

Exploration spatiale: la voie suisse

30 ans de PRODEX – PROgramme de Développement d'EXpériences scientifiques



Impressum

Editeur: Secrétariat d'Etat à la formation, à la recherche et à l'innovation (SEFRI)
Einsteinstrasse 2, CH-3003 Berne
info@sbfi.admin.ch www.sefri.admin.ch
Conception et rédaction: Xandracom GmbH, Winterthour
Mise en page: Thomas Lüthi, Désirée Kunze
Photographies: Christophe Stolz
Traductions: Services linguistiques du SEFRI et de la Chancellerie fédérale
Impression: Neidhart + Schön AG, Zurich
Langues: allemand, anglais, français et italien
ISSN 2296-3677

L'ensemble des informations et des chiffres concernant les projets reposent sur l'état des connaissances au printemps 2015.

Pour télécharger la présente publication: www.sbfi.admin.ch/PRODEX_fr

© 2015 Secrétariat d'Etat à la formation, à la recherche et à l'innovation (SEFRI)

Photo en page de titre:

2017 – Sur les traces d'une seconde Terre: le télescope CHEOPS (CHaracterising ExOPlanet Satellite), sous direction suisse, étudiera les caractéristiques de planètes situées dans des systèmes planétaires voisins.

Photo en dernière page:

1969 – Succès historique pour la recherche: lors du premier alunissage, l'astronaute américain Buzz Aldrin a installé le panneau solaire mis au point par l'Université de Berne avant même de déployer le drapeau des Etats-Unis.



Chers passionnés de l'espace,

La plupart d'entre vous savent sans doute déjà que les premiers astronautes qui ont marché sur la lune portaient des montres suisses au poignet. Mais saviez-vous aussi que la Suisse avait fourni à l'époque le seul objet d'expérience scientifique non-américain qui se trouvait à bord? Et que celui-ci a été installé sur la lune avant même que le drapeau américain soit déployé?

Le panneau solaire de l'Université de Berne n'était pourtant pas le premier coup de maître de la recherche spatiale en Suisse. La Confédération, qui peut s'appuyer sur une excellente base de formation, de promotion de la recherche et d'innovation industrielle, a enregistré de premiers succès dès le début des années 1950, lors de l'apparition de la recherche spatiale basée sur les satellites.

Compte tenu des ressources nécessaires, il a toujours paru évident que la Suisse ne pourrait se faire une place dans la recherche spatiale et la conserver qu'en nouant des coopérations internationales. Elle a donc participé, en tant que membre fondateur, à la création de l'Agence spatiale européenne (ESA). Cet engagement a donné naissance à PRODEX, un programme visant à mettre à la disposition de petits Etats les compétences de l'ESA en matière de conduite de projets et de technologie pour le développement d'instruments. Des pays disposant de ressources et de structures modestes ont ainsi été en mesure de contribuer au développement et à la construction d'instruments complexes et de haute qualité destinés à la recherche spatiale.

Les interactions entre la science et l'industrie se révèlent exemplaires dans ce type de projets et constituent une source d'inspiration pour les deux parties. Le transfert de connaissances et de compétences entre ces deux acteurs importants de l'économie nationale ne se limite pas à la collaboration effective pendant le projet, il permet d'établir des contacts, une relation de confiance ainsi que des tremplins vers des carrières professionnelles couronnées de succès. Cette clé de réussite est aussi celle que nous appliquons d'une manière générale dans la politique suisse d'encouragement de la recherche et de l'innovation.

C'est pour toutes ces raisons que je suis heureux de vous recommander la lecture de cette brochure. PRODEX a été créé il y a maintenant 30 ans, pendant lesquels la Suisse a mis en œuvre bon nombre de projets qui ont contribué à l'essor remarquable des sciences spatiales européennes. L'ESA compte aujourd'hui parmi les agences spatiales les plus innovantes au monde. Avec PRODEX, mais aussi avec ses scientifiques, ingénieurs et entreprises, la Suisse peut désormais se prévaloir de prestigieuses relations et coopérations avec toutes les grandes agences spatiales, en Europe comme ailleurs. Une véritable réussite pour la politique scientifique et la politique extérieure de la Suisse.

Bonne lecture!

