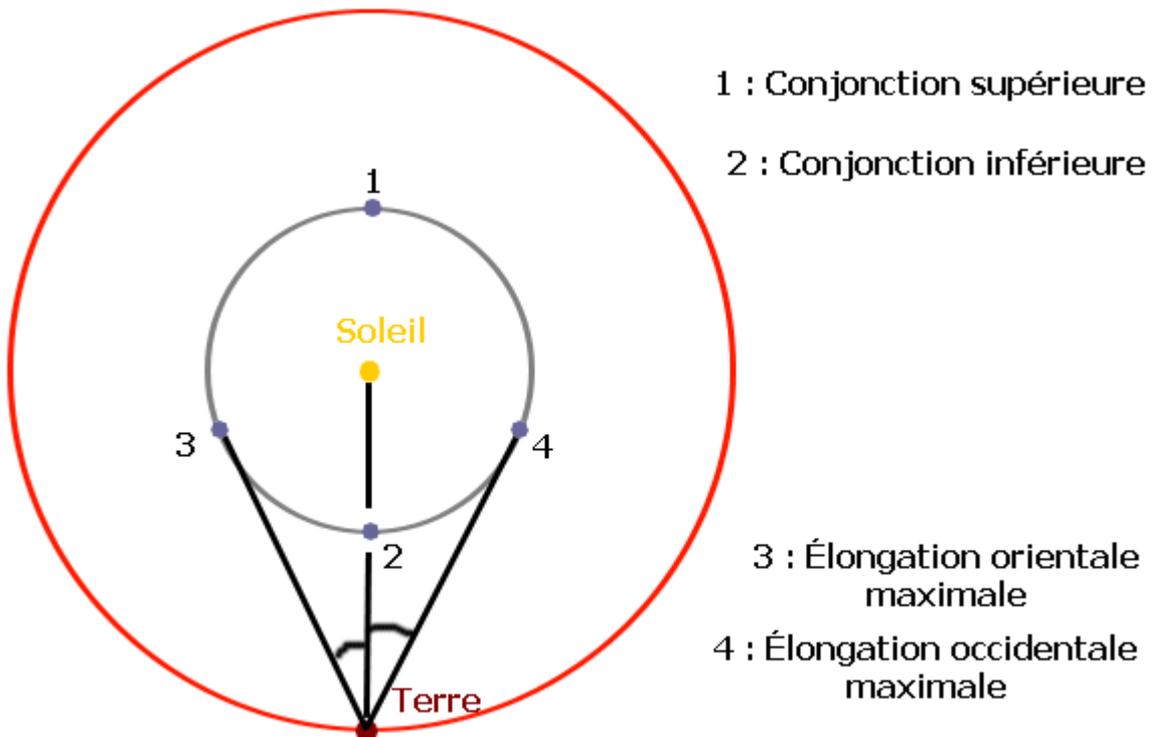
qu'elles disparaîtront bientôt de notre ciel pour quelques semaines. En traçant les directions (Terre, Jupiter) et (Terre, Saturne) sur les deux schémas nous pouvons également constater que, vu depuis notre planète, Jupiter a « doublé » Saturne entre les dates de début et de fin de période.

- 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 Vénus ici) sinon, si elle est à « gauche », ce sera le soir (cas de Mars 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)

- **02 novembre** : Conjonction entre la Lune, Aldébaran et les Pléiades en début de soirée sur l'horizon **E** (distance angulaire $7^{\circ}/6^{\circ}$).
- **09 novembre** : Mercure atteint son élongation occidentale maximale de $19,1^{\circ}$.



- **12 novembre** : Maximum d'activité de l'essaim des Taurides Nord (radiant¹ dans les Pléiades) avec, en moyenne, 5 « étoiles filantes » à l'heure. Les astronomes associent ces poussières à la comète de Encke découverte en 1786 par l'astronome français Pierre Méchain.

¹ Le radiant d'un essaim de météorites est la région de la voûte céleste où semblent converger le prolongement des traces lumineuses laissées par les poussières se consumant dans l'atmosphère terrestre.

