

Rosetta-Philae : un concentré du savoir-faire industriel suisse

L'industrie MEM a largement contribué à l'élaboration de Rosetta. Que ce soit pour la structure de l'antenne à haut gain et son mécanisme de pointage (RUAG Space) ou pour l'instrument ROSINA avec ses deux spectromètres de masse RTOF (APCO Technologies, Aigle) et DFMS (RUAG Space, Zurich) ou encore les cartes électroniques de l'instrument COPS (Montena EMC SA, Rossens), la sonde spatiale européenne a du concentré helvétique. L'atterrisseur Philae lui-même est muni d'une part de caméras franco-helvétiques (CSEM, Neuchâtel), sept plus précisément, qui doivent réaliser le panorama attendu ce mercredi 12 novembre, lors de son atterrissage. D'autre part, Philae embarque deux moteurs type RE 13 de maxon motor.

L'industrie helvétique peut aussi se targuer d'avoir contribué au succès de Rosetta lors de son approche orbitale, le 6 août dernier. Chapeauté par AIRBUS DS (maître d'œuvre), la sonde a en effet été construite pour l'Agence Spatiale Européenne (ESA) par plus de 50 sociétés européennes de 14 pays, dont la Suisse. Si l'on connaît bien le rôle scientifique de l'instrument suisse ROSINA (Rosetta Orbiter Sensor for Ion and Neutral Analysis) qui consiste à « renifler » ou à analyser les particules qui s'échappent du noyau de la comète afin d'en déterminer sa composition chimique, la température de son atmosphère et de son ionosphère (lire encadré), on en connaît moins bien la fabrication.

Tout d'abord, le maître d'œuvre de ROSINA n'est autre que l'Institut de physique de l'Université de Berne (UoB) qui s'est occupé du développement, du design, de la coordination, du management et des tests. La responsabilité de l'instrument ROSINA revient au Pr Hans Balsiger et au Pr Kathrin Altwegg, de l'Institut de physique de l'Université de Berne. L'instrument suisse est ainsi composé de quatre appareils : le spectromètre de masse DFMS (Double Focusing Mass Spectrometer) pour l'analyse de la composition en gaz et ions, le spectromètre de masse RTOF (Reflectron Time of Flight) pour l'analyse des molécules organiques, le capteur de pression (COPS Comet Pressure Sensor) et l'enregistreur de données DPU (Data Processing Unit). Ce groupe d'instruments est issu d'une coopération internationale suisse, allemande, française, américaine et belge (UoB, TUB, MPAe, IPSL, LMM, Umich, SwRI, CESR et BIRA).

Le CSEM déjà mandaté dans les années nonante

A la fin des années 90, le CSEM a été mandaté par l'Institut d'Astrophysique Spatiale (IAS, France) pour concevoir et développer les caméras panoramiques qui font partie intégrante de l'instrument CIVA (Comet nucleus Infrared and Visible Analyzer), l'un des dix instruments embarqués à bord de l'atterrisseur Philae.

L'instrument CIVA est en fait composé de trois sous-systèmes dont CIVA-P constitué d'un ensemble de 7 caméras destinées à réaliser le panorama stéréoscopique du site d'atterrissage, avec une résolution millimétrique près de Philae, et métrique à l'horizon. CIVA est un projet mené sous la responsabilité de l'IAS, grâce à un financement du Centre national d'études spatiales (CNES). Les phases de tests et de qualifications de ces caméras conçues par le CSEM ont quant à elles été financées directement par l'ESA.

Instrument ROSINA : d'APCO Technologies à l'Empa

L'entreprise vaudoise APCO Technologies a construit l'une des pièces maîtresses de l'instrument ROSINA : le spectromètre de masse RTOF (Reflectron Time of Flight). Ses ingénieurs ont réussi à relever de nombreux défis. Il leur a fallu tout d'abord réduire ce « labo » de plus de 300 kg aux normes et aux exigences rigoureuses de la technologie spatiale. La masse maximale finale a atteint environ 9 kg ! De plus, RTOF devait supporter des contraintes dynamiques liées en

particulier au lancement de la sonde Rosetta par une fusée Ariane 5. Un challenge que l'entreprise vaudoise a aussi réussi à tenir. En sous-traitance d'APCO Technologies, une partie des pièces du capteur optique d'ions du spectromètre de masse RTOF a été fabriquée par l'entremise de l'Empa à Dubendorf. APCO Technologies dispose aussi à Kourou d'un personnel étoffé. En Guyane, l'entreprise suisse est responsable de la maintenance et de l'exploitation du complexe intitulé « Ensemble de préparation des charges utiles (EPCU) où sont préparés les satellites pour leur intégration sur le lanceur Ariane 5 ».