Mauro Dell'Ambrogio
Secrétaire d'Etat à la formation, à la recherche et à l'innovation

Pourquoi PRODEX? Le programme vu par les autres pays

PRODEX (PROgramme de Développement d'EXpériences scientifiques) est un programme visant à faciliter des missions spatiales futures. Il permet aux plus petits des Etats membres de l'ESA, qui n'ont pas d'agence spatiale nationale et/ou disposent de ressources limitées, de réaliser des développements au niveau national grâce au transfert de connaissances et d'expériences de l'ESA, et de se trouver ainsi en première ligne pour contribuer tant sur le plan technologique que scientifique au succès des sciences spatiales européennes et internationales.

«PRODEX est un instrument utile qui nous permet de profiter de nos investissements dans les programmes de l'ESA liés aux sciences, à la station spatiale et à l'observation de la Terre. Notamment parce que les mécanismes nationaux traditionnels de soutien à la recherche et au développement ne sont pas toujours applicables.»

Agence spatiale norvégienne

«Le Danemark ne disposant pas d'un programme spatial national, PRODEX constitue l'un des principaux moyens d'assurer sa participation à la collecte de données scientifiques dans le cadre des missions de l'ESA.»

**Ministère de la Formation supérieure
et des Sciences, Danemark
Agence pour la recherche et l'innovation**

«PRODEX a permis à notre petit pays, dépourvu de programme spatial national, de participer à des projets qui seraient, sinon, restés hors de notre portée. Cela représente notamment une source de motivation et d'inspiration pour les futures générations de scientifiques irlandais.»

Agence de promotion de l'innovation, Irlande

«Le programme PRODEX complète bien les investissements réalisés par la Belgique dans les programmes de développement traditionnels de l'ESA. Grâce à PRODEX, nous permettons à nos scientifiques et à notre industrie nationale de développer et de mettre sur pied des expériences spatiales innovantes.»

**Service public de programmation de
la Politique scientifique fédérale, Belgique**

«Bien que PRODEX favorise en premier lieu le développement d'instruments scientifiques, il ouvre également la voie à la conception de technologies spatiales avancées destinées à des applications courantes.»

**Ministère de l'Economie, Pologne
Département Innovation et industrie**

«PRODEX est un formidable soutien grâce auquel l'Autriche peut réaliser des projets d'envergure dans le domaine de la recherche spatiale et assurer à ses chercheurs l'accès à des données scientifiques de premier plan provenant de missions spatiales internationales.»

**Agence autrichienne de promotion de la recherche (FFG)
Agence spatiale autrichienne**

«Nous réunissons des experts de la conquête spatiale» Entretien avec Michel Lazerges, responsable du bureau PRODEX au sein de l’ESA, Noordwijk (Pays-Bas) 6

Faits et chiffres Le pôle spatial suisse 9

Apprendre de Mars pour en savoir plus sur la Terre Portrait de Ruth Ziethe, cheffe de projet, Space Research & Planetary Sciences, Université de Berne 10

Un cartographe de l’Univers Portrait de Stéphane Paltani, chercheur principal, Département d’astronomie, Université de Genève 12

Du côté solaire de la recherche Portrait de Margit Haberreiter, cheffe de projet, PMOD/WRC 14

James Webb en partie made in Switzerland Portrait d’Adrian Glauser, chercheur principal dans le domaine des instruments, Institut d’astronomie, EPFZ 16

30 ans au service de Rosetta Portrait de Kathrin Altwegg, directrice du Center for Space and Habitability, Université de Berne 18

Sur les traces des étoiles à neutrons Portrait d’Enrico Bozzo, chef de projet, Département d’astronomie, Université de Genève 20

Le fil qui relie la Suisse à la Station spatiale internationale (ISS) Portrait d’Alexandra Deschwanden, BIOTESC, Haute école de Lucerne 22

«Nous ne vivons plus dans des cavernes parce que l’Homme a toujours été curieux» Entretien avec Willy Benz, directeur de l’Institut de physique, Université de Berne. 24

Faits et chiffres Jalons dans le développement d’instruments en Suisse 27

Des circuits d’une grande fiabilité fabriqués dans le Seeland bernois Portrait de nanoTRONIC GmbH, Lyss 28

Premiers pas d’une entreprise familiale Portrait d’APCO Technologies SA, Aigle 30

Conception électronique de précision pour l’industrie spatiale Portrait d’Art of Technology, Zurich. 32

Précision et fiabilité au sol et dans l’espace Portrait de RUAG Space, Zurich 34

Solutions logicielles pour la recherche spatiale Portrait de SixSq Sàrl, Genève. 36