- **13 novembre** : Conjonction entre la Lune (fin de lunaison) et Vénus en fin de nuit sur l'horizon **ESE** (séparation angulaire de 4°) à partir de 6h. Mercure est alors visible un peu en dessous.
 - **16 novembre** : Conjonction entre Vénus et Spica (α de la Vierge) sur l'horizon **ESE** (distance angulaire de 4°) observable un peu avant le lever du Soleil.
 - **17 novembre** : Maximum d'activité de l'essaim des Léonides (émanant de la constellation du Lion visible en deuxième partie de la nuit) avec, en moyenne, 15 « étoiles filantes » à l'heure mais ce taux peut monter exceptionnellement à 100. Se produisant cette année alors que la Lune vient juste de passer la nouvelle lune l'observation de ce maximum ne sera pas gênée.
 - **19 novembre** : Conjonction entre la Lune, Jupiter et Saturne sur l'horizon **SSO** (distance angulaire $5^\circ / 3,5^\circ$) un peu après le coucher du Soleil.
 - **21 novembre** : Maximum d'activité de l'essaim des α Monocérotides (constellation de la Licorne) avec un taux horaire qui, certaines années, a atteint plusieurs centaines d'« étoiles filantes » à l'heure.
 - **26 novembre** : Conjonction entre la Lune et Mars en première partie de nuit sur l'horizon **SSE** (séparation angulaire de 5°).
 - **29 novembre** : Conjonction entre la Lune et les Pléiades en début de soirée sur l'horizon **E** (distance angulaire $7,5^\circ$).
-
- **02 décembre** : Maximum d'activité de l'essaim des Phœnicides (constellation d'Eridan), avec un taux horaire très variable. L'observation des étoiles filantes correspondants à cet essaim sera malheureusement gênée cette année par une Lune proche de sa phase pleine.
 - **06 décembre** : Conjonction entre la Lune et Régulus (α du Lion) en milieu de nuit (distance angulaire 5°).
 - **08 décembre** : Maximum d'activité de l'essaim des Monocérotides (constellation de la Licorne), correspondant aux résidus laissés sur sa trajectoire par la comète C/1917 F1 Mellish qui repasse au voisinage de la Terre tous les 145 ans. Le taux horaire moyen est faible et en 2020 la Lune proche de son dernier quartier pourrait constituer une gêne sensible pour les observations, mais elle ne se lève qu'à un heure du matin.
 - **10 décembre** : Conjonction entre la Lune et Spica (α de la Vierge) sur l'horizon **ESE** (distance angulaire de 9°) observable en seconde partie de nuit.

- **12 décembre** : Conjonction entre la Lune (en fin de lunaison) et Vénus en fin de nuit sur l'horizon **SE** (séparation angulaire de $7,5^\circ$) un peu avant le lever du Soleil.
- **14 décembre** : Maximum d'activité des Géminides (constellation des Gémeaux), correspondant à l'astéroïde 3200 Phaéon. Le taux horaire peut atteindre plus d'une centaine les meilleures années. En 2020 nous serons peu après la nouvelle lune, ce qui favorisera les observations.
- **15 décembre** : Maximum d'activité des Comae Bérénicides (constellations de la chevelure de Bérénice). Le taux horaire moyen est de quelques unités. Là encore, la Lune proche de la nouvelle lune ne gênera pas les observations.
- **17 décembre** : Conjonction en début de nuit sur l'horizon **E** entre la Lune (en tout début de lunaison) Jupiter et Saturne (séparation angulaire entre la Lune et ces planètes de 7°). On entre dans une période où Jupiter « double » Saturne : ici les deux planètes ont un écart angulaire très faible de $0,5^\circ$.
- **21 décembre** : Solstice d'hiver à 11h 19min. La déclinaison du Soleil atteint sa plus forte valeur négative ($-23^\circ 27'$ par rapport à l'équateur céleste) et la durée du jour est, dans notre hémisphère, la plus courte.
- **21 décembre** : Conjonction très serrée entre Jupiter et Saturne (distance angulaire de $0,1^\circ$) en tout début de soirée sur l'horizon **SO**. Malheureusement le spectacle se déroulera à une faible hauteur et risque d'être difficile à observer si on ne dispose pas d'un horizon bien dégagé.



- **22 décembre** : Maximum d'activité des Ursides (constellation de la Petite Ourse) correspondant aux poussières laissées sur sa trajectoire par la comète 8P Tuttle. Le taux horaire moyen est de 10 à 50. Étant à proximité du premier quartier lunaire, l'éclat de notre satellite pourrait être une gêne.
- **23 décembre** : Conjonction entre Vénus et Antarès (α du Scorpion) sur l'horizon **ESE** (distance angulaire de $5,5^\circ$) observable juste avant le lever du Soleil.
- **23 décembre** : Conjonction entre la Lune et Mars sur l'horizon **SE** (distance angulaire de 6°) observable peu après le coucher du Soleil.
- **24 décembre** : L'équation du temps² est nulle.