Deuxième spectromètre pour analyser la masse des atomes

Baptisé DFMS (Double Focusing Mass Spectrometer), le deuxième spectromètre de masse de ROSINA a été construit par RUAG Space à Zürich et fonctionne conjointement avec le spectromètre RTOF. Les deux systèmes servent à analyser la masse des atomes ainsi que les molécules de gaz formant la queue de la comète. Les pièces du spectromètre ont été conçues par les ingénieurs de RUAG Space, puis usinées, assemblées et testées dans les locaux de l'entreprise zurichoise.

En outre, l'entreprise Montena EMC SA de Rossens a mis au point les circuits électroniques du troisième composant de ROSINA : le capteur de pression COPS. Mises au point en collaboration avec l'entreprise CP Automation SA de Villaz-St-Pierre, ces trois cartes électroniques de Montena EMC permettent ainsi de générer le signal du senseur COPS, de l'amplifier et de le transmettre au calculateur de données de ROSINA. Cette technologie n'a en soit rien de révolutionnaire, mais elle devient ardue lorsqu'il s'agit de faire fonctionner tout cet équipement embarqué dans le vide sidéral. « Les rayonnements cosmiques provoquent parfois de l'électricité statique sur ces circuits. Il importe que les champs électromagnétiques ainsi créés soient maîtrisés. La fiabilité d'un produit est caractérisée par son immunité aux perturbations extérieures », explique Werner Hirschi, directeur de la firme sarinoise.

L'antenne à haut gain : précision suisse

La firme suisse la plus impliquée est donc RUAG Space qui a fourni la structure, l'optique et le design thermique de l'instrument DFMS. La firme zurichoise a aussi procuré l'électronique de commande et de mesure de l'instrument MIDAS (Micro-Imaging Dust Analysis System) conçu pour la mesure de minuscules particules dans la queue de Rosetta. Par ailleurs, l'entreprise RUAG Space a été le contractant principal de l'antenne à haut gain de Rosetta. Celle-ci est composée de quatre parties : l'antenne elle-même, le mécanisme de pointage, le mécanisme de libération et l'électronique du mécanisme de pointage. RUAG Space avait trois sous-traitants principaux : Saab Ericsson Space à Göteborg en Suède, aujourd'hui RUAG Space Suède pour la structure de l'antenne ; ETEL Suisse pour l'électronique (mécanisme de pointage) et BAE Systems Advanced Technology Centre du Royaume-Uni responsables des « rotules ». L'antenne à haut gain est un élément essentiel de communication entre la Terre et la sonde Rosetta. La parabole 2,2 m de diamètre est utilisée pour relayer de grandes quantités d'informations sur Terre à des débits élevés sur une distance de plus de 500 millions de kilomètres. « Pour ce faire, l'antenne doit pointer de façon très précise l'azimut (chacun des côtés) et l'altitude », spécifie Hendrik Thielemann, l'un des responsables de communication chez RUAG Space.

Pour sa part, l'entreprise bâloise Clemessy a apporté son savoir faire concernant les moyens électriques au sol. Tandis que Realtechnologie AG d'Oberrieden (ZH) a participé à la fabrication du système de propulsion de descente (gaz froid) ADS (Active Descent System) de l'atterrisseur Philae de Rosetta.

La protection thermique de RUAG Space

Partie le 2 mars 2004 dans la coiffe d'un lanceur Ariane 5G, Rosetta a passé une partie de son

long voyage plongée dans un « sommeil profond », c'est-à-dire avec un maximum de systèmes à l'arrêt. Cette précaution s'imposait dans la mesure où la trajectoire prévue pour Rosetta allait l'emmener trop loin du soleil afin que ses panneaux solaires puissent encore produire de l'énergie électrique en quantité suffisante. Pour éviter sa congélation, RUAG Space a mis au point une sorte de « sac de couchage » qui a assuré, outre une isolation thermique optimale, la protection de la sonde contre l'impact de petits météorites. Composé de plus de 20 couches de film plastique métallisé, ce bouclier a garanti et garantit encore le même effet isolant qu'un mur en briques de plus de 10 mètres d'épaisseur. Le 20 janvier 2014, l'ordinateur central de la sonde, réalisé également par RUAG Space, a réveillé celle-ci de son sommeil profond, le 6 août dernier.

