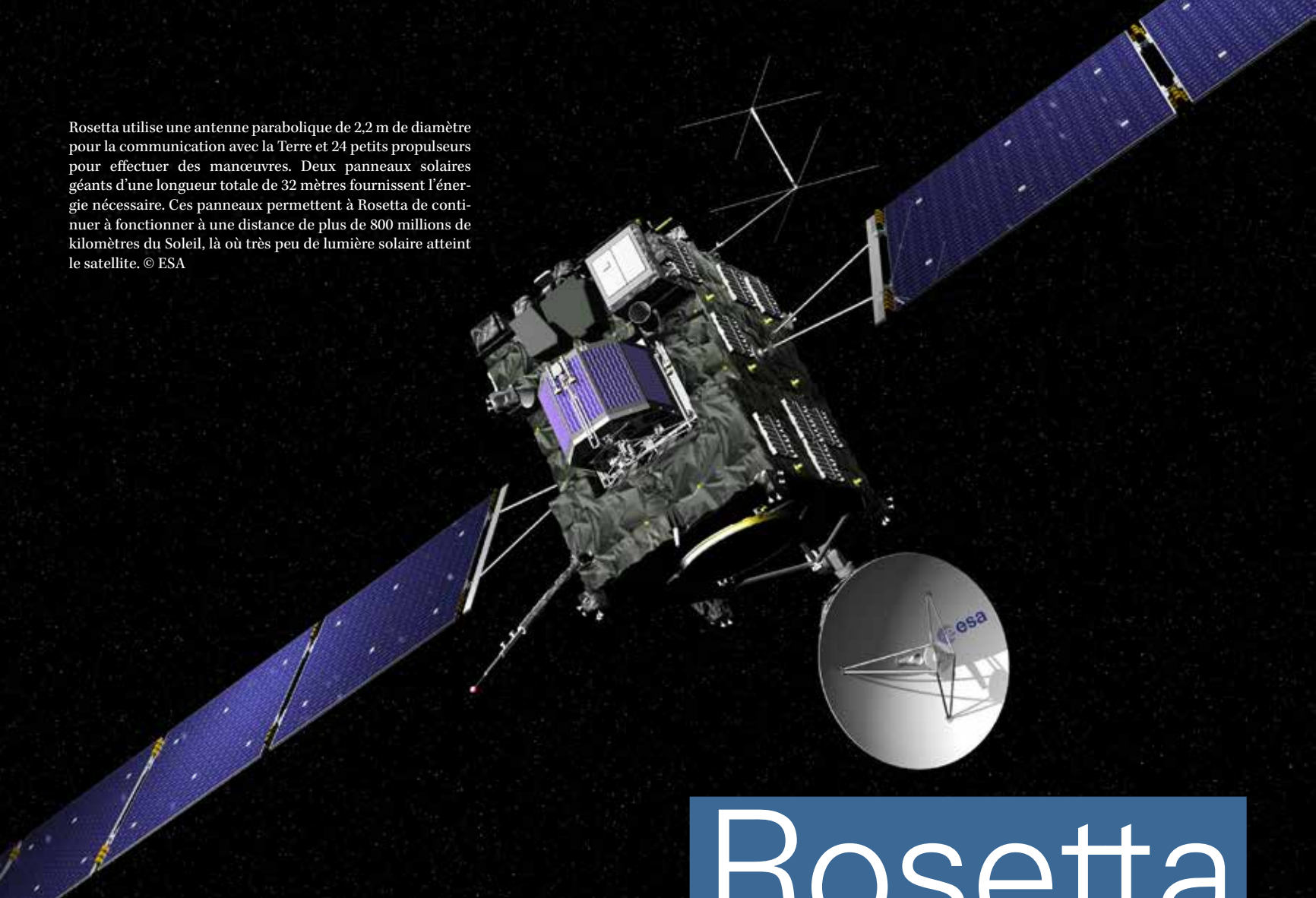


Rosetta utilise une antenne parabolique de 2,2 m de diamètre pour la communication avec la Terre et 24 petits propulseurs pour effectuer des manœuvres. Deux panneaux solaires géants d'une longueur totale de 32 mètres fournissent l'énergie nécessaire. Ces panneaux permettent à Rosetta de continuer à fonctionner à une distance de plus de 800 millions de kilomètres du Soleil, là où très peu de lumière solaire atteint le satellite. © ESA