AUTRE CURIOSITÉ DANS L'ACTUALITÉ : Bennu et OSIRIS-REx

La mission OSIRIS-REx est un programme de la NASA conçu pour étudier un astéroïde et rapporter des échantillons de matériaux sur Terre. Plus précisément son objectif principal était de collecter un échantillon de matière d'au moins 60 g à la surface de Bennu³, un astéroïde carboné se déplaçant dans l'environnement proche de la Terre, et de le ramener sur notre planète pour une analyse détaillée. Ceci devrait permettre aux scientifiques d'en apprendre davantage sur la genèse et l'évolution du Système solaire, sur les étapes initiales de formation des planètes et sur l'origine des composés organiques ayant conduit à l'apparition de la vie sur Terre. En cas de succès, OSIRIS-REx sera le premier vaisseau spatial américain à rapporter des échantillons depuis un astéroïde. La sonde japonaise Hayabusa avait retourné des échantillons de l'astéroïde Itokawa en 2010 et Hayabusa2 reviendra de Ryugu avec sa cargaison en décembre 2020, c'est à dire le mois prochain !

C'est la troisième mission d'exploration planétaire conduite dans le cadre du programme New Frontiers, après Juno, en orbite autour de Jupiter depuis 2016, et New Horizons qui a survolé Pluton le 14 juillet 2015 puis Arrokoth le 1^{er} janvier 2019 à près de 5 milliards de kilomètres de la Terre.



101955 Bennu est un astéroïde carboné du groupe Apollo découvert par le projet LINEAR le 11 septembre 1999. Il est nommé en référence à Bennu, l'oiseau mythologique de l'Égypte antique qui est associé au Soleil, à la création et à la renaissance. Il s'agit d'un objet potentiellement dangereux pour notre planète et il figure en seconde position sur le tableau des risques Sentry qui recense les objets ayant un risque d'impact non négligeable sur l'échelle de Palerme⁴ : il a une chance cumulée de 1 sur 2700 de nous percuter entre 2175 et 2199. Ses caractéristiques sont résumées dans le

² Voir dans les n° 58 et 59 les explications à propos de l'équation du temps.

³ OSIRIS est l'acronyme de « **O**rigins-**S**pectral **I**nterpretation **R**esource **I**dentification **S**ecurity **R**egolith **E**xplorer » mais le terme fait aussi référence au dieu égyptien Osiris qu'on associe souvent à la divinité Bennu, oiseau de la résurrection, du renouveau qui est devenu plus tard chez les Grecs le phénix.

⁴ Voir les compléments sur les astéroïdes à la fin de l'article.

tableau suivant :

| Caractéristiques de l'orbite | |
|--|-------------------------|
| Demi-grand axe | 1,13 UA |
| Excentricité | 0,2 |
| Période de révolution | 1,2 année |
| Caractéristiques physiques | |
| Rayon moyen | 250 m |
| Période de rotation | 4,3 h |
| Albedo | 0,044 |
| Densité (voir note 4) | 1,2 g/cm ³ |
| Gravité ($g_T = 9,81 \text{ m/s}^2$) | $6,3 \cdot 10^{-6} g_T$ |

Il a été choisi comme cible d'étude car il s'agit d'une « capsule temporelle » de la naissance du Système solaire, c'est à dire que son état n'a pratiquement pas changé depuis 4,5 milliards d'années. Benuu a une surface très sombre et est classé comme un astéroïde de type B, un sous-type d' astéroïdes carbonés de type C, formant une famille d'objets considérés comme « primitifs », c'est à dire ayant subi peu de changements géologiques depuis leur formation. En particulier, Benuu a été sélectionné en raison de la possibilité d'y trouver de la matière carbonée vierge, un élément clé des molécules organiques nécessaires à la vie et représentatif de la matière contenu dans le Système solaire et antérieure à la formation de la Terre. Des molécules organiques, telles que les acides aminés, ont déjà été découverts dans des échantillons de météorites et de comètes, ce qui indique que certains ingrédients nécessaires à la vie peuvent être naturellement synthétisés dans l'espace.

