

A LA DECOUVERTE D'HAYABUSA

MATTHIEU NG FUK CHONG ; ETIENNE FRUMENCE, AURORE VAITINADAPOULE ; MATTHIEU DRULA ; MURIELLE GRONDIN

Hayabusa (du japonais 隼, « faucon pèlerin ») (ou MUSES-C) est une sonde spatiale de l'Agence d'exploration aérospatiale japonaise (JAXA), ayant pour objectif l'étude du petit astéroïde Itokawa et la validation de plusieurs techniques d'exploration robotique innovantes. Pour sa mission la sonde, embarque plusieurs instruments scientifiques ainsi qu'un atterrisseur de petite taille. L'objectif le plus ambitieux du projet est le retour sur Terre d'un échantillon de quelques grammes prélevés sur le sol de l'astéroïde.

Historique

26 septembre 1998 : Découverte de l'astéroïde Itokawa

9 mai 2003 : Lancement de la sonde depuis le Centre spatial de Kagoshima au Japon

19 novembre 2005 : la sonde atteint Itokawa et étudie ses caractéristiques

Été 2007 : Date d'arrivée initialement prévue de la sonde sur Terre

13 juin 2010 : Atterrissage de la capsule sur le sol australien

Caractéristiques techniques

La sonde a la forme d'un parallélépipède rectangle long et large de 1,5 mètres et haut de 1,05 mètre. La sonde japonaise qui pèse au lancement 530 kg emporte 50 kg de carburant utilisé par ses moteurs chimique et 65 kg de xénon utilisé par les moteurs ioniques. La propulsion principale de la sonde est assurée par quatre moteurs ioniques $\mu 10$ japonais (IES) et dont le développement a débuté il y a 15 ans.

Plusieurs instruments scientifiques équipent la sonde : une caméra dotée d'un objectif télescopique, un spectromètre conçu pour étudier les rayons X émis par l'astéroïde, et un spectromètre à infrarouge.

Deux panneaux solaires se déploient de chaque côté de la sonde et fournissent l'électricité primordiale pour la propulsion ionique. La communication avec la terre est assurée par une antenne parabolique. Sur la face opposée à l'antenne principale, un cornet long d'un mètre et comportant à sa partie inférieure une ouverture de 40 centimètres de diamètre doit permettre la récupération des échantillons du sol de l'astéroïde.

Le système de navigation et de guidage autonome utilisent des systèmes de mesure optique. Compte tenu de l'éloignement de l'astéroïde durant les tentatives d'atterrissage, il s'écoule 40 minutes entre deux échanges avec la Terre. La sonde doit donc être en grande partie autonome pour mener à bien l'atterrissage et la récupération de l'échantillon.

Le coût de la sonde Hayabusa est estimé à 12 milliards de yens (environ 107 millions €).

Voyage

La sonde Hayabusa est lancée le 9 mai 2003 par une fusée M-V, et l'équipe de la JAXA choisit de faire parcourir une orbite autour du Soleil par la sonde au cours de laquelle Hayabusa acquiert de la vitesse grâce à ses moteurs ioniques puis d'utiliser la Terre comme tremplin pour parvenir à l'astéroïde.

Les moteurs ioniques sont utilisés sans interruption entre le 27 mai et mi-juin 2003. Fin 2003, une tempête solaire endommage les panneaux solaires. La perte de puissance électrique réduit la poussée maximale des moteurs ioniques ce qui entraîne un retard de plusieurs mois. L'arrivée sur l'astéroïde doit désormais avoir lieu en septembre 2005 alors que le retour vers la Terre est planifié, pour des raisons de mécanique spatiale, en novembre 2005.

Jusqu'à son arrivée à proximité de l'astéroïde les moteurs ioniques sont utilisés en permanence avec des interruptions de 3 jours par mois destinées à recalculer sa position. Les moteurs chimiques sont sollicités lorsqu'il faut effectuer des corrections rapides de trajectoire.

En décembre 2004 alors que Hayabusa atteint le point de son orbite le plus éloigné du Soleil (1,7 UA), seul un moteur fonctionne. Le 31 juillet 2004, une des trois roues de réaction qui maintient l'orientation de la sonde tombe en panne.

La sonde atteint son objectif le 12 septembre 2005. Une fois sur place, Hayabusa se place sur une orbite héliocentrique en restant à proximité de l'astéroïde, ce qui lui permet d'effectuer de nombreuses observations scientifiques. Ces informations vont être utilisées pour repérer les sites permettant d'effectuer les prélèvements d'échantillons.

Le 2 octobre, la sonde perd une deuxième roue de réaction, l'obligeant à utiliser ses propulseurs chimiques pour contrôler son orientation.

Le 3 novembre, la sonde se rapproche à 3 km pour effectuer ses tentatives de descente sur le sol d'Itokawa. En raison de la distance entre l'astéroïde et la Terre, il est impossible pour les contrôleurs de la mission de piloter la sonde en temps réel. Ils peuvent cependant ordonner de suspendre la descente en cas de détection d'une anomalie.

Le 19 novembre, la première tentative de prélèvement d'échantillons a lieu. La sonde touche le sol d'Itokawa à 20h40 TU avant de rebondir une première fois et de

reprandre contact avec le sol à 21h10 puis à 21h30 TU, où elle se stabilise à 30 m du réflecteur.