«Les entreprises suisses de niche appartiennent à l’élite mondiale» Entretien avec Frédéric Boden, fondateur et directeur de MetalUp3 38

Faits et chiffres Graphiques relatifs aux activités spatiales de la Suisse 41

Prendre le pouls des planètes Portrait de Peter Zweifel, directeur de l’Aerospace Electronic and Instrument Laboratory (AEIL), Institut de géophysique, EPFZ 42

«Les innovations dans le domaine spatial sont utiles à la société» Entretien avec André Csillaghy, Institute of 4D Technologies de la Fachhochschule Nordwestschweiz 44

Faits et chiffres Aperçu des projets PRODEX de la Suisse 47



«Nous réunissons des experts de la conquête spatiale»

En tant qu'initiatrice de PRODEX, la Suisse occupait il y a 30 ans une position très importante au sein du programme. Qu'en est-il aujourd'hui?

Michel Lazerges: Etant dépourvue d'agence spatiale nationale, la Suisse a su tirer profit de la coopération dans le cadre de l'ESA. PRODEX lui permet d'avoir recours à l'expérience, aux connaissances et aux compétences de l'ESA pour réaliser des développements au niveau national. La Suisse remporte un tel succès dans ce domaine qu'elle est maintenant représentée non seulement à bord de chaque mission scientifique de l'ESA, mais aussi dans des missions américaines, chinoises ou encore japonaises.

N'était-ce pas déjà le cas lors de la création de PRODEX?

Les responsables politiques suisses de l'époque ont eu le mérite de voir que PRODEX pourrait être un moyen de rester compétitifs et de se maintenir en première ligne au plan mondial sans pourtant bénéficier des structures d'une agence spatiale nationale. Le champ d'application de PRODEX est le développement d'instruments scientifiques destinés au spatial. D'autres programmes de l'ESA montrent que la Suisse profite de cette coopération également sur le plan technologique et industriel, et qu'elle est un partenaire apprécié.

Quels pays participent actuellement à PRODEX?

PRODEX regroupe avant tout des pays qui choisissent de renoncer à la mise en place de structures nationales, mais qui souhaitent néanmoins renforcer leurs connaissances et leurs compétences dans le cadre de développements majeurs, souvent de nature critique, et font appel pour cela au savoir-faire de «leur» agence spatiale, l'ESA. Aux côtés de la Suisse, on retrouve la Norvège, le Danemark, l'Irlande, la Belgique, l'Autriche, les Pays-Bas, la République tchèque, la Pologne, la Roumanie et la Grèce.

En quoi le rôle de la Suisse se distingue-t-il de celui des autres Etats membres?

PRODEX est un programme de l'ESA qui implique des droits et des devoirs. Dans ce domaine, il n'existe aucun critère de différenciation entre les membres. Il est évident que depuis la création du programme, la Suisse a œuvré constamment en faveur du développement des instruments et du transfert entre les hautes écoles et l'industrie. Cette stratégie claire et les 30 ans d'expérience dont elle dispose lui confèrent naturellement un avantage par rapport aux autres sites, mais tout ceci représente surtout une richesse pour le programme lui-même. En tant que Français, j'ai envie de citer ici Alexandre Dumas: «Un pour tous, tous pour un!»

Quelles compétences la Suisse apporte-t-elle?

Comme évoqué précédemment, la Suisse peut s'appuyer sur sa base scientifique et technologique pour aborder avec succès presque tous les aspects du développement des instruments. Elle peut en outre se prévaloir d'un savoir-faire important dans de nombreux domaines tels que l'intégration de systèmes, l'optique ou la micromécanique.

Vous travaillez pour le programme PRODEX depuis environ quatre ans. Comment avez-vous perçu la collaboration entre les différents pays pendant cette période?

Les membres ont tous un point commun: ils sont passionnés par le sujet. Cette passion est extrêmement motivante, et elle permet surtout d'éviter que les différences culturelles ne deviennent un obstacle.

Il est ainsi possible de se concentrer totalement sur les interfaces parfois très complexes dans les différents projets. En plus de la complexité technologique, la coopération extensive avec un nombre considérable de partenaires, fournisseurs et producteurs a entraîné ces dernières années des besoins de coordination accrus. J'aimerais cependant faire remarquer qu'il vaut largement la peine d'assumer ce surcroît de charges, aussi bien pour l'ESA, les Etats membres, le programme PRODEX et les sciences spatiales que pour les institutions et entreprises participantes.