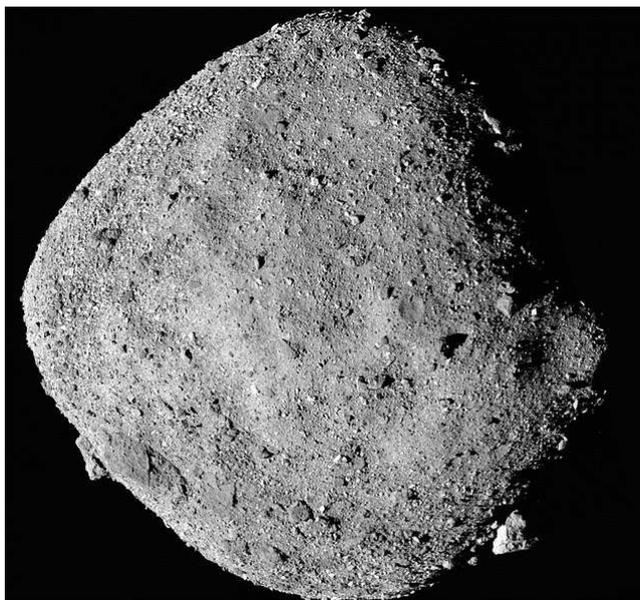


Image en mosaïque de Benuu constituée de 12 images collectées le 2 décembre 2018 par OSIRIS-REx à une distance de 24 km.

La sonde OSIRIS-REx (masse au départ de 2 110 kg) a été lancée le 8 septembre 2016 depuis Cap Canaveral à l'aide d'une fusée Atlas V. Elle a survolé la Terre le 22 septembre 2017 pour profiter d'un effet de fronde gravitationnelle afin de lui permettre de se lancer à la poursuite de Benuu qu'elle a atteint le 3 décembre 2018. Après l'avoir accompagné dans sa ronde autour du Soleil à une distance d'environ 6,5 km pendant les quelques jours nécessaires à la vérification de tous les systèmes embarqués et pour affiner davantage nos connaissances de la forme de Benuu et de sa trajectoire, elle s'est mise en orbite le 31 décembre 2018 à environ 1,7km⁵. À la fin de cette étude

⁵ Sur cette orbite il faut à la sonde environ 57 heures pour parcourir un tour complet autour de l'astéroïde à la vitesse de 220 m/h ! Par la suite, l'engin spatial, maintenu une altitude de 680 mètres, effectuait une orbite toutes les 22 heures.

détaillée, le vaisseau spatial s'est placé sur une orbite d'un rayon de moins de 1 km. Il a employé les mois suivants à cartographier photographiquement la surface de l'objet et à analyser la surface à l'aide de ses trois spectromètre embarqués. Les résultats de ces études ont ensuite été utilisés par l'équipe de la mission pour sélectionner le site sur lequel devra être prélever un échantillon de la surface de l'astéroïde. La NASA a pu sélectionner les quatre sites potentiels en août 2019 qui ont été dénommés Nightingale, Kingfisher, Osprey et Sandpiper et le 12 décembre 2019 a été annoncé que Nightingale avait été sélectionné comme site d'échantillonnage principal et Osprey comme site de sauvegarde. Tous deux sont situés dans des cratères, Nightingale près du pôle nord de Bennu et Osprey près de l'équateur.