La sonde n'a pu effectuer son prélèvement, il semble qu'elle se soit posée de guingois sur la tranche des panneaux solaires. Après un séjour d'environ 30 minutes sur le sol d'Itokawa, elle reçoit un signal commandant l'interruption de la mission qui avait été transmis par le centre de contrôle de la JAXA lors de la perte de communication. La sonde s'écarte alors de l'astéroïde, puis stationne à environ 100 km d'Itokawa.

Le 25 novembre la sonde effectue une seconde tentative de prélèvement. L'analyse de la télémétrie semble indiquer qu'elle a effectué un prélèvement et que deux projectiles ont été tirés. La sonde a l'air en bon état, mis à part certains de ses propulseurs, qui ne semblent pas fonctionner correctement. Il est probable que le cornet de prélèvement n'ait rien collecté.

Après avoir passé plusieurs mois à étudier Itokawa, il était prévu que la sonde s'éloigne de l'astéroïde dans la première moitié du mois de décembre 2005, afin de revenir vers la Terre, qu'elle aurait ainsi atteint durant l'été 2007. Une fuite de carburant survenue le 26 novembre modifie l'orientation de la sonde ce qui désaligne l'antenne normalement tournée vers la Terre et entraîne l'interruption des communications avec les contrôleurs de la mission. La Jaxa parvient début 2006 à restaurer les communications et à stabiliser la sonde. Les propulseurs chimiques ont perdu tout leur carburant et 4 des 11 batteries lithium-ion sont hors service. Il subsiste toutefois suffisamment de xénon pour fournir les 2,2 km/s nécessaires pour revenir vers la Terre. Le plan de mission est modifié pour permettre un retour de la sonde sur Terre à l'été 2010.

Un troisième moteur ionique tombe en panne en novembre 2009. Le dernier propulseur en état de marche ne permettant pas de ramener seule la sonde, les ingénieurs de la JAXA parviennent à combiner les composants de deux propulseurs défectueux pour en former un nouveau en état de marche.

Le 13 juin vers 14 heures TU la capsule, qui est attachée sur la sonde, effectue son retour sur Terre. La trajectoire de la sonde a été calculée de manière à ce que la capsule atterrisse sur le terrain d'essais militaires de Woomera en Australie.



La capsule de la sonde spatiale japonaise Hayabusa est récupérée en Australie, le 14 juin 2010.

La rentrée atmosphérique s'est déroulée comme prévu et la capsule est repérée par les équipes de la JAXA peu après son atterrissage. Elle a été rapatriée dans les laboratoires de l'agence spatiale au Japon le 18 juin 2010, où son contenu éventuel va être analysé.

Perspectives

Les mesures effectuées depuis le sol avaient permis de connaître avec précision certaines des caractéristiques d'Itokawa. Les données transmises par la sonde ont permis de préciser ses dimensions, sa période de rotation et l'orientation de son axe de rotation qui est pratiquement perpendiculaire à l'écliptique. Les mesures effectuées avec les spectromètres ont montré que les matériaux en surface ont une composition identique à ceux d'une chondrite. La densité mesurée par la sonde spatiale est de 1,9 g/cm³ ce qui indique une porosité de 40% : l'astéroïde comprend donc de grandes lacunes. L'explication proposée par les scientifiques japonais est qu'Itokawa est un empilement de corps plus petits résultant par exemple de l'éclatement d'un astéroïde de grande taille à la suite d'une collision.

Les photos prises par la sonde en septembre 2005 montrent un objet de forme patatoïde, qui résulte sans doute du rapprochement entre deux astéroïdes de plus petite taille.

Les astéroïdes soulèvent une attention croissante pour la tendance de certains d'entre eux à se rapprocher périodiquement de notre Terre, voire à croiser son orbite. En janvier dernier, l'un d'entre eux était ainsi passé à 130 000 km de notre globe, trois fois plus près que la Lune. Leur surveillance, voire la possibilité de détourner leur course ou même de détruire ceux qui risqueraient de heurter notre planète figurent aujourd'hui parmi les projets ou les réflexions des agences spatiales. Tandis que l'exploitation de métaux rares, qui pourraient se trouver sur ces micro-astres, est également évoquée. Ceux-ci passionnent précisément les chercheurs, car ils y voient des vestiges de la matière originelle du Système solaire, des fossiles célestes. Ainsi Hayabusa est une tentative d'étude de ces corps célestes et permettra peut-être de dévoiler d'autres secrets.

Sources

- http://fr.wikipedia.org/wiki/Hayabusa_%28sonde_spatiale%29#D.C3.A9veloppement_et_lancement_.281995-2003.29
- http://www.google.com/hostednews/afp/article/ALeqM5gRcv9i7PYw5o_gV7yd439BAK59aA
- http://fr.wikipedia.org/wiki/Ast%C3%A9ro%C3%AFde_Ito_kawa
- <http://nssdc.gsfc.nasa.gov/nmc/masterCatalog.do?sc=2003-019A>
- http://www.isas.jaxa.jp/e/topics/2010/image/0514/press_kit_hayabusa_e.pdf
- http://www.astronomia.edu.uy/cospar2007/material/6%20-%20Makoto%20Yoshikawa%20-%20Asteroid%20Itokawa/Uru2007_haya_yoshikawa.pdf