Comment procédez-vous pour gérer cette complexité?

Au bureau PRODEX, nous veillons à assurer un processus efficace. Les activités doivent d'abord être définies avec précision avant que les différents travaux puissent être répartis. Lorsque nous faisons développer un instrument sur mandat d'une délégation, nous nous en tenons en premier lieu au concept de l'institut scientifique responsable de la proposition, tout en essayant de donner un maximum de liberté au chef de projet. Les conseillers techniques du bureau PRODEX fournissent un accompagnement pour les aspects techniques et sont responsables de la définition correcte des spécifications, procédures de test et interfaces au sein ou en dehors du projet concerné. En parallèle, le programme PRODEX fait appel à ses propres spécialistes en matière de contrats afin d'établir, avec les instituts et l'industrie, un cadre juridique pour le développement des instruments. Cette tâche comprend la procédure d'appel d'offres public de marchés industriels, propre au pays en question.



Portrait

Michel Lazerges a achevé ses études à l'Université de Toulouse avec un doctorat d'ingénierie en technologies/instrumentation médicales et neurosciences appliquées à l'espace. Avant de rejoindre l'ESA en 2000 en qualité d'ingénieur senior, il a travaillé comme ingénieur à l'Institut de Médecine et de Physiologie Spatiales à Toulouse. Depuis 2011, il est responsable du bureau PRODEX au sein de l'ESA.

Cela signifie que PRODEX fait beaucoup plus que simplement gérer et distribuer des fonds...

Tout à fait! Les fonds sont administrés par les délégués. La mission de PRODEX, et donc du bureau PRODEX, est de garantir la réussite du développement des instruments commandés. Et ce, si possible dans les délais prévus, avec la qualité requise et, bien sûr, dans le cadre budgétaire autorisé. Notre travail est donc un mélange de conduite de projets, de gestion de la qualité, de dépannage et d'assistance générale ou spécifique sur des questions administratives, juridiques ou techniques/technologiques.

Quel rôle jouent les délégués PRODEX dans les différents pays?

Ils représentent les pays dans le cadre de PRODEX et sont ainsi les interlocuteurs directs du bureau PRODEX à l'échelon de la délégation. Egalement en charge de l'administration du budget, ce sont eux qui autorisent le lancement des activités et qui peuvent, dans des cas extrêmes, les stopper. L'échange réciproque d'informations ne se limite donc pas aux réunions bilatérales semestrielles et à la réunion annuelle avec tous les Etats participant à PRODEX.

Revenons au bureau PRODEX. Comment se passe la collaboration avec les autres départements de l'ESA?

Elle fonctionne très bien. La répartition des tâches est claire. PRODEX développe des instruments scientifiques et le département Projets de l'ESA est responsable de la construction des satellites sur lesquels les instruments seront transportés et utilisés. Le service Science et Opérations, pour sa part, garantit le bon fonctionnement des satellites et des instruments.

Les canaux de communication courts avec les structures supérieures permettent d'aborder les aspects techniques directement avec les gestionnaires de projet et leurs équipes, ce qui implique une perte de temps et d'énergie minimale. Par ailleurs, PRODEX peut compter sur l'ensemble des experts de l'ESA, des spécialistes des systèmes optiques ou mécaniques destinés à l'espace jusqu'aux auditeurs financiers, en passant par les juristes rompus aux traités internationaux sur l'espace. En cas de problème complexe, cela nous aide à trouver un expert dans un délai raisonnable et à parvenir à une solution dans presque toutes les situations.

Quelle est la valeur ajoutée de PRODEX?

Nous réunissons des experts de la conquête spatiale venus d'horizons divers. Et nous contribuons à apporter dans le domaine spatial des technologies innovantes fournissant de nouvelles données aux scientifiques, qui leur permettront de faire de nouvelles découvertes. Et ce n'est pas tout: nous aidons aussi les pays participants à renforcer leur compétitivité et leur capacité d'innovation, tout en leur offrant une plate-forme internationale.