Caméras panoramiques de l'instrument CIVA-P

Les sept caméras miniatures du module de descente Philae de Rosetta ont déjà fourni des images spectaculaires de la planète Mars. Plus récemment, le 7 octobre dernier, l'une des caméras de l'instrument CIVA a pris une nouvelle image saisissante de Rosetta et de la comète Churyumov-Gerasimenko, distante alors de seulement 16 km. Ces caméras seront mises à rude contribution lors de la descente. « Précisons qu'il y a en fait 8 caméras installées sur Philae : 7 caméras distribuées sur le « lander » pour obtenir des images de la surface (panorama) et une tête de caméra qui équipe un microscope », explique Stéphane Beauvivre de Micro-Cameras & Space Exploration SA à Neuchâtel, start-up créée en 2002 par le CSEM. Le capteur photo est un CCD de 1024 x 1024 pixels (soit 1 million de pixels) pour lequel un package spécifique a dû être développé pour répondre aux exigences de la mission. Ces caméras haute définition (à l'époque où elles ont été conçues : 1998) sont suffisamment robustes pour résister aux vibrations violentes lors du décollage, ainsi qu'au voyage dans l'espace qui a duré dix ans avec de grandes variations de température, des conditions de vide, et une exposition aux radiations cosmiques. Elles ont déjà fait leur preuve en produisant des images à des températures extrêmes (-150°C). A l'origine, le chef de projet de ces caméras CIVA-P était le Dr Jean-Luc Josset, actuellement directeur de l'Institut d'Exploration Spatiale Space-X à Neuchâtel. « A l'époque, concevoir et construire quelque chose d'aussi petit, relevait de l'exploit et d'aucuns pensaient que cela était impossible. Heureusement, grâce au savoir-faire et à l'expertise d'organisations suisses comme le CSEM, la Suisse a été en mesure de relever le défi », précise Jean-Luc Josset.

Quelles retombées le CSEM en a retiré de l'expérience Rosetta ? « Ce développement nous a permis de renforcer nos compétences dans le spatial, avec notamment une expertise augmentée dans l'intégration fine et complexe de systèmes miniaturisés. Nous avons ainsi pu répondre par la suite à d'autres missions toutes aussi exigeantes », commente le Dr Ivar Kjelberg, responsable de l'activité instrumentation scientifique au CSEM.

L'industrie, gage de réussite

Quelles retombées le CSEM en a retiré de l'expérience Rosetta ? « Une expertise augmentée dans l'intégration, dans le spatial et une retombée économique pour la région par la création d'une startup », estime Nicolas Blanc, responsable du programme spatial au CSEM. Par ailleurs, l'entreprise saint-galloise Fisba Optik a mis au point l'optique de la caméra à imagerie panoramique et stéréo de l'atterrisseur Philae. Par ailleurs, l'instrument DFMS a fait l'objet de nombreux tests aux écoles polytechniques de Zurich pour la haute tension, de Rapperswil pour des mesures de précision et de Bienne pour le design. Les institutions suisses tout comme les scientifiques impliqués dans le projet Rosetta ont donc largement bénéficié du savoir-faire industriel helvétique, surtout MEM. Un gage de réussite pour la mission.

Roland Keller
Swiss Space Writer
High-News Sàrl

Une odeur d'œufs pourris

L'instrument suisse ROSINA a déjà eu l'occasion d'être mis à contribution en 2007 déjà, lorsqu'il avait découvert des premières molécules d'eau. L'ESA n'a évidemment pas attendu d'être tour près de la comète pour savoir si les instruments ont fonctionné. « Une fois par année, on les met à contribution pour s'assurer qu'ils seront en état de marche au moment de leur approche vers la comète », avait alors déclaré Kathrin Altwegg, de l'Université de Berne, responsable des expériences de l'instrument ROSINA embarqué sur Rosetta.

Arrivé dans les parages de « Tchuri » en juillet dernier, outre de l'eau, l'appareil suisse a aussi détecté du monoxyde et du dioxyde de carbone, de l'ammoniaque, du méthane et du méthanol. Il a ensuite repéré du formaldéhyde, de l'hydrogène sulfuré, du cyanure d'hydrogène, du dioxyde de soufre et du sulfure de carbone. « Le parfum de la comète Chourioumov-Guérassimenko est plutôt fort, avec une odeur d'œufs pourris (hydrogène sulfuré), d'écurie (ammoniaque) et l'odeur âcre, suffocante du formaldéhyde », décrit encore Kathrin Altwegg. « Tout ça mélangé avec l'arôme d'amande amère du cyanure d'hydrogène ».

maxon motor : deux moteurs actifs pour abaisser l'APXS

Implantée à Sachseln, en Suisse centrale, maxon motor est également impliquée dans Rosetta. Déjà bien connue pour avoir équipé les rovers martiens Spirit et Opportunity avec 35 entraînements de précision chacun, l'entreprise obvaldienne a également équipé sur l'atterrisseur Philae deux moteurs DC type RE 13 (diamètre de 13 millimètres) fixés sur l'appareil APXS (Alpha Proton X-ray Spectrometer). Il s'agit d'un spectromètre à rayons X développé par l'Université Johannes Gutenberg à Mainz (DE), instrument qui va analyser la composition chimique du site d'atterrissage de la comète. Les moteurs de maxon motor jouent ainsi un rôle important dans l'abaissement de l'APXS lorsque Philae se sera accroché à la surface de la comète.

Maître d'œuvre de ROSINA: l'Institut de physique de l'Université de Berne (UoB) s'est occupé du développement, du design, de la coordination, du management et des tests