# Rosetta

## L'INSTITUT D'AÉRONOMIE SPATIALE DE BELGIQUE À LA POURSUITE D'UNE COMÈTE

**Il y a plus de 10 ans, l'Institut d'Aéronomie Spatiale de Belgique (IASB) a participé à la construction d'un des instruments de la sonde Rosetta, une mission clef de l'Agence Spatiale Européenne (ESA). Rosetta a été lancée en 2004 et après un long voyage, la sonde a atteint son objectif : la comète Churyumov-Gerasimenko. Faisant partie d'une équipe internationale menée par l'Université de Berne (Suisse), les scientifiques de l'IASB sont prêts à analyser les données d'un des deux spectromètres de masse à bord de Rosetta.**

### **Rosetta**

La mission Rosetta est la première mission cométaire depuis Giotto, une sonde de l'ESA qui a étudié la comète 1P/Halley en 1986. Giotto est passée tout près de la comète, s'approchant jusqu'à une distance d'environ 600 km. Ainsi Giotto a créé un scoop : pour la première fois des photos d'un noyau cométaire ont été prises. Rosetta a une approche différente, mais c'est de nouveau une première ! Cette fois-

ci, la sonde ne fera pas une visite rapide, ce qui fournit seulement quelques heures de mesures utiles, mais suivra et étudiera la comète tout au long de son périple vers le Soleil. Le satellite embarque 11 instruments à son bord qui étudieront le noyau de la comète, l'atmosphère cométaire ainsi que l'interaction entre la comète et le vent solaire. L'Institut d'Aéronomie Spatiale de Belgique est présent à bord du satellite dans le consortium d'instruments ROSINA, qui vise à définir les gaz neutres et les ions dans l'atmosphère cométaire. Rosetta emporte aussi un petit atterrisseur nommé Philae qui étudiera le noyau de la comète.

### **Les comètes**

Les comètes apparaissent soudainement dans le ciel nocturne et arborent des queues étonnantes. C'est pourquoi les comètes parlent à l'imagination humaine depuis des millénaires. Dans l'histoire, l'apparition d'une comète a souvent été perçue comme un signe de mauvaise augure annonçant des catastrophes, des maladies ou des guerres.



Notre système solaire contient des milliards de comètes, qui se trouvent dans deux réservoirs : d'un côté la ceinture de Kuiper située juste au-delà de la planète Neptune, et de l'autre côté le nuage d'Oort situé aux confins de notre système solaire. Certaines comètes s'échappent de ces réservoirs et voyagent vers l'intérieur du système solaire où elles s'approchent du Soleil et peuvent être observées depuis la Terre.

Les comètes se composent de trois parties : un noyau cométaire, une atmosphère temporaire et deux queues cométaires. Le noyau est un corps tournant d'un diamètre de seulement quelques kilomètres, qui se compose principalement d'eau, de CO, de CO<sub>2</sub> et d'ammoniac gelé, le tout mélangé avec des grains rocheux et de la poussière. Lorsque la comète se trouve loin du Soleil, le noyau est complètement gelé. Plus la comète s'approche du Soleil, plus elle se réchauffe. Par conséquent, la glace à la surface du noyau commence à s'évaporer libérant ainsi du gaz et de la poussière. Ceux-ci constituent l'atmosphère cométaire. Les grains libérés suivent plus ou moins la trajectoire de la comète et forment ainsi la queue de poussière typi-

quement courbée. Cette queue est blanchâtre à cause de la lumière solaire réfléchi et diffusée par la poussière. Le gaz qui s'échappe est progressivement ionisé par le rayonnement ultraviolet du Soleil. Ainsi, une queue d'ions généralement bleuâtre est formée dans la direction antisolaire.

Notre système solaire s'est formé il y a environ 4,5 milliards d'années. Les grands corps planétaires, tels que les planètes et les lunes, ont subi des modifications chimiques sous l'influence de leur propre gravité alors que les comètes sont restées pratiquement inchangées depuis cette époque. Ainsi, les comètes n'ont pas perdu leurs éléments volatiles légers (comme l'eau, par exemple) depuis leur création. Ce sont donc des fossiles : elles conservent des informations sur les matières premières à partir desquelles le système solaire s'est formé.

### **Le long voyage vers la comète**

La comète 67P/Churyumov-Gerasimenko a besoin de 6,6 années pour effectuer son trajet autour du Soleil. Pendant son orbite, la distance entre la comète et le Soleil varie entre 185 et 850 millions de kilomètres (par comparaison,



En avril 1997, la comète Hale-Bopp montrait clairement une queue de poussière courbée blanche et une queue ionique bleuâtre. © Photo : E. Kolmhofer, H. Raab; Johannes-Keppler-Observatory, Linz, Autriche.

la Terre se trouve à environ 150 millions de kilomètres du Soleil). Parce qu'aucune fusée ne pourrait lancer un engin spatial du poids de Rosetta directement sur l'orbite cométaire, Rosetta a dû utiliser l'assistance gravitationnelle de la Terre (3 fois) et de Mars (1 fois) pour modifier sa trajectoire et pouvoir suivre la comète de près au cours de son voyage autour du Soleil. En mars 2004, Rosetta a été lancée par une fusée Ariane 5 depuis Kourou en Guyane française. Pendant son voyage, Rosetta a pris les premières images rapprochées des astéroïdes Šteins et Lutetia. Rosetta a ensuite été mise en hibernation depuis juin 2011 pour économiser de l'énergie pendant la partie du voyage

la plus éloignée du Soleil. Le 20 janvier 2014, Rosetta s'est réveillée pour la dernière étape de son voyage. A partir de mai 2014, Rosetta s'approchait de la comète et la phase scientifique de la mission pouvait enfin commencer. En automne, Philae tentera d'atterrir sur le noyau cométaire. Rosetta accompagnera la comète, même après son passage au plus près du Soleil en août 2015.

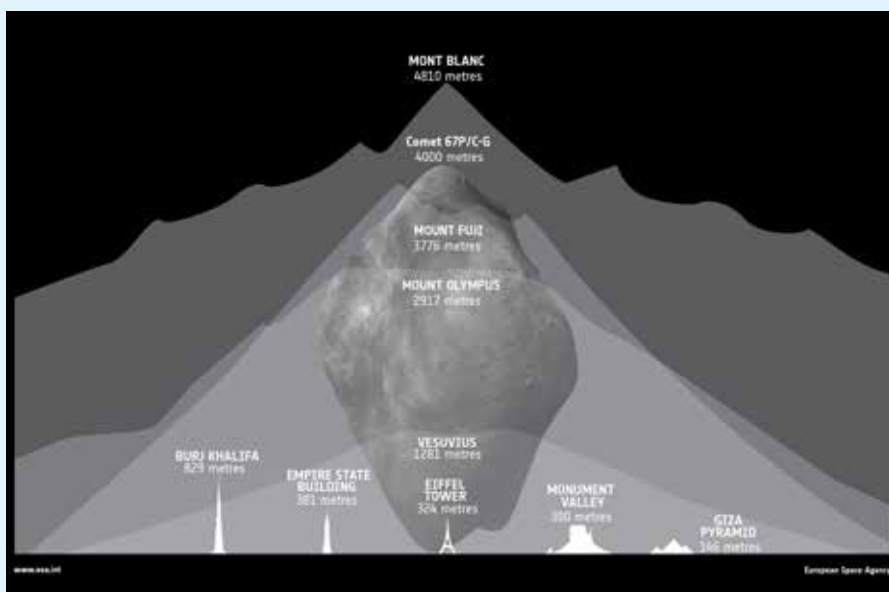
### Le rôle de l'IASB

Le consortium d'instruments ROSINA (Rosetta Orbiter Spectrometer for Ion and Neutral Analysis) se compose d'un capteur de pression (COPS) et de deux spectromètres de masse (DFMS et RTOF). COPS (Comet Pressure Sensor) déterminera la densité totale et la vitesse du gaz cométaire, alors que les deux spectromètres de masse fourniront des informations sur la composition du gaz dans l'atmosphère cométaire. Des spectromètres de masse peuvent distinguer des particules chargées (des ions) en fonction de leur masse. Les ions dans l'atmosphère cométaire peuvent donc être mesurés directement, alors que les gaz neutres doivent tout d'abord être ionisés à l'entrée de l'instrument. Le spectromètre de masse RTOF (Reflectron Time-Of-Flight) peut mesurer une grande gamme de masses comprise entre 1 et 300 unités de masse atomique, ce qui permet de mesurer des gaz et même des particules poussiéreuses de l'atmosphère.

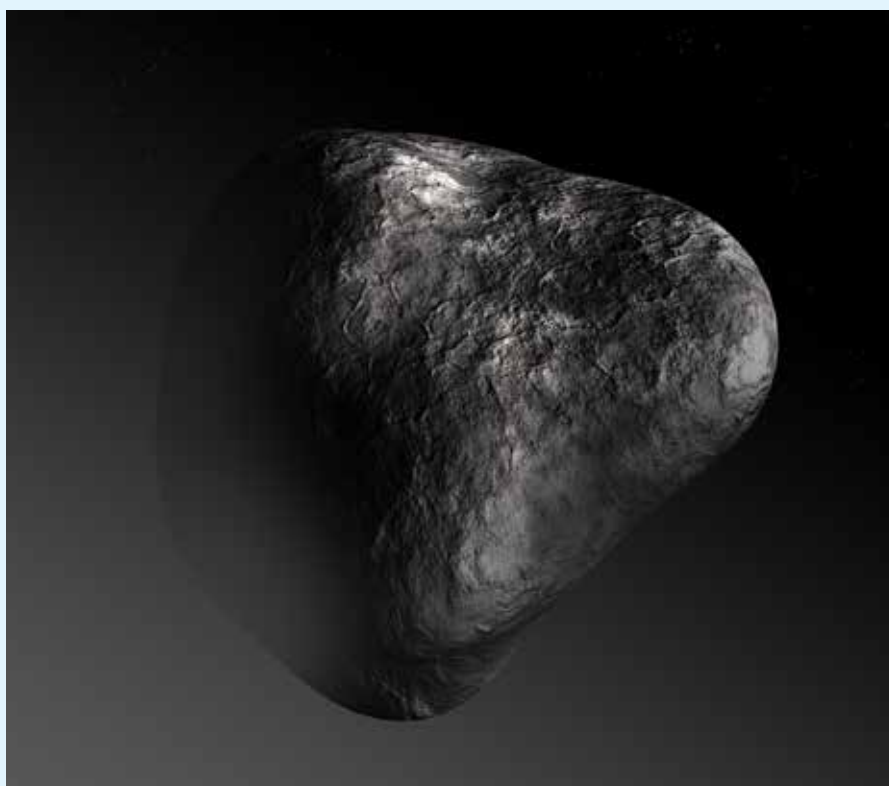
L'IASB a contribué à la réalisation du capteur DFMS (Double Focusing Mass Spectrometer). Le spectromètre de masse DFMS a une gamme de masses plus limitée comprise entre 1 et 150 unités de masse atomique, avec une résolution de masse sans précédent pour des missions spatiales ce qui permettra de distinguer des composés ayant des masses très proches. Par exemple, DFMS peut différencier les composants  $^{12}\text{C}^{16}\text{O}$  et  $^{14}\text{N}_2$  dont les masses respectives sont de 27,995 et 28,006 unités de masse atomique. L'IASB a développé le détecteur et l'électronique de détection pour DFMS en collaboration avec l'Université de Berne et les partenaires industriels belges IMEC (Interuniversitair Micro-Elektronica Centrum, Leuven) et OIP (Optique et Instruments de Précision, Oudenaarde).

Les données brutes du DFMS doivent être traitées afin d'identifier et de quantifier les gaz dans l'atmosphère cométaire. Ce procédé de traitement de données est très complexe et demande beaucoup de temps. La qualité des résultats scientifiques obtenus est liée à la précision avec laquelle les données sont traitées. Par conséquent, l'IASB a développé un programme pour automatiser ce processus.