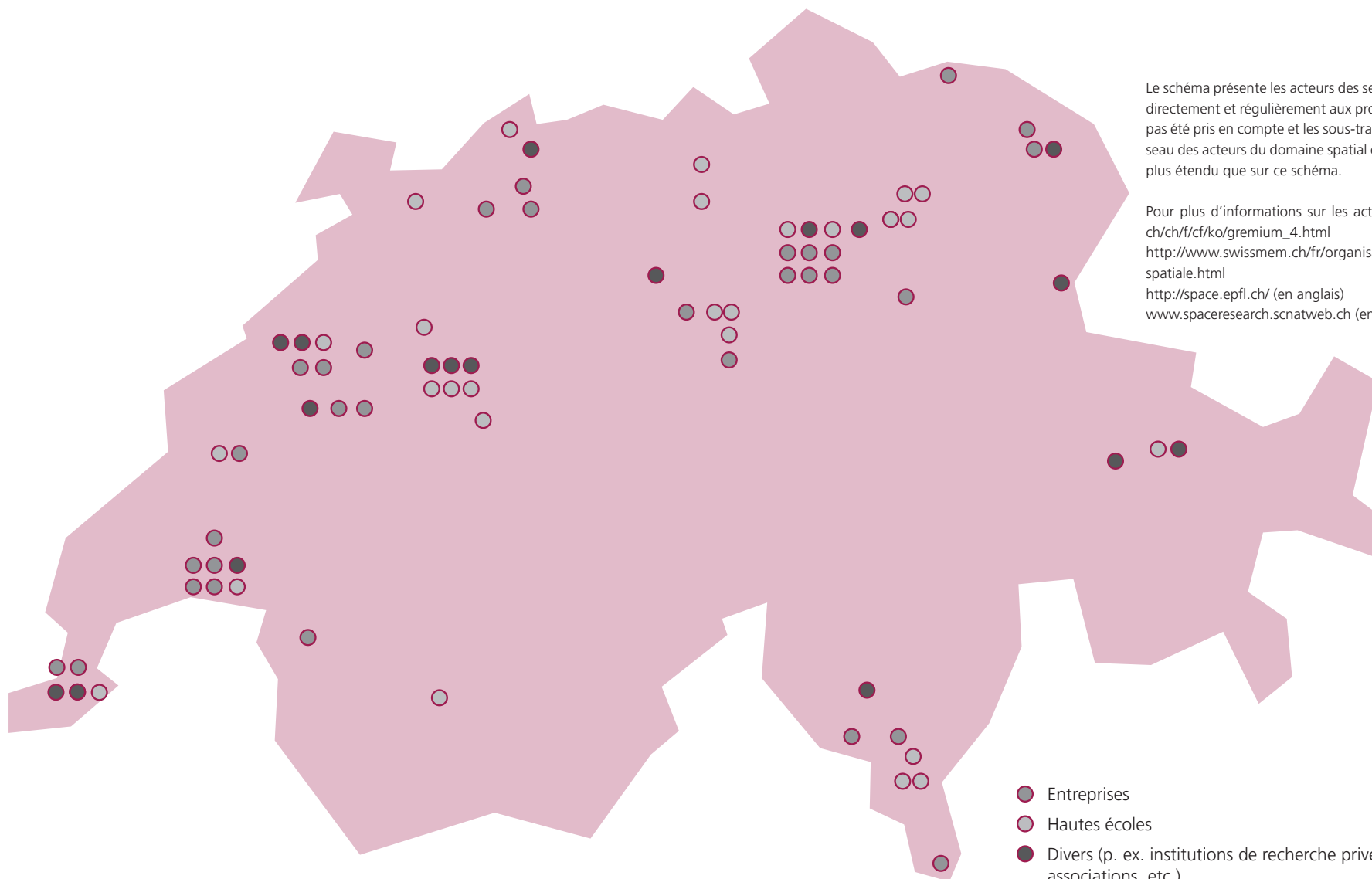
Où en sera PRODEX dans dix ans? Autrement dit, quels sont vos objectifs pour le programme?

Mon objectif est de faire en sorte que le programme soit utilisé dans chaque pays en fonction des besoins locaux spécifiques. J'aimerais en outre améliorer la compétitivité industrielle des pays participants et élever le niveau de leur savoir-faire scientifique et technologique. Je tiens à ce que les responsables nationaux sachent que les fonds placés dans les projets PRODEX sont de bons investissements, qui servent non seulement à promouvoir les nouvelles technologies, mais aussi à créer de la valeur ajoutée dans les pays concernés.

J'œuvre également pour que les personnes qui ne travaillent pas dans le domaine spatial puissent elles aussi se rendre compte de la valeur ajoutée de PRODEX et comprendre qu'il est dans leur intérêt d'encourager leur pays à investir dans la recherche spatiale.