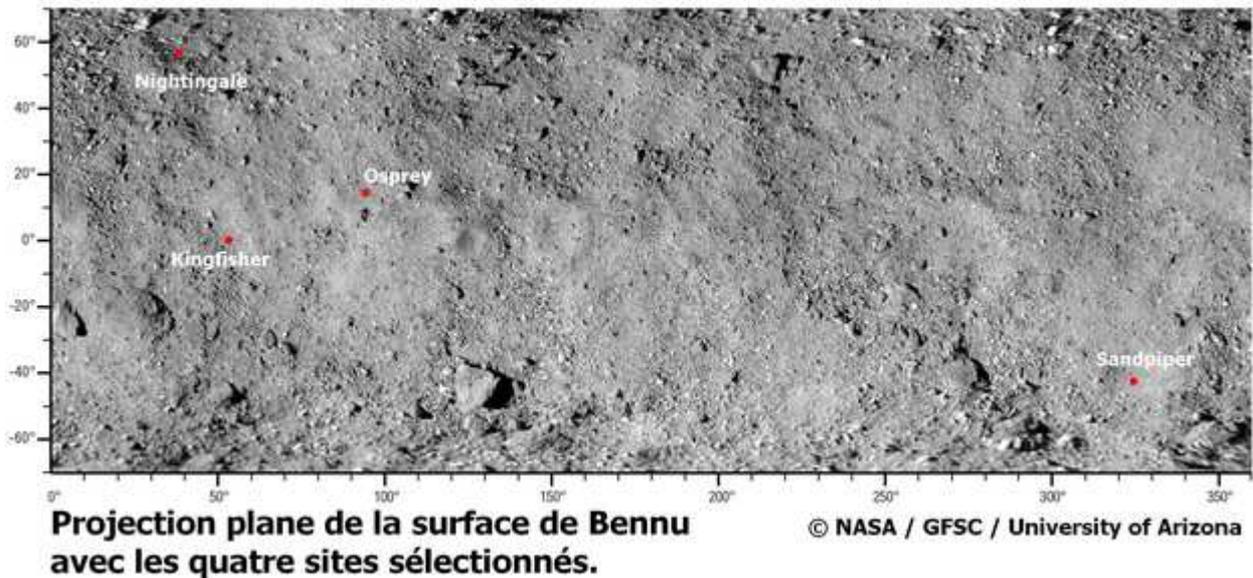
Le plans initial de la NASA était d'effectuer la première tentative de récolte d'échantillons le 25 août 2020 après deux répétitions partielles de l'opération. Au cours de ces dernières les panneaux solaires ont été relevés dans une configuration en forme de Y⁶ pour minimiser le risque d'accumulation de poussière lors de l'approche et fournir une plus grande garde au sol au cas où le vaisseau spatial basculerait pendant le contact. Le 15 avril 2020, la première est exécutée avec succès sur le site d'échantillonnage Nightingale. L'exercice amène OSIRIS-REx à 65 m de la surface avant d'effectuer une manœuvre de recul. Une deuxième répétition est achevée avec succès le 11 août 2020, amenant la sonde à 40 m de la surface. Il s'agissait de la dernière répétition avant la collecte des échantillons reporté au 20 octobre 2020.



À 321 millions de km les opérations ont commencé à 22h 13 (TU). La descente a été très lente – environ quatre heures - afin de minimiser l'effet des tirs des rétro-fusées avant le contact pour réduire la contamination de la surface de l'astéroïde par l'hydrazine des propulseurs. La NASA a confirmé par des images prises pendant

⁶ Comme on peut le voir sur l'image ci dessus, dans cette configuration, la sonde prend une allure d'oiseau à l'image de l'animal mythologique Bennu.

l'échantillonnage que le bras de prélèvement avait bien touché la surface de Bennu : le vaisseau spatial avait atterri à moins de 1 m de l'emplacement ciblé ! Au moment du contact avec la surface, un jet d'azote gazeux a été libéré qui était destiné à souffler des particules de régolithe⁷ de moins de 2 cm dans la tête de récupération à l'extrémité du bras robotisé. Un minuteur de cinq secondes limitait le temps de collecte pour atténuer le risque de collision. Une fois le temps écoulé, la manœuvre de recul a été exécutée pour un retour sûr en orbite autour de l'astéroïde.



Mais la dernière opération à réaliser a été particulièrement délicate : il s'agissait de transférer la matière récupérée par le bras de prélèvement dans le conteneur prévu pour la rapporter sur Terre. La procédure de transfert, initialement programmée pour début novembre, a dû être accélérée après la collecte des échantillons lorsque l'équipe de la mission a reçu des images montrant que la tête du collecteur débordait de matériau : la récolte avait été « trop » abondante ! Les images indiquaient que la sonde avait recueilli beaucoup plus de matériau que les 60 g initialement prévu et que certaines de ces particules semblaient s'échapper lentement de la tête ! Un volet en mylar conçu pour maintenir l'échantillon à l'intérieur de la tête semblait être coincé par de gros grains rocheux. Afin d'éviter une nouvelle perte de l'échantillon au niveau du volet, la NASA a alors annulé la manœuvre de rotation précédemment prévue pour déterminer la masse de l'échantillon et commencé une longue procédure constituée de nombreuses étapes vérifiées individuellement et permettant de sécuriser les échantillons dans la capsule de retour. Après deux jours de sueurs froides et la perte de quelques dizaines de grammes de matériaux – sur les plusieurs centaines de grammes probablement récupérés – tout est rentré dans l'ordre et la suite de la mission pouvait reprendre.

L'équipe OSIRIS-REx se prépare maintenant pour la prochaine phase de la mission, le voyage de retour sur Terre. La fenêtre de départ s'ouvre en mars 2021 et le 24 septembre 2023, la capsule scellée contenant les précieux échantillons récoltés devrait rentrer dans l'atmosphère terrestre et atterrir sous un parachute au centre de test et d'entraînement de l'armée de l'air américaine dans l'Utah. Le stockage terrestre des

⁷ Il s'agit des matériaux constituant la surface d'un objet. Elle est produite par la dégradation sur place des roches sous-jacentes due à l'impact des météorites et du vent solaire à la surface de cet objet.

échantillons se fera à la Direction des sciences de la recherche et de l'exploration des astromatériaux, ou ARES, de la NASA et au centre extraterrestre de conservation des échantillons du Japon. La distribution aux laboratoires qui en feront la demande sera organisée sous la responsabilité d'ARES.

Compléments sur les astéroïdes

Ce sont des objets de petite taille – le plus grand Cérés⁸ a un diamètre moyen de 952 km – en orbite autour du Soleil à une distance comprise, pour la plupart, entre 2 et 5 UA. Ils constituent ce que l'on appelle communément la « ceinture d'astéroïdes⁹ » et on estime leur nombre à plus d'un million. Ces corps sont très différents les uns des autres pour de nombreux facteurs : forme, couleurs, albédo¹⁰, période de rotation, densité, composition. C'est cette dernière information qui est utilisée pour les classer en plusieurs types : type C pour « carbonés » qui représentent un peu moins de 50% de la population ; type S (de l'anglais « Stony », pierreux) représentant 35% ; type M (métallique) avec 3%. Le reste est formé d'objets différenciés ou n'étant pas encore classés. Cette composition est estimée d'après leur spectre optique de la lumière réfléchiée. Mais ce dernier ne correspond qu'à la composition de leur surface. Cette classification est donc insuffisante car le type spectral d'un astéroïde ne garantit pas sa composition interne. La densité est également un paramètre intéressant car elle fournit des renseignements précieux sur la structure interne des objets. Benuu, avec une densité de 1,2 g/cm³ voisine de celle de l'eau, est donc un objet très peu compact ayant une structure en « tas de gravats » et sa cohésion est essentiellement due aux forces gravitationnelles attractives.

Il existe également un autre type de classification intéressant qui se place du point de vue de la dynamique, c'est à dire tenant compte du type d'orbites parcourues, de leur stabilité et de leur évolution. Cette autre organisation des caractéristiques des astéroïdes montre qu'il existe une distribution particulière de ces derniers : pour certaines valeurs du demi-grand axe de leur orbite il n'existe aucun objet (lacunes de Kirkwood) alors que pour d'autres il y en a une accumulation. Pour le premier cas, cette absence est en lien avec Jupiter qui réorganise les orbites des petits objets en « vidant » les zones pour lesquelles la période de révolution est en rapport simple avec la sienne. Pour le second, il est probable qu'il s'agisse des restes de gros objets détruits par des collisions à grande vitesse et réduits en un grand nombre de fragments ayant conservé leur orbite.

Il existe enfin des familles qui nous intéressent particulièrement ; il s'agit de celles des objets ayant des orbites dont le demi-grand axe est proche de 1 UA. Trois groupes retiennent notre attention : Apollo, Amor et Aten. Dans ces derniers, certains des objets ont une orbite qui les conduit à croiser celle de la Terre ; on les appelle géocroiseurs. Benuu appartient à la première de ces familles et doit donc être suivi avec

⁸ C'est le premier à avoir été découvert le 01/01/1801 par G. Piazzi.

⁹ Au delà de Neptune il existe d'autres petits objets que l'on a quelquefois désignés par le terme d'astéroïdes mais ça n'est plus le cas aujourd'hui car il est très probable que leur origine et leur formation sont différentes.

¹⁰ L'albédo caractérise le pouvoir réfléchissant d'une surface, c'est-à-dire le rapport de l'énergie lumineuse réfléchiée à l'énergie lumineuse incidente. Par exemple celui des mers lunaires est de 0,05.

attention car, de la taille de « l'Empire State Building », il présente un réel danger en cas de collision avec notre planète. Ce type de risque est aujourd'hui pris en compte et fait l'objet d'un programme mondial appelé Sentry. C'est un système de surveillance des collisions totalement automatisé qui explore continuellement le catalogue d'astéroïdes le plus récent pour y détecter les possibilités d'impact futur avec la Terre au cours des cent prochaines années. Chaque fois qu'un impact potentiel est détecté, il est analysé et les résultats immédiatement publiés avec sa position sur l'échelle de Palerme qui permet de classer les objets sur une échelle de dangerosité qui tient compte des fréquences de passage à proximité de la Terre, de l'énergie mise en jeu dans le choc et de la probabilité d'impact.

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.

**À BIENTÔT SUR TERRE
L'AAFC**