



rosetta

→ RENDEZ-VOUS AVEC
UNE COMÈTE

MISSIONS SCIENTIFIQUES DE L'ESA

système solaire



bepicolombo

Mission d'exploration de Mercure, la plus petite, la plus dense et la plus méconnue des planètes telluriques de notre Système solaire.



cassini-huygens

Au terme de sept années de voyage, l'orbiteur Cassini de la NASA s'est placé en orbite autour de Saturne tandis que la sonde Huygens de l'ESA descendait sur Titan, sa plus grande lune.



cluster

Cette constellation de quatre satellites étudie avec un niveau de détail sans précédent les interactions entre le Soleil et la magnétosphère terrestre.



mars express

Première mission européenne à destination de Mars, a réalisé la première cartographie complète de l'atmosphère, de la surface et du sous-sol de la Planète rouge.



rosetta

La sonde cométaire européenne sera bientôt la première mission de l'histoire à avoir escorté une comète et posé un atterrisseur à sa surface pour étudier les éléments qui sont à l'origine du Système solaire.



soho

Étude de la couronne externe et du noyau du Soleil. A photographié des tornades solaires et identifié l'origine probable du puissant vent solaire.



solar orbiter

Première mission européenne à s'approcher aussi près du Soleil, Solar orbiter fournira des images à haute résolution de notre étoile et de son héliosphère.



venus express

Mission d'exploration de Vénus et de son atmosphère.

astronomie



cheops

Étude d'exoplanètes gravitant autour d'étoiles brillantes proches.



euclid

Étude de la matière noire, de l'énergie noire et de l'Univers en expansion.



gaia

Cartographie précise de la position d'un milliard d'étoiles de notre Galaxie.



herschel

Étude des émissions infrarouge en provenance des étoiles et des galaxies.



hubble space telescope

Observatoire astronomique réalisé en collaboration avec la NASA.



integral

Premier observatoire spatial à avoir observé des objets célestes simultanément dans le rayonnement gamma, X et visible.



jwst

Étude des premières galaxies, de la naissance des étoiles et des planètes ; recherche de planètes susceptibles d'héberger la vie.



lisa pathfinder

Étude des ondes gravitationnelles.



planck

Remonter aux origines de l'Univers en étudiant le rayonnement fossile.



xmm-newton

Observatoire spatial doté de puissants miroirs pour l'étude des sources de rayonnement X.

Une publication de l'ESA Communications

BR-318/FR Septembre 2014

Auteur E. Baldwin, EJR-Quartz

Edition E. Gray, EJR-Quartz

Layout O. Catalano

ISBN 978-92-9221-082-3

ISSN 0250-1589

Copyright © 2014 European Space Agency



ROSETTA

RENDEZ-VOUS AVEC UNE COMÈTE

SOMMAIRE

Rosetta, chasseur de comète européen.....	2
Voyage au long cours.....	4
Survols d'astéroïdes.....	5
Chaud et froid.....	6
Que savons-nous de la comète 67P/Churyumov-Gerasimenko?.....	7
Rendez-vous avec une comète.....	8
Atterrissage sur une comète.....	9
L'orbiteur Rosetta.....	10
L'atterrisseur Philae.....	12
Escorter une comète.....	14
Communications longue distance.....	15
Une coopération internationale.....	16
Participez à l'aventure.....	17

→ ROSETTA, CHASSEUR DE COMÈTE EUROPÉEN



ESA-C. Carreau/ATG medialab

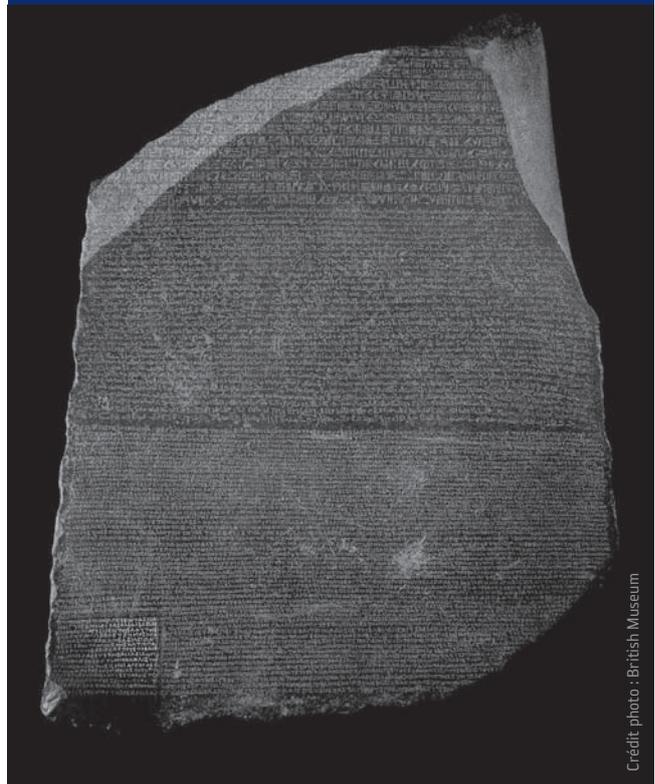
Rosetta est une mission de l'ESA lancée le 2 mars 2004 à destination de la comète 67P/Churyumov-Gerasimenko. La sonde a voyagé pendant 10 ans, utilisant trois fois l'assistance gravitationnelle de la Terre et une fois celle de Mars pour atteindre sa cible.

Les comètes sont considérées comme les objets les plus primitifs de notre Système solaire car elles n'ont pratiquement subi aucune transformation depuis sa formation il y a environ 4,6 milliards d'années. Constituées de glace et de composés organiques, elles auraient apporté l'eau sur Terre et y auraient peut-être même « semé » les ingrédients du vivant. En étudiant de près l'un de ces précieux vestiges du passé, la sonde Rosetta de l'ESA pourrait nous livrer les secrets du Système solaire.

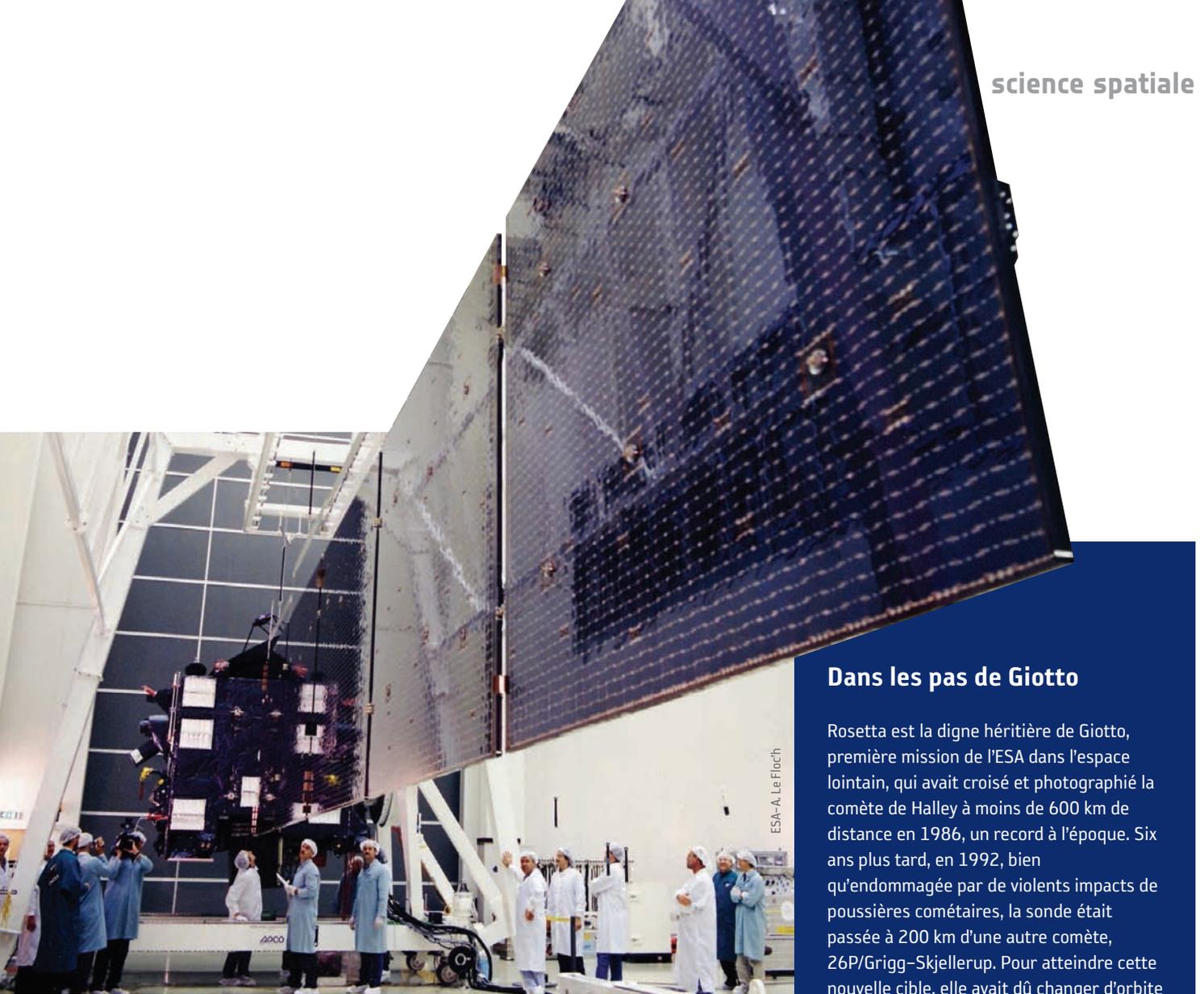
Pourquoi avoir choisi le nom 'Rosetta' ?

La mission a été nommée ainsi d'après la fameuse pierre de Rosette, ce fragment d'une stèle égyptienne datant de 196 avant notre ère qui a été redécouverte à la fin du 19^e siècle près de la ville de Rachide (Rosette en français) dans le delta du Nil. Portant une même inscription gravée dans trois écritures différentes (hiéroglyphes, égyptien démotique et grec ancien), elle a permis aux scientifiques de percer le mystère des hiéroglyphes.

Philae, l'atterrisseur de Rosetta, tire son nom d'une île du Nil sur laquelle fut trouvé un obélisque où figurait également une même inscription en hiéroglyphes et en grec, ce qui a aidé à déchiffrer la pierre de Rosette. Les scientifiques espèrent qu'en étudiant de très près une comète pendant une longue durée, la mission permettra de lever le voile sur une bonne partie du mystère entourant la formation du Système solaire.



Crédit photo : British Museum



Essai de déploiement de l'un des immenses panneaux solaires de Rosetta, mai 2002

Des premières en série

Rosetta a déjà plusieurs premières à son actif. C'est en effet la première sonde à voyager au-delà de la ceinture principale d'astéroïdes en étant uniquement alimentée par l'énergie solaire. Les photopiles qui ont été spécialement conçues pour les deux panneaux solaires de 14 mètres de long de l'orbiteur sont capables de produire de l'énergie à plus de 800 millions de km du Soleil, une distance où le niveau d'ensoleillement représente seulement 4 % de celui de la Terre et où les températures avoisinent -150°C !

Au second semestre de 2014, Rosetta sera la première mission de l'histoire à se mettre en orbite autour du noyau d'une comète et à tenter de poser un atterrisseur à sa surface. Alors que les précédentes missions avaient dû se contenter de frôler leur cible à grande vitesse avant de s'en éloigner, Rosetta sera la première à escorter une comète pendant son parcours vers le Système solaire interne, et elle pourra ainsi observer la transformation de la glace cométaire sous l'effet du rayonnement solaire. Rosetta continuera à suivre la comète plusieurs mois après que celle-ci aura atteint le point de sa trajectoire le plus proche du Soleil, en août 2015, et elle pourra ainsi assister à la diminution de l'activité cométaire.

Dans les pas de Giotto

Rosetta est la digne héritière de Giotto, première mission de l'ESA dans l'espace lointain, qui avait croisé et photographié la comète de Halley à moins de 600 km de distance en 1986, un record à l'époque. Six ans plus tard, en 1992, bien qu'endommagée par de violents impacts de poussières cométaires, la sonde était passée à 200 km d'une autre comète, 26P/Grigg-Skjellerup. Pour atteindre cette nouvelle cible, elle avait dû changer d'orbite en profitant de l'attraction gravitationnelle de la Terre, manœuvre qu'aucune mission dans l'espace lointain n'avait encore jamais réalisé avant elle.



Le noyau de la comète de Halley photographié par Giotto

→ VOYAGE AU LONG COURS



ESACNES/Arianespace—Service Optique CSG, 2004

Lancement de Rosetta depuis le port spatial de l'Europe, à Kourou, le 2 mars 2004 à 7h17 TU

L'instrument CIVA à bord de Philae a pris cette photo de Rosetta lors de son survol de Mars le 25 février 2007



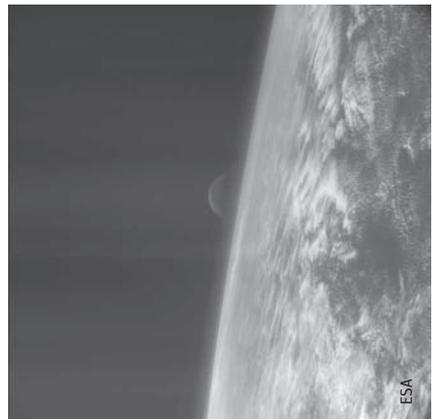
ESA/Rosetta/Philae/CIVA

La Terre photographiée d'une distance de 633 000 km le 12 novembre 2009 par la caméra à champ étroit d'OSIRIS à bord de Rosetta



ESA ©2009 MPS for OSIRIS Team
MPS/UPD/LAM/IAA/RSSD/INTA/UPM/DASP/IDA

La caméra de navigation de Rosetta a photographié ce lever de Lune au-dessus du Pacifique à 22h06 TU le 4 mars 2005, à peine trois minutes avant que la sonde n'atteigne le point de sa trajectoire le plus proche de la Terre, à 1955 km de distance



ESA

Le périple de Rosetta à travers le Système solaire

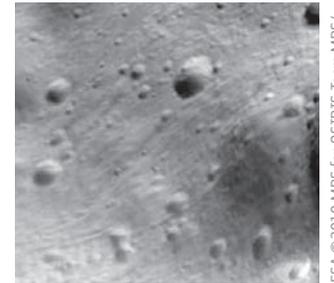
Le lancement de Rosetta, initialement prévu fin 2002, a été reporté de 14 mois suite à une défaillance sur le lanceur précédent. Ne pouvant plus partir pour rejoindre la comète 46P/Wirtanen, il a fallu choisir une autre cible. C'est donc vers la comète 67P/Churyumov–Gerasimenko que la sonde s'est finalement envolée le 2 mars 2004 à bord d'une Ariane 5 lancée depuis le centre spatial de Kourou, en Guyane française.

Billard cosmique

Churyumov–Gerasimenko décrit autour du Soleil, sur une période de 6,44 années, une orbite elliptique dont le point le plus proche de notre étoile se situe entre les orbites de la Terre et de Mars, et le plus éloigné à proximité de l'orbite de Jupiter. Pour se rapprocher de sa cible, Rosetta a donc dû se livrer durant la première moitié de son voyage à une véritable partie de « billard cosmique », se propulsant grâce à l'effet de « fronde gravitationnelle » de la Terre (4 mars 2005), de Mars (25 février 2007), puis à nouveau de la Terre (13 novembre 2007 et 13 novembre 2009).

→ SURVOLS D'ASTÉROÏDES

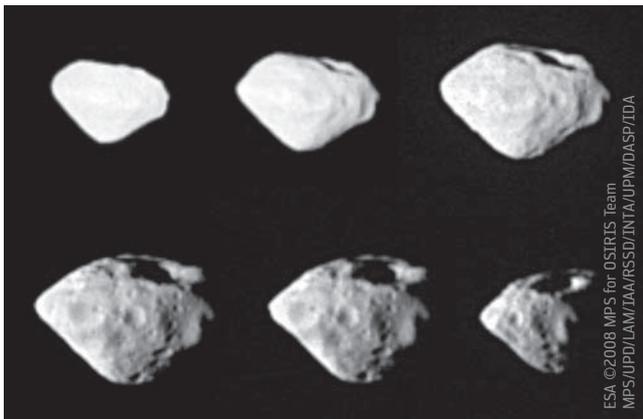
En chemin, Rosetta a traversé deux fois la ceinture d'astéroïdes du Système solaire et elle en a profité pour photographier de près et analyser deux astéroïdes encore non répertoriés, Steins et Lutetia, croisés respectivement le 5 septembre 2008 et le 10 juillet 2010. Elle nous en a rapporté de spectaculaires gros plans.



ESA © 2010 MPS for OSIRIS Team
MPS/UPD/LAM/IAA/RSSD/INTA/UPM/DASP/IDA

L'astéroïde Steins, vu d'une distance de 800 km sous deux angles différents. Rosetta a mesuré précisément ses dimensions : $6,67 \times 5,81 \times 4,47$ km. Un grand cratère d'environ 1,5 km de diamètre occupe le « sommet » de cet objet taillé comme un diamant

L'astéroïde Lutetia, de 100 km de diamètre, photographié par Rosetta pendant son survol à 3162 km de distance. Des cratères et des sillons sont nettement visibles à sa surface



ESA © 2008 MPS for OSIRIS Team
MPS/UPD/LAM/IAA/RSSD/INTA/UPM/DASP/IDA

Avant de poursuivre sa route, Rosetta a pris cette dernière photographie de Lutetia



ESA © 2010 MPS for OSIRIS Team
MPS/UPD/LAM/IAA/RSSD/INTA/UPM/DASP/IDA



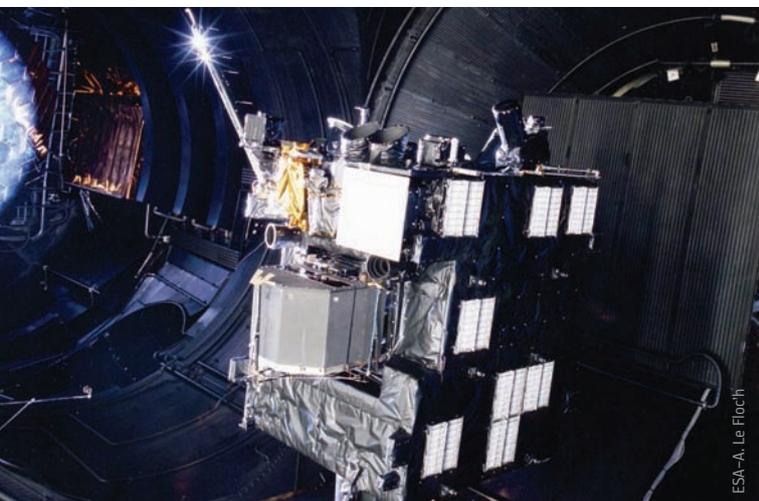
ESA © 2010 MPS for OSIRIS Team
MPS/UPD/LAM/IAA/RSSD/INTA/UPM/DASP/IDA

→ CHAUD ET FROID

Après son lancement, Rosetta s'est trouvée à une distance d'environ 150 millions de kilomètres du Soleil, mais elle s'en est ensuite éloignée pour se rapprocher de l'orbite de Jupiter, à quelque 800 millions de kilomètres. En août 2015, elle reviendra à une distance de l'ordre de 185 millions de kilomètres du Soleil, son orbite passant alors entre la Terre et Mars. Du fait de ces très grandes variations de distance, la sonde se trouve exposée à des plages très étendues d'intensité solaire et de température, ce dont il a fallu tenir compte lors de la préparation de la mission.

Lorsque la sonde se trouve dans le Système solaire interne, des radiateurs dissipent l'excédent de chaleur pour empêcher tout phénomène de surchauffe. À l'inverse, quand elle est exposée au froid du Système solaire externe, des chaufferettes placées à des endroits stratégiques réchauffent ses équipements essentiels comme les réservoirs d'ergols, la tuyauterie, les propulseurs et les instruments scientifiques. Par ailleurs, la sonde est revêtue de matériaux isolants multicouches qui contribuent au maintien d'une température confortable.

L'un des défis technologiques de la mission a consisté à développer des photopiles à faible intensité et basse température capables de fonctionner aussi bien dans les conditions de chaleur et de luminosité intenses qui caractérisent le Système solaire interne, que dans l'obscurité et le froid qui règnent au-delà de celui-ci. Près de 25 000 cellules photovoltaïques en silicium non réfléchissantes ont délivré jusqu'à 8700 watts de puissance lorsque la sonde se trouvait à proximité du Soleil ; quand elle est parvenue à proximité de la comète le 14 août 2014, sa batterie ne produisait plus qu'environ 1000 watts.



Le modèle structurel et thermique de Rosetta photographié en 2002 dans le grand simulateur spatial, la plus grande chambre d'essai thermique sous vide d'Europe, située à l'ESTEC, centre technique de l'ESA



En attendant le signal



Le signal annonçant le réveil de Rosetta, le 20 janvier 2014, a été accueilli avec un immense soulagement

Hibernation

Malgré le recours à cette nouvelle technologie, les panneaux solaires de Rosetta ne peuvent pas lui fournir suffisamment d'énergie pour assurer son bon fonctionnement pendant la partie de sa trajectoire la plus éloignée du Soleil, à quelque 800 millions de kilomètres. C'est la raison pour laquelle la sonde a été volontairement placée en hibernation le 8 juin 2011.

En-dehors du système de régulation thermique et du calculateur de bord, tous les équipements de Rosetta, contrôle d'attitude compris, ont alors été mis hors tension. La sonde a été préalablement positionnée de façon à ce que ses panneaux solaires soient tournés vers le Soleil. Elle a également été placée en rotation lente (une rotation toutes les 90 secondes) pour maintenir sa stabilité. Par conséquent, son antenne principale n'étant plus dirigée vers la Terre, la sonde était en quelque sorte livrée à elle-même.

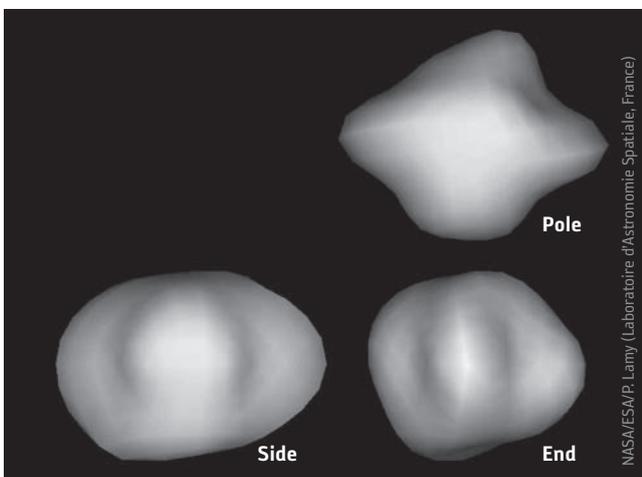
Lorsque Rosetta s'est de nouveau rapprochée du Soleil et a pu disposer d'une plus grande quantité d'énergie, son réveil a été automatiquement déclenché le 20 janvier 2014, au terme de 957 jours d'hibernation. Après réchauffement de ses suiveurs stellaires, son mécanisme de rotation a été arrêté et sa position modifiée afin qu'elle puisse recommencer à émettre en direction de la Terre.

→ QUE SAVONS-NOUS DE LA COMÈTE 67P/CHURYUMOV-GERASIMENKO?

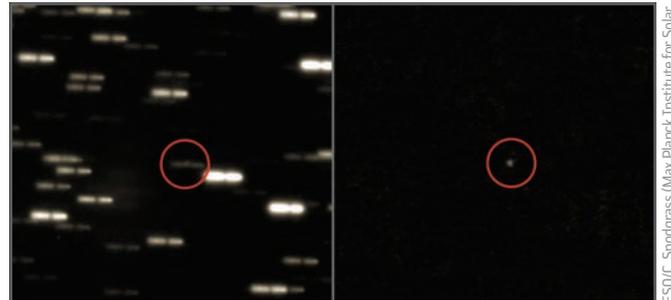
La comète voyage régulièrement dans le Système solaire interne. Elle parcourt son orbite autour du Soleil en 6,5 ans, passant de l'orbite de Jupiter à celle de la Terre. Le point de sa trajectoire le plus proche du Soleil, appelé périhélie, se situe à 185 millions de kilomètres, contre 150 millions environ pour la Terre.

La comète a été découverte en 1969 par Klim Churyumov, qui l'a repérée sur un cliché pris par l'astronome Svetlana Gerasimenko, d'où ce double nom. 67P signifie qu'il s'agit de la 67e comète périodique (P) à avoir été découverte. On s'est rendu compte par la suite que lors d'un passage de la comète à proximité de Jupiter en 1959, son périhélie s'était modifié et rapproché du Soleil, phénomène qui s'était vraisemblablement déjà produit en 1840. Cela veut dire que la comète passe assez près du Soleil, mais seulement depuis une période assez récente : sa matière n'a donc pas été beaucoup modifiée par le rayonnement solaire, ce qui en fait une cible idéale pour Rosetta.

En 2003, le télescope spatial Hubble a réalisé plusieurs photographies de la comète. Prises à trop grande distance pour que l'on puisse en déduire directement la taille et la forme de la comète, elles ont néanmoins permis d'effectuer des estimations à partir des changements de luminosité observés au fur et à mesure de la rotation de la comète. On a alors constaté qu'il s'agissait d'un objet de forme irrégulière, mesurant



Le télescope spatial Hubble a été mis à contribution en mars 2003 pour obtenir une estimation de la taille, de la forme et de la période de rotation du noyau

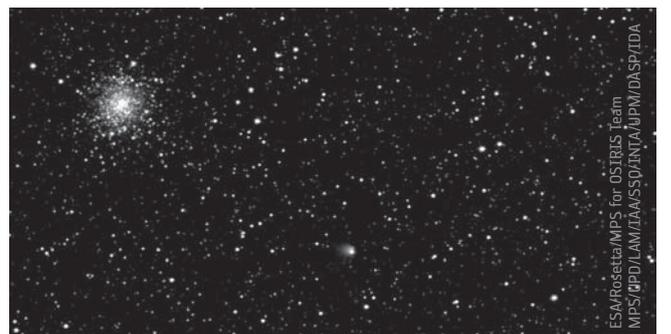


Le très grand télescope de l'Observatoire austral européen (ESO), au Chili, a été utilisé le 28 février 2014 pour observer la comète, tout juste redevenue visible depuis la Terre. Les observatoires au sol vont jouer un rôle clé durant la mission Rosetta en livrant des informations sur la composition et l'évolution de son noyau

approximativement 3 x 4 x 5 km, avec une période de rotation d'environ 12 heures.

Les observations faites au moyen des télescopes terrestres nous ont aussi fourni des indications sur la nature de la comète, là encore grâce à l'analyse des différences de luminosité entre le noyau et la chevelure. Par exemple, en observant le passage au périhélie de 2009, les astronomes sont parvenus à la conclusion que la plus grande partie de l'activité provenait de trois zones particulières de la surface de la comète.

Mais ce n'est que lorsque Rosetta sera proche de sa cible que l'on pourra voir exactement à quoi ressemble la surface de la comète et comment son comportement évolue lorsqu'elle se rapproche du Soleil.



La comète 67P/Churyumov-Gerasimenko photographiée le 30 avril 2014 par la caméra à champ étroit de l'instrument OSIRIS. La chevelure de la comète s'étire sur plus de 1300 km

ESO/C. Snodgrass (Max Planck Institute for Solar System Research, Germany)/O. Hainaut (ESO)

NASA/ESA/P. Lamy (Laboratoire d'Astronomie Spatiale, France)

ESA/Rosetta/MPS for OSIRIS Team
MPS/DPD/LAM/IAA/SSO/INTA/UPM/DASP/IDA

→ RENDEZ-VOUS AVEC UNE COMÈTE

Lorsqu'elle s'est réveillée début 2014 après sa période d'hibernation dans l'espace lointain, Rosetta avait encore 9 millions de kilomètres à parcourir avant d'atteindre sa cible. Début mai, il ne lui en restait « que » 2 millions. Une série de délicates manœuvres de freinage exécutées entre mai et août à l'aide des propulseurs ont permis de réduire la vitesse relative du véhicule par rapport à sa cible. En outre, pour affiner sa trajectoire d'approche, Rosetta a photographié la lointaine comète se détachant sur un fond étoilé.

Début août, Rosetta est arrivée, à vitesse réduite, à une distance d'environ 100 km, réalisant ainsi le premier rendez-vous de l'histoire entre une sonde et une comète.

Une fois parvenue à cette distance, la sonde a exécuté une série de manœuvres pour se déplacer selon une trajectoire triangulaire face à la comète et abaisser ainsi son altitude de 100 à 50 km. Elle évolue depuis à une altitude de 30 à 10 km au-dessus de la comète, position d'où elle peut réaliser une cartographie détaillée de son noyau avec une résolution de 20 à 50 cm. Cette phase a notamment permis de déterminer des sites d'atterrissage potentiels pour le module Philae, qui doit être largué en novembre 2014.

Mais l'intérêt de cette phase de cartographie détaillée va bien au-delà de la recherche de sites d'atterrissage. En effet, grâce à la panoplie d'instruments scientifiques embarqués sur Rosetta, qui comprend notamment des caméras fonctionnant dans plusieurs longueurs d'onde, des spectrographes et des spectromètres de masse, il sera possible de recueillir une foule d'informations sur les caractéristiques de la comète, sa composition et son environnement, tant en étudiant son noyau à distance qu'en mesurant les propriétés du gaz, de la poussière et du plasma présents dans le halo qui l'entoure. Cette première phase d'observation rapprochée, qui s'achèvera lorsque la comète deviendra trop active, obligeant Rosetta à s'éloigner, sera donc particulièrement critique.

L'un des aspects exceptionnels de cette mission tient au fait que la sonde accompagnera la comète sur son parcours

Rosetta exécute une série de manœuvres complexes pour se rapprocher de la comète

Premières vues de la comète livrées par Rosetta après son réveil. Ces images ont été prises les 20 et 21 mars 2014 par les caméras grand angle (image du haut) et champ étroit (image du bas) d'OSIRIS. La photo du bas correspond à la partie encadrée dans celle du haut, et le petit cercle indique la position de la comète, à côté de l'amas globulaire M107



pendant plus d'un an, et que toutes deux atteindront ensemble le point de l'orbite le plus proche du Soleil en août 2015 pour s'éloigner ensuite et poursuivre leur course. Les informations recueillies en 2014 sur l'activité initiale du noyau et ses caractéristiques précises constitueront de précieuses références pour l'étude ultérieure de l'évolution de la comète pendant cette phase d'escorte.

→ ATERRISSAGE SUR UNE COMÈTE

Après son premier rendez-vous avec la comète, Rosetta va tenter une manœuvre encore plus audacieuse : se poser à sa surface.

En novembre 2014, après la sélection et l'analyse d'un site d'atterrissage à la fois sûr et scientifiquement intéressant, Rosetta survolera le noyau de la comète à quelques kilomètres de sa surface pour y déposer Philae. D'une masse de 100 kg, celui-ci chutera librement en direction du noyau, attiré par son faible champ de gravité. Pendant ce temps, l'orbiteur poursuivra sa course en s'éloignant de la comète tout en continuant à surveiller la descente de Philae à l'aide de ses caméras et du signal radio.

Quelques heures plus tard, Philae atteindra la surface à l'allure d'un marcheur. Il aura pris suffisamment d'élan pour se poser, mais compte tenu de la faible force d'attraction à la surface de la comète (1/100 000e seulement de celle de la Terre), un système sophistiqué a été prévu pour l'empêcher de rebondir et d'être renvoyé dans l'espace. Les trois « jambes » du train d'atterrissage vont absorber la vitesse tout en l'utilisant pour introduire dans le sol des vis intégrées à leurs pieds. Simultanément, un harpon sera projeté et plaquera l'atterrisseur au sol, la force du harpon étant contrebalancée par une petite tuyère placée au sommet de l'atterrisseur.

Une fois arrimé au noyau, Philae entamera sa principale mission scientifique en utilisant l'énergie fournie par sa pile, qui dispose d'une autonomie de 64 heures. Étant également équipé de panneaux solaires, on espère qu'il pourra recharger sa batterie et prolonger ainsi sa mission, mais tout dépendra du site d'atterrissage qui sera choisi, de la durée d'ensoleillement et de la quantité de poussière accumulée sur ses panneaux.

Philae réalisera des clichés panoramiques dont une partie en 3D de son environnement et prendra des photographies à haute résolution de la surface sur laquelle il s'est posé. Il analysera sur place la composition des glaces et des composés organiques du noyau, et prélèvera à une profondeur de 23 cm des échantillons qu'il livrera à son laboratoire de bord pour analyse. Les données seront transmises à l'orbiteur qui les renverra vers la Terre dès qu'il entrera en contact avec une station sol. Ces mesures in situ viendront compléter et préciser la cartographie détaillée de la comète effectuée à distance par l'orbiteur. Des signaux radio basse fréquence seront émis à travers le sol entre Philae et l'orbiteur afin de sonder la structure interne du noyau.



→ L'ORBITEUR ROSETTA

ALICE : Spectromètre Imageur Ultraviolet. ALICE caractérisera la composition du noyau et de la coma (Responsable de recherche : A. Stern, Southwest Research Institute, Boulder, Colorado, États-Unis)

CONSERT : Comet Nucleus Sounding Experiment by Radio wave Transmission. Cet instrument de sondage étudiera la structure interne de la comète en liaison avec l'atterrisseur Philae (Responsable de recherche : W. Kofman, Institut de Planétologie et d'Astrophysique de Grenoble, Grenoble, France)

COSIMA : Cometary Secondary Ion Mass Analyser. Instrument qui analysera la composition des grains de poussière cométaire (Responsable de recherche : M. Hilchenbach, Max-Planck-Institut für Sonnensystemforschung, Katlenburg-Lindau, Allemagne)