>> sci.esa.int/prodex/

Les pôles spatiaux suisses



The Colour and Stereo Surface Imaging System



CaSSIS is the imaging system on the ExoMars Trace gas orbiter to be launched in 2016.

The camera is nadir but is boresight rotating around the surface region twice from viewing angles construction of image pair.

Science Objectives

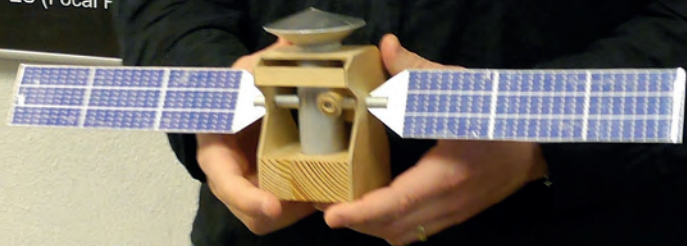
- To characterize sites which have been identified as potential sources of trace gases
- To investigate dynamic surface processes (e.g. sublimation, erosional processes, volcanism) which may contribute to the atmospheric gas inventory
- To certify potential future landing sites by characterizing local slopes, rocks, and other potential hazards.

Facts & Numbers

Mass	17.7kg
Aperture	14cm
Focal length	880mm
Orbit height	400km
Orbit duration	2 hours
Mission Duration	1 Mars year
Resolution	2m/px
Colours	4
Swath Width	8km
Colour swath	8km
Mars Coverage	2%

SCIENCE: E...
 Nicolas Thom...
 Cremonese M...
 CONTRIBU...
 University of...
 INDUSTRY...
 ES (Focal F...

Hörsaal
099



Apprendre de Mars pour en savoir plus sur la Terre

L'Université de Berne joue un rôle majeur dans la prochaine mission vers Mars. Sous la direction de Ruth Ziethe, elle a mis au point une caméra stéréo d'un nouveau genre, dont les images doivent nous renseigner sur la surface de la planète rouge. Lorsque la caméra destinée à la mission ExoMars enverra des données de Mars vers la Terre, à partir de 2016, les scientifiques espèrent bien faire également de nouvelles découvertes sur notre planète.

Lorsqu'on lui a proposé, il y a quatre ans, le poste de cheffe de projet pour le développement de la caméra CaSSIS, elle n'a pas hésité une seconde. «Même si je m'étais plutôt spécialisée dans la planétologie après ma maturité, j'avais déjà des liens avec l'organisation et la réalisation de missions spatiales et avec les instruments associés.» L'attrait d'une telle entreprise, à savoir construire quelque chose qui devra, à terme, fonctionner très loin de la Terre et tout près de Mars – ou d'une autre planète – tout en renvoyant de précieuses informations de là-bas, a achevé de la convaincre d'accepter ce nouveau défi.

Une cheffe de projet passionnée

Ruth Ziethe a été attirée par l'espace dès son plus jeune âge, avec un penchant particulier pour les planètes depuis la lecture du précis d'astronomie reçu en cadeau pour ses 12 ans. Après des études de géophysique avec spécialité en physique des planètes et l'obtention d'un doctorat à l'Université de Münster, Ruth Ziethe a occupé plusieurs postes post-doc, dont le dernier en date à l'ESTEC, le centre technique de l'ESA. «J'étais alors chargée d'effectuer des simulations numériques sur l'évolution thermique de planètes comparables à la Terre.»

Si l'on remarque rapidement sa passion pour la recherche fondamentale, Ruth Ziethe ne regrette cependant pas un instant d'avoir quitté ce domaine pour prendre la direction du projet CaSSIS. «Je dois veiller à ce que mon chef, le professeur Nicolas Thomas, livre à l'ESA une caméra en parfait état de marche à l'automne 2015,» explique-t-elle pour résumer son travail. Cela peut paraître simple, mais recèle pourtant quelques points complexes et autant de défis à relever. «Je dois garder le contrôle sur un maximum de détails en même temps, sans risquer de perdre la vue d'ensemble sur le projet.» Elle ne cache pas que les tâches trop simples ne l'ont jamais intéressée.

Sa mission consiste notamment à guider et à soutenir son équipe d'ingénieurs de sorte que les pièces nécessaires pour l'instrument puissent être élaborées, construