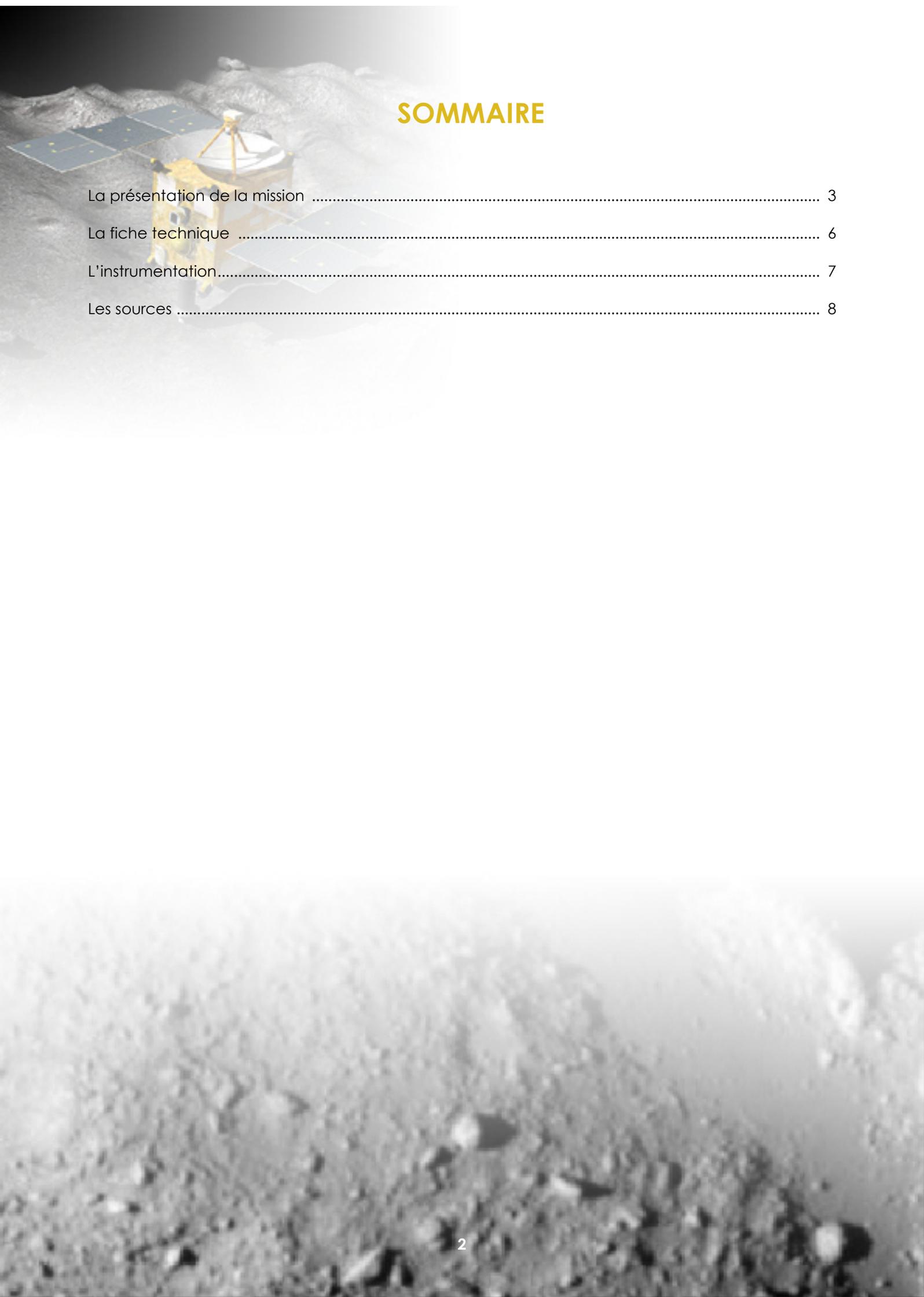


# HAYABUSA

*Retour sur Terre d'une mission ambitieuse*



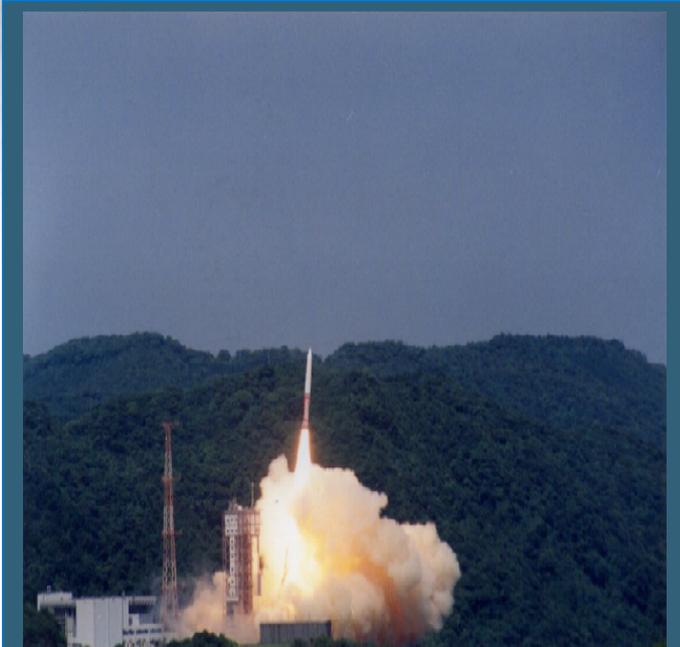
A rover with solar panels is shown on a rocky, cratered surface, likely representing a lunar or planetary environment. The rover is yellow and white, with two large solar panels extended. The background shows a hazy, rocky horizon under a bright sky.

# SOMMAIRE

La présentation de la mission .....	3
La fiche technique .....	6
L'instrumentation.....	7
Les sources .....	8

# HAYABUSA

## LA PRESENTATION DE LA MISSION



Le 09 mai 2003, M-V donne le coup d'envoi de la mission Hayabusa après le lancement réussi de la sonde du même nom – Photo Jaxa

Les premières études d'une mission de récolte d'échantillons d'astéroïde remonte au milieu des années 80. La cible choisie à cette époque était l'astéroïde Anteros découvert en 1973. Si dans un premier temps les études sont mises en sommeil, l'exploration des astéroïdes n'est pas mise de côté pour autant. L'ISAS (Institute of Space Astronautical Science) crée un groupe avec la Nasa pour la mise au point de quelques missions. De ce groupe naîtront les Stardust et autre NEAR.

A partir de 1995, la mission entre dans le concret avec la sélection de deux cibles potentielles. Le premier choix se porte sur l'astéroïde Nereus. Dans le cas où la sonde ne pourrait pour une raison ou une autre atteindre cet objectif, une seconde cible est choisie. Dans la première phase de développement de la mission, il semble que Nereus ne puisse être atteint par la sonde Hayabusa. Nereus cède sa place à 1989 ML

qui était le second choix fait par l'ISAS. Mais l'échec d'un lancement d'une fusée M-V en 2000 contraint de reporter la mission. Ce report n'est pas sans conséquence puisque 1989 ML sera hors d'atteinte lorsque Hayabusa sera lancée. L'ISAS doit donc choisir une nouvelle cible et c'est l'astéroïde Itokawa.

Prévue pour être lancée en décembre 2002, la mission Hayabusa est reportée à mai 2003 afin de procéder à de nouveaux tests sur la sonde.

Le 09 mai 2003, Hayabusa est lancée par une fusée M-V depuis le centre spatial de Kagoshima, le périple de la sonde Hayabusa peut commencer. Objectif, atteindre l'astéroïde Itokawa deux ans plus tard et y prélever des échantillons afin de les ramener sur Terre courant de l'été 2007.

Six mois à peine après son lancement, une tempête solaire endommage l'un des deux panneaux solaires réduisant du même coup l'efficacité de la propulsion ionique.

Un an après le lancement, le 19 mai 2004 pour être plus précis, Hayabusa repasse près de la Terre et profite du survol pour se placer sur une orbite elliptique pour atteindre sa cible. Alors que la sonde fonce en direction d'Itokawa, un nouveau pépin vient émailler la mission. L'un des trois gyroscopes permettant l'orientation de l'engin tombe en panne. La panne ne se révèle pas trop grave puisque la sonde peut continuer à fonctionner sur 2 gyroscopes.

Après un peu plus de 2 ans de voyage, la sonde Hayabusa arrive à destination. Ici, pas de mise sur orbite possible. Hayabusa doit planer autour d'Itokawa à une altitude comprise entre 10 et 20 km afin de mesurer le champ gravitationnel, la topographie entre autre mais surtout déterminer un site pour prélever les échantillons.



L'astéroïde Itokawa fait penser à une patate recouverte de gravas – Photo Jaxa

Le 02 octobre, un second gyroscope tombe en panne rendant plus difficile les manœuvres. Néanmoins, la mission se poursuit. Les grandes manœuvres commencent le 04 novembre en mode automatique. Vu la distance, environ 350 millions de km, il est impossible de piloter la sonde en temps réel. Toutes les manœuvres doivent se faire en mode automatique suivant un schéma bien précis. Mais si une manœuvre est jugée dangereuse, le centre de contrôle peut l'interrompre directement. Et c'est ce qui s'est passé ce jour-là. Ce n'est que partie remise. Cinq jours plus tard,

le système de navigation est vérifié suite à l'incident intervenu quelques jours plus tôt. Ce jour-là, Hayabusa largue un « marqueur » sur un site candidat pour la récupération d'échantillons. Le 12 novembre, nouvelle tentative de descente. Cette fois, la manœuvre se déroule normalement, amenant Hayabusa à 55 m de la surface pour la photographier de plus près. Pendant le survol, elle largue le petit robot Minerva qui doit se poser à la surface de l'astéroïde. Même si les communications ont pu être gardées pendant un moment, il semblerait que Minerva ait raté sa cible et se soit évanoui dans l'espace.



L'ombre d'Hayabusa se reflète sur la surface d'Itokawa. Le point brillant entouré par le cercle noir représente la cible lancée par la sonde – Photo Jaxa

Le 19 novembre, c'est le grand jour. Hayabusa doit réaliser la première des deux collectes d'échantillons. Au départ il devait y en avoir trois mais suite à la perte de 2 des 3 gyroscopes, les responsables de la mission ont préféré misé sur la sécurité, annulant la dernière collecte.

La collecte d'échantillons se déroule en plusieurs étapes. La première consiste à descendre la sonde suffisamment près du sol afin de libérer un repère. Celui-ci réfléchit le rayon lumineux envoyé par Hayabusa ce qui permet de déterminer avec précision la distance au sol. Ensuite, un impacteur est éjecté à la surface afin de soulever un nuage de poussière avec l'espoir qu'il en tombe quelques grains lorsque le collecteur le traversera.

Mais le 19 novembre, tout s'enchaîne très vite. Alors que la sonde est toujours en phase de descente (elle se trouve à 17 m de la surface), elle change son inclinaison

provoquant la coupure momentanée des communications avec le sol, au moment même où les contrôleurs envoyaient l'ordre d'annulation et de remontée. Le changement d'inclinaison a été nécessaire après qu'un capteur ait détecté la présence d'un obstacle. Hayabusa, n'ayant pas reçu l'ordre d'annulation, continue sa descente, touche la surface avant d'y rebondir à deux reprises et fini par se poser en « guingois », sur la tranche d'un panneau solaire. Hayabusa reste dans cette position durant 30 minutes avant que les communications reprennent avec la Terre et reçoive l'ordre d'annuler la descente. Elle redécoule de l'astéroïde et remonte à 100 m.

Le 25 novembre, la seconde tentative est autorisée. C'est la dernière chance de pouvoir collecter des échantillons. La sonde commence sa descente et s'oriente de façon à pouvoir se présenter dans la meilleure position possible pour récolter la poussière. La manœuvre coupe les communications durant quelques minutes. Lorsqu'elles reprennent, la télémétrie indique le largage de 2 impacteurs et le bon fonctionnement du collecteur, ce qui laisse à penser que la sonde a bien récupéré des échantillons. Mais quelques jours plus tard, des analyses plus poussées montrent que les impacteurs n'ont vraisemblablement pas été largués. Mais la Jaxa espère tout



de même avoir pu récolter des échantillons lors de la première tentative. En effet, en rebondissant, la sonde a très certainement soulevé de la poussière. Comme le récolteur était en position ouverte, il est possible que quelques grains aient fini par y tomber dedans.

En décembre 2005, la sonde doit repartir en direction de la Terre. Mais des soucis avec la propulsion, notamment une fuite de carburant détectée le 26 novembre, lui font rater cette opportunité. La fuite désoriente la sonde et les communications sont coupées pendant 2 mois.

En avril 2007, une nouvelle opportunité pour le retour s'offre aux responsables de la mission. La sonde se désengage de sa trajectoire autour d'Itokawa et prend la route vers la Terre. Route qui sera également semée d'embûches. En novembre 2009, le troisième des quatre moteurs ioniques tombe en panne. Un seul propulseur pour ramener la sonde est impossible. Les ingénieurs décident de conjuguer deux propulseurs défectueux pour en former un nouveau en état de marche. Après un voyage de 7 ans, la sonde largue la capsule contenant le récolteur d'échantillons. Trois heures plus tard, la capsule plonge dans l'atmosphère terrestre où elle est freinée. Une heure plus tard, un parachute se déploie et la capsule se pose en douceur dans le désert de Woomera en Australie.

# HAYABUSA

## LA FICHE TECHNIQUE

La sonde Hayabusa est la cinquième mission d'exploration planétaire élaborée par l'ISAS, une branche universitaire de la Jaxa, l'Agence Spatiale Japonaise.

### DIMENSIONS

Cotés: 1,0 x 1,6 x 2,0 m

Envergure panneaux solaires déployés: 5,7 m

### MASSE

Au décollage: 510 kg

Carburant: 50 kg

Xénon: 65 kg

### STABILISATION

Triaxiale

### DUREE DE VIE

Initialement: 4 ans

Prolongation : 3 ans suite au retard pour le départ vers la Terre

### PUISSANCE

Puissance de 700 kW fournis par 2 panneaux solaires d'une superficie de 12 m<sup>2</sup>

### PROPULSION

Moteur à ergols liquide de 20 N de poussée et propulsion ionique fournissant une poussée de 15 mN

### TRANSMISSION

Les données scientifiques sont envoyées en permanence à l'aide d'une antenne de 1,5 m d'une puissance de 20 W fonctionnant en bande X et S

# HAYABUSA

## L'INSTRUMENTATION

### **AMICA (Asteroid Multiband Imaging CAmera)**

Objectifs: Fournir des images sous plusieurs longueurs d'ondes afin de déterminer la forme et les reliefs de l'astéroïde ainsi que la répartition des minéraux.

### **NIRS (Near Infrared Spectrometer)**

Objectifs: Effectuer des Mesures sous le spectre proche de l'infra rouge afin de déterminer la distribution et l'abondance des minéraux en surface comme l'olivine ou le pyroxène.

### **LIDAR (Light Detection And Ranging)**

Objectifs: Laser altimétrique qui mesure la distance au sol afin de reconstruire une carte topographique haute résolution. Ces données permettent d'accroître la position de l'engin et avoir un meilleur aperçu de la forme globale d'Itokawa.

### **XRS (X-Ray Fluorescence Spectrometer)**

Objectifs: Détecter le rayonnement X provenant des éléments de la surface de l'astéroïde excité par le rayonnement X solaire afin de déterminer la composition chimique des matériaux recouvrant la surface.

### **FBS (Fan Beam Sensor)**

Objectifs: Capteur de faisceau électromagnétique servant à détecter d'éventuels obstacles sur le site de collecte d'échantillons sélectionné.

### **LRF (Laser Range Finder)**

Objectifs: Lorsque le cornet de prélèvement touche la surface de l'astéroïde, sa longueur est légèrement modifiée. Le capteur LRF détecte cette variation et déclenche l'envoi du projectile à travers le cornet. La poussière soulevée retombe ensuite dans le cornet qui la dirige vers la capsule destinée au retour sur Terre.

### **MINERVA (Micro/Nano Experimental Robot Vehicle for Asteroid)**

Objectifs: Petit robot de 12 cm de côté pour 10 de haut pesant seulement 591 grammes. Il est alimenté électriquement via ses cellules solaires le recouvrant. Le robot devait être largué par Hayabusa et se poser à la surface d'Itokawa. Ses déplacements devaient se réaliser par bond à une vitesse maximale de 9 m/s. Il était équipé de 3 caméras CDD dont deux utilisées pour une représentation en 3D de la surface de l'astéroïde. La troisième caméra devait observer les lieux plus éloignés. Six capteurs thermiques avaient également été branchés sur Minerva afin de mesurer la température en surface.

# HAYABUSA

## LES SOURCES

<http://www.destination-orbite.net/planetologie/index.php>

[http://www.stp.isas.jaxa.jp/venus/top\\_english.html](http://www.stp.isas.jaxa.jp/venus/top_english.html)