MIDAS

RPC IES

ROSINA RTOF

RPC ICA

MIRO

RPC MIP

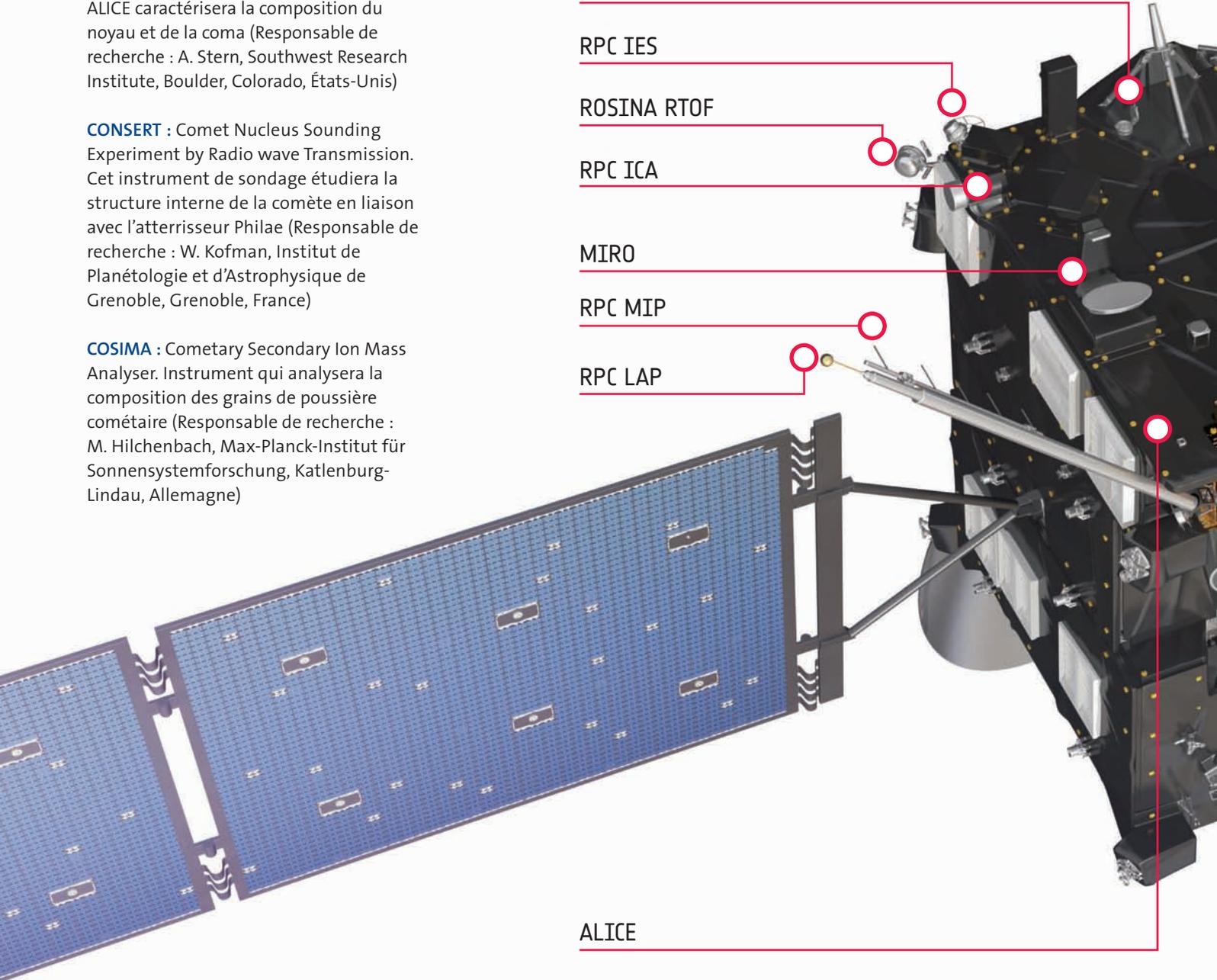
RPC LAP

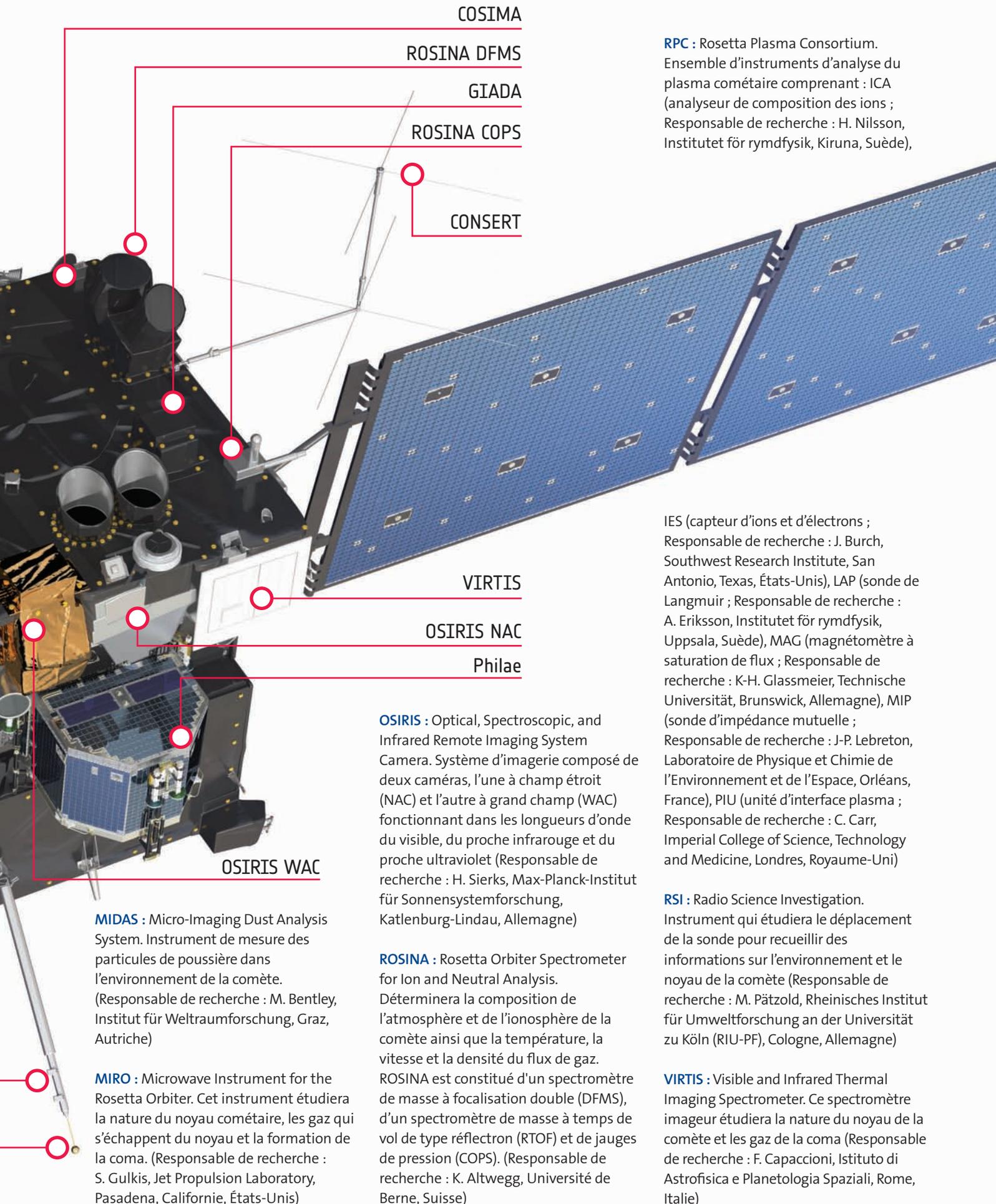
ALICE

RPC MAG

RPC LAP

GIADA : Grain Impact Analyser and Dust Accumulator. Cet instrument mesurera la quantité de poussière collectée à proximité de la comète ainsi que la taille, le moment et la distribution de vitesse des grains de poussière. (Responsable de recherche : A. Rotundi, Università degli Studi di Napoli "Parthenope", Naples, Italie)





COSIMA

ROSINA DFMS

GIADA

ROSINA COPS

CONSERT

VIRTIS

OSIRIS NAC

Philae

OSIRIS WAC

MIDAS : Micro-Imaging Dust Analysis System. Instrument de mesure des particules de poussière dans l'environnement de la comète. (Responsable de recherche : M. Bentley, Institut für Weltraumforschung, Graz, Autriche)

MIRO : Microwave Instrument for the Rosetta Orbiter. Cet instrument étudiera la nature du noyau cométaire, les gaz qui s'échappent du noyau et la formation de la coma. (Responsable de recherche : S. Gulkis, Jet Propulsion Laboratory, Pasadena, Californie, États-Unis)

OSIRIS : Optical, Spectroscopic, and Infrared Remote Imaging System Camera. Système d'imagerie composé de deux caméras, l'une à champ étroit (NAC) et l'autre à grand champ (WAC) fonctionnant dans les longueurs d'onde du visible, du proche infrarouge et du proche ultraviolet (Responsable de recherche : H. Sierks, Max-Planck-Institut für Sonnensystemforschung, Katlenburg-Lindau, Allemagne)

ROSINA : Rosetta Orbiter Spectrometer for Ion and Neutral Analysis. Déterminera la composition de l'atmosphère et de l'ionosphère de la comète ainsi que la température, la vitesse et la densité du flux de gaz. ROSINA est constitué d'un spectromètre de masse à focalisation double (DFMS), d'un spectromètre de masse à temps de vol de type réflectron (RTOF) et de jauges de pression (COPS). (Responsable de recherche : K. Altwegg, Université de Berne, Suisse)

RPC : Rosetta Plasma Consortium. Ensemble d'instruments d'analyse du plasma cométaire comprenant : ICA (analyseur de composition des ions ; Responsable de recherche : H. Nilsson, Institutet för rymdfysik, Kiruna, Suède),

IES (capteur d'ions et d'électrons ; Responsable de recherche : J. Burch, Southwest Research Institute, San Antonio, Texas, États-Unis), LAP (sonde de Langmuir ; Responsable de recherche : A. Eriksson, Institutet för rymdfysik, Uppsala, Suède), MAG (magnétomètre à saturation de flux ; Responsable de recherche : K-H. Glassmeier, Technische Universität, Brunswick, Allemagne), MIP (sonde d'impédance mutuelle ; Responsable de recherche : J-P. Lebreton, Laboratoire de Physique et Chimie de l'Environnement et de l'Espace, Orléans, France), PIU (unité d'interface plasma ; Responsable de recherche : C. Carr, Imperial College of Science, Technology and Medicine, Londres, Royaume-Uni)

RSI : Radio Science Investigation. Instrument qui étudiera le déplacement de la sonde pour recueillir des informations sur l'environnement et le noyau de la comète (Responsable de recherche : M. Pätzold, Rheinisches Institut für Umweltforschung an der Universität zu Köln (RIU-PF), Cologne, Allemagne)

VIRTIS : Visible and Infrared Thermal Imaging Spectrometer. Ce spectromètre imageur étudiera la nature du noyau de la comète et les gaz de la coma (Responsable de recherche : F. Capaccioni, Istituto di Astrofisica e Planetologia Spaziali, Rome, Italie)

→ L'ATTERRISEUR PHILAE

Rosetta déposera l'atterrisseur Philae à la surface de la comète 67P/Churyumov-Gerasimenko afin qu'il procède à des analyses in situ à l'aide de ses dix instruments :

APXS : Alpha Proton X-ray Spectrometer. Ce spectromètre étudiera la composition chimique du site d'atterrissage et son altération potentielle à l'approche du Soleil (Responsable de recherche : G. Klingelhöfer, Johannes Gutenberg-Universität, Mainz, Allemagne)

CIVA : Comet Nucleus Infrared and Visible Analyser. Ensemble de six caméras qui réaliseront des images panoramiques de la surface de la comète (Responsable de recherche : J-P. Bibring, Institut d'Astrophysique Spatiale, Université Paris Sud, Orsay, France)

CONSERT : COmet Nucleus Sounding Experiment by Radiowave Transmission. Cet instrument de sondage étudiera la structure interne de la comète en liaison avec l'orbiteur Rosetta (Responsable de recherche : W. Kofman, Institut de Planétologie et d'Astrophysique de Grenoble, France)

COSAC : The COmetary SAMpling and Composition. Chromatographie des molécules organiques complexes (Responsable de recherche : F. Goesmann, Max-Planck-Institut für Sonnensystemforschung, Katlenburg-Lindau, Allemagne)

PTOLEMY : Cet analyseur de gaz perfectionné mesurera avec précision les ratios isotopiques des éléments légers. (Responsable de recherche : I. Wright, Open University, Milton Keynes, Royaume-Uni)

MUPUS : MUlti-PURpose Sensors for Surface and Sub-Surface Science. Instrument de mesure des propriétés de la surface et du sous-sol de la comète (Responsable de recherche : T. Spohn, Institut für Planetenforschung, DLR, Berlin, Allemagne)

SESAME

CIVA

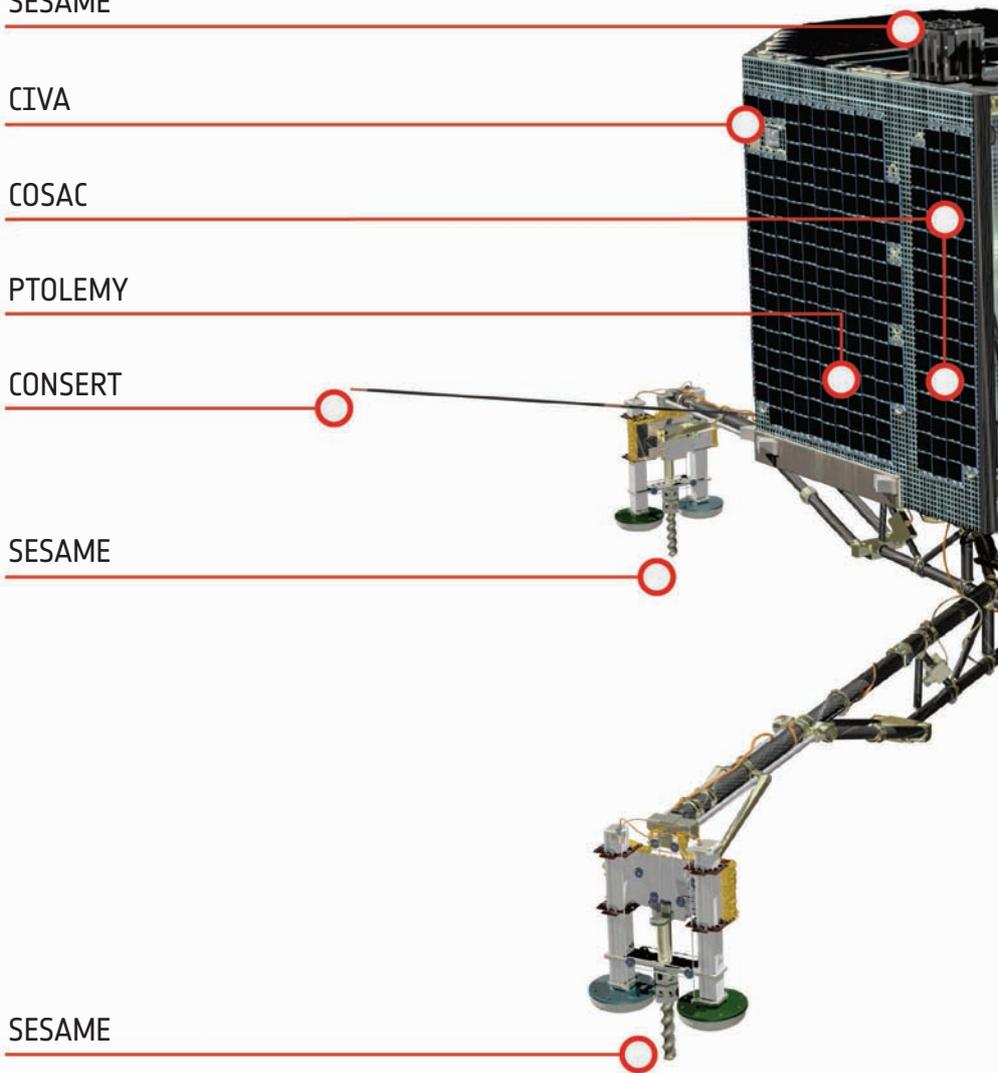
COSAC

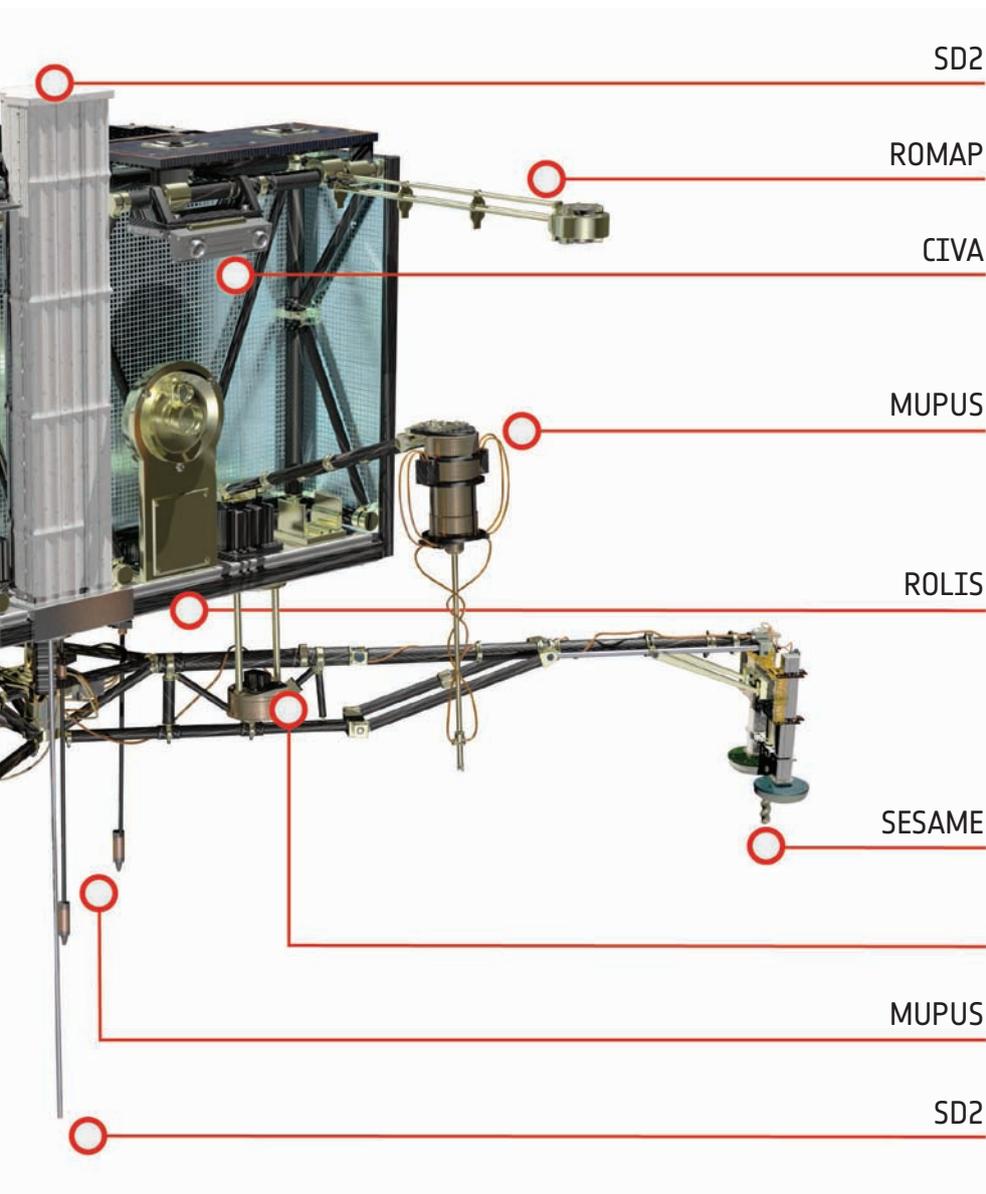
PTOLEMY

CONSERT

SESAME

SESAME





ROLIS : Rosetta Lander Imaging System. Cette caméra réalisera les premières images rapprochées du site d'atterrissage (Responsable de recherche : S. Mottola, DLR, Berlin, Allemagne)

ROMAP : Rosetta Lander Magnetometer and Plasma Monitor. Magnétomètre qui étudiera le champ magnétique et le plasma de la comète (Responsable de recherche : H-U. Auster, Institut universitaire de technologie, Brunswick, Allemagne & I. Apáthy, KFKI, Budapest, Hongrie)

SD2 : Sous-système chargé de prélever des échantillons du sol cométaire en forant jusqu'à une profondeur de 23 cm, puis de les distribuer aux instruments de Philae pour analyse (Responsable de recherche : A. Ercoli-Finzi, Politecnico di Milano, Milan, Italie)

SESAME : Surface Electric Sounding and Acoustic Monitoring Experiments. Ensemble de trois instruments chargés de mesurer les propriétés des couches externes de la comète : l'expérience CASSE mesurera la propagation du son à travers la surface (Responsable de recherche : K. Seidensticker, DLR, Institut de recherche sur les planètes, les astéroïdes et les comètes, Berlin, Allemagne), la sonde de permittivité (PP) étudiera les propriétés électriques de la comète (Responsable de recherche : W. Schmidt, Institut finlandais de météorologie, Helsinki, Finlande) et le moniteur d'impact DIM mesurera la poussière retombant sur la surface (Responsable de recherche : H. Krueger, Max-Planck-Institut für Sonnensystemforschung, Göttingen, Allemagne)

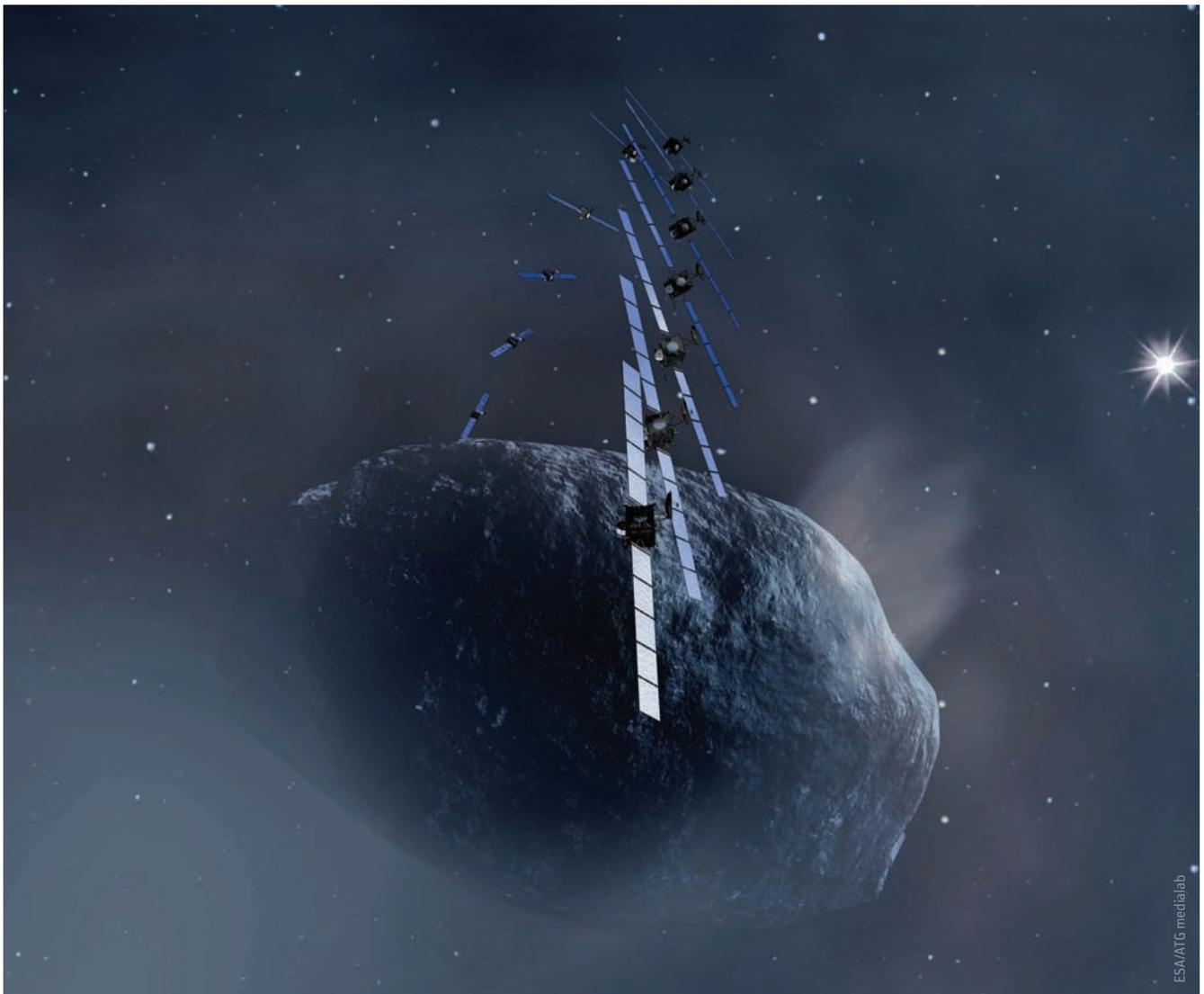
→ ESCORTER UNE COMÈTE

Après avoir rejoint la comète et posé Philae à sa surface, l'orbiteur Rosetta continuera d'accompagner la comète dans sa course. À mesure que celle-ci se rapprochera du Soleil courant 2015, la température et l'activité du noyau iront en augmentant, provoquant l'éjection de quantités croissantes de gaz et de poussière. Cette variabilité de l'activité, ajoutée à la faible gravité de la comète, rendra les opérations extrêmement complexes, car il faudra maintenir l'orbiteur suffisamment près de la comète pour qu'il puisse l'étudier tout en évitant qu'il soit endommagé.

Pendant que le tandem filera à plus de 100 000 km/h en direction du Soleil, Rosetta évoluera à proximité de la comète en manœuvrant autour d'elle à l'allure d'un marcheur pour

recupérer des échantillons de poussière et de gaz tout en continuant à surveiller l'activité à la surface de la comète au fur et à mesure de son réchauffement.

Le 13 août 2015, Rosetta et la comète atteindront le point de leur trajectoire le plus proche du Soleil, situé à 185 millions de km de distance, entre les orbites de la Terre et de Mars. Rosetta continuera à escorter la comète pendant le reste de l'année 2015, alors que celle-ci s'éloignera à nouveau du Soleil et que son activité commencera à décliner. Cette phase d'escorte offrira donc une occasion sans précédent de récolter au jour le jour des informations sur le processus de croissance et de décroissance de l'activité cométaire, qui jusque-là n'a jamais été observé d'aussi près.



→ COMMUNICATIONS LONGUE DISTANCE

ESA-C. Carreau

Mission interplanétaire au long cours, Rosetta nécessite des communications radio avec la Terre parfaitement fiables, tant pour le contrôle en orbite du véhicule spatial que pour la transmission des précieuses données scientifiques recueillies par ses instruments. C'est au Centre européen d'opérations spatiales (ESOC) de l'ESA, situé à Darmstadt, en Allemagne, qu'a été confiée la responsabilité de la conduite opérationnelle de la mission et de ses instruments, tandis que les opérations liées à l'orbiteur sont coordonnées par le centre de contrôle du DLR (Cologne) et le centre des opérations scientifiques du CNES (Toulouse).

Pour les communications avec Rosetta, l'ESA utilise les antennes dans l'espace lointain de 35 m de diamètre situées à New Norcia (Australie occidentale), Cebreros (Espagne) et

Malargüe (Argentine), qui font partie de son réseau de poursuite, l'Estrack. Le délai de transmission au sol des signaux radio, qui voyagent à la vitesse de la lumière, peut atteindre jusqu'à 52 minutes, car il dépend de la distance séparant Rosetta de la Terre.

Il existe aussi des périodes où les communications sont interrompues, soit parce que Rosetta n'est en visibilité d'aucune des stations dans l'espace lointain, soit parce qu'elle n'est pas en mesure d'orienter sa principale antenne dans leur direction. Les données scientifiques sont alors stockées dans la mémoire de masse de Rosetta afin d'être transmises au sol dès qu'une occasion se présente. Là aussi, le débit de transmission des données entre Rosetta et la Terre compris entre 10 et 91 000 bit/s, est variable en fonction de la distance.



L'antenne dans l'espace lointain de l'ESA situé à Cebreros, en Espagne



La salle de contrôle de la mission Rosetta à l'ESOC

ESA-J. Mai

→ UNE COOPÉRATION INTERNATIONALE

Australie 
Telstra, Western Power

Canada 
SED

États-Unis 
Conax, Honeywell, Starsys, Vacco

Norvège
Det Norske Veritas, Kongsberg, Prototech, Raufoss

Irlande
Captec

Royaume-Uni
AEA Technologies, Astrium Ltd, BAE Systems (formally MRC), Hunting/Insys, Logica, Polyflex, Satasint, SciSys, Vega

Belgique
Alcatel ETCA, AMOS, Logica, Nexans (formerly Alcatel Fabrisys), Rhea, Spacebel

Suisse
Alcatel ETCA, Alcatel Space, APCO, Captec, Clemessy Contraves, ETEL, Helbling, HTS, Mecanex, RST

France
Alcatel, Astrium SAS, SEP, Thomson Tube Electronics

Espagne
Alcatel Espacio, CASA, Crisa, Sener, Tecnológica

Finlande
Patria Finavitec

Suède
Saab Ericsson Space

Danemark
Terma, Turbinegarden

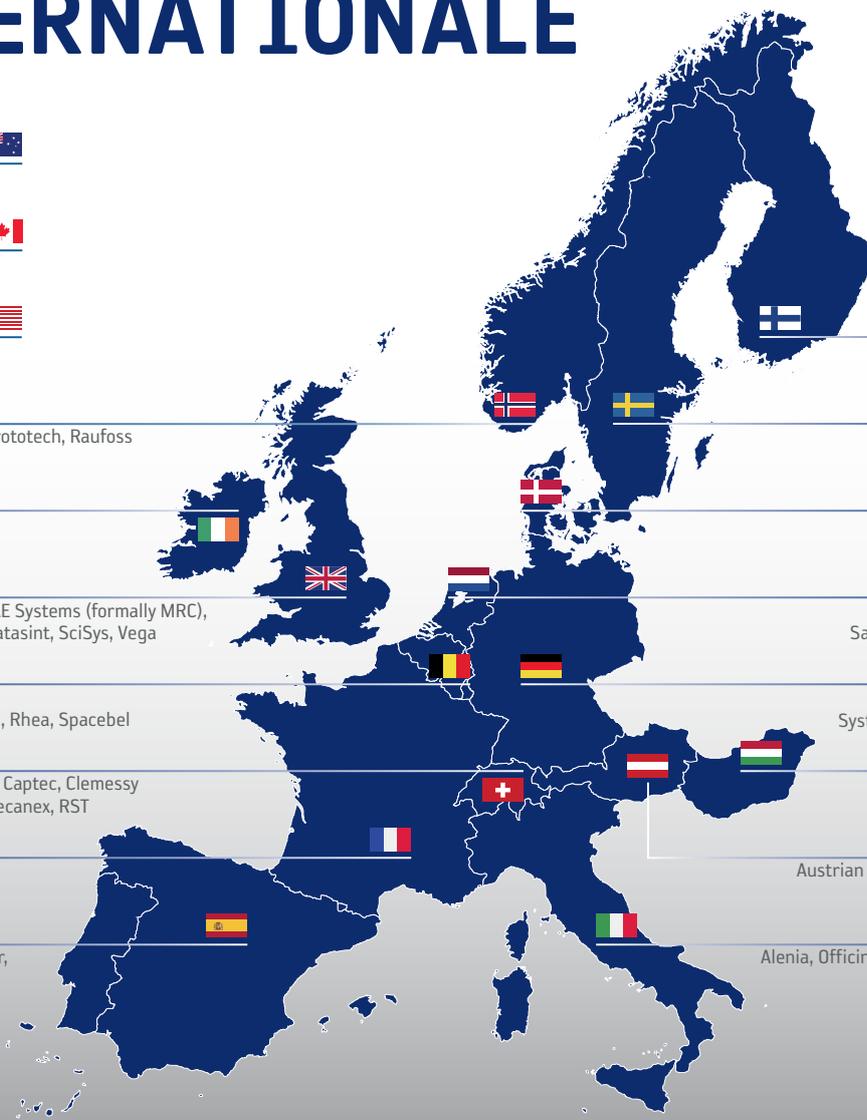
Pays-Bas
Bradford, Chess, Fokker, Satellite Services, TNO-TPD

Allemagne
ASE, Astrium GmbH, System Consulting, Timetech

Hongrie
KFKI

Autriche
Austrian Aerospace, SDP, Siemens

Italie
Alenia, Officine Galileo (formerly FIAR) TOPREL



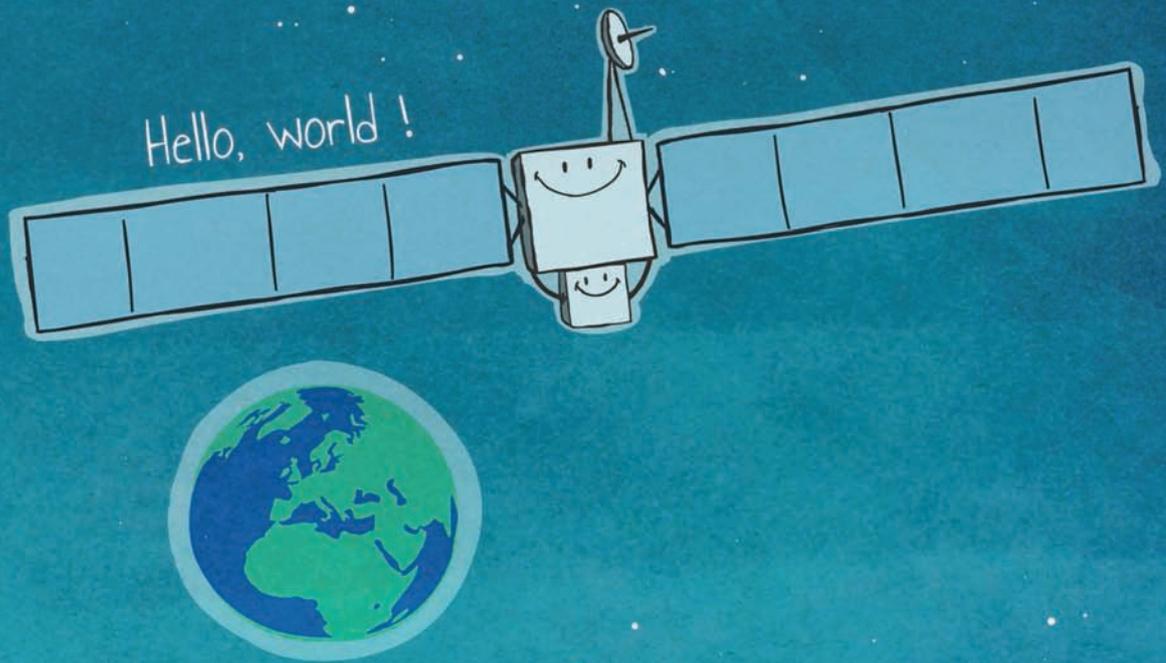
La sonde Rosetta a été réalisée par un consortium industriel regroupant plus de 50 entreprises de 14 pays européens et des États-Unis. La maîtrise d'œuvre du projet était assurée par Astrium Allemagne, qui avait pour principaux sous-traitants Astrium UK (plateforme de l'orbiteur), Astrium France (avionique) et Alenia Spazio (assemblage, intégration et vérification).

Les instruments scientifiques de l'orbiteur ont été fournis par des instituts de recherches européens et américains. Quant à l'atterrisseur Philae et à ses instruments, ils ont été conçus et réalisés par un consortium européen d'agences et d'instituts dirigé par le Centre aérospatial allemand (DLR).

Spacecraft vital statistics

Dimensions de l'orbiteur	2,80 x 2,10 x 2 m ; deux panneaux solaires de 14 m de long
Masse au lancement	orbiteur : 2900 kg (dont 1670 kg d'ergols et 165 kg de charge utile scientifique) ; atterrisseur (Philae) : 100 kg
Lanceur	Ariane 5 G+
Rendement des panneaux solaires	1100 W à 3,4 UA, 440 W à 5,29 UA
Propulsion	24 propulseurs bi-ergols délivrant chacun 10 newtons de poussée

→ PARTICIPEZ À L'AVENTURE



Toute l'actualité de Rosetta sur les médias sociaux :



esa.int/rosetta



<http://blogs.esa.int/rosetta/>

<https://www.facebook.com/RosettaMission>

https://twitter.com/esa_rosetta

bit.ly/rosettaYT

bit.ly/rosettaFlickr