Le rayonnement ultraviolet du Soleil provoque toutes sortes de réactions chimiques dans le gaz neutre de l'atmosphère cométaire. L'IASB a mis au point un modèle informatique qui prend en compte ces réactions afin de déterminer la composition des matières volatiles au niveau du noyau cométaire à partir des mesures de ROSINA. Les résultats du modèle pourront être comparés avec les données provenant de l'atterrisseur, ce qui permettra de mieux comprendre les processus physiques et chimiques en jeu dans l'atmosphère cométaire.



Quelle est la taille de la comète 67P/Churyumov-Gerasimenko ? © ESA

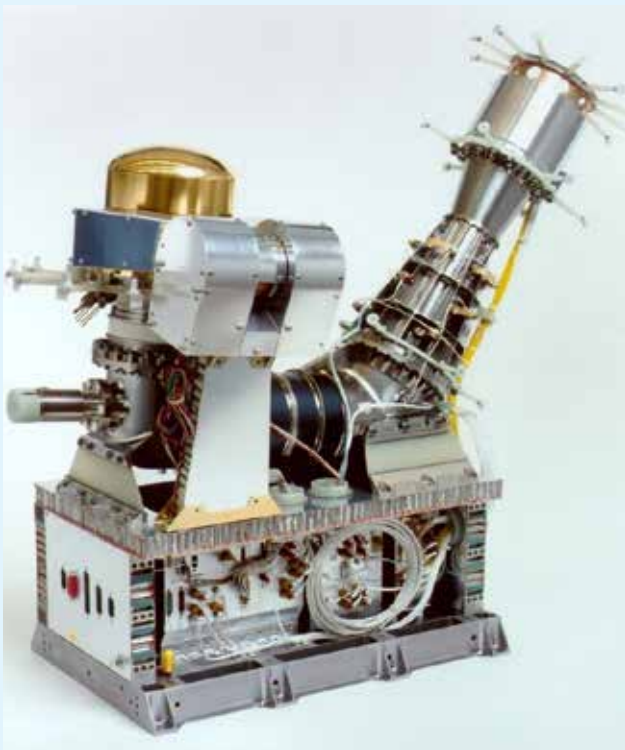


Le noyau de la comète 67P/Churyumov-Gerasimenko. © ESA-C. Carreau





L'atterrisseur Philae étudiera les propriétés de la matière cométaire. A cet effet, l'atterrisseur est équipé d'un système de forage et d'un équipement d'analyse. © ESA



L'IASB a contribué à la réalisation du spectromètre de masse DFMS (Double Focusing Mass Spectrometer). Le 'chapeau' doré est un couvercle qui ferme l'entrée de l'instrument. Dans l'espace, ce couvercle est ouvert et les particules de gaz provenant de l'atmosphère cométaire peuvent entrer dans l'instrument. Ensuite, les particules sont séparées selon leur masse et détectées par une puce dans la partie protubérante à droite. L'électronique se trouve en dessous de l'instrument. © IASB

### Qu'espérons-nous apprendre avec Rosetta?

Rosetta nous fournira une image plus complète de ce qui se passe lorsqu'une comète s'approche du Soleil. Nous espérons mieux comprendre comment, à partir d'un petit corps obscur, une comète se transforme en un phénomène étonnant avec deux queues énormes tel que nous pouvons l'observer depuis la Terre. La comète évolue au cours de son séjour dans les régions intérieures du système solaire : chaque fois qu'une comète passe à proximité du Soleil, une mince couche de la surface du noyau s'évapore. Ce processus n'est pas uniforme ; parfois des 'fontaines' de gaz et de poussière sont créées. Les observations à distance de Rosetta et les mesures in-situ de Philae nous aideront à comprendre comment se forment ces fontaines.

Rosetta déterminera la nature et la quantité des substances présentes. Ceci nous indiquera où et comment la comète 67P/Churyumov-Gerasimenko a été formée. Les impacts cométaires étaient fréquents lorsque le système solaire était encore jeune. Rosetta peut nous renseigner sur la façon dont les comètes ont contribué à la création de l'atmosphère et des océans ainsi qu'à l'apparition de la vie sur Terre.

L'étude des comètes fournit également des informations très importantes afin de protéger notre planète. Que ferons-nous si nous découvrons un jour une comète qui se dirige vers la Terre ? Peut-on dévier ou même détruire un tel objet ? Rosetta nous aidera à être prêts à répondre de manière adéquate à de telles menaces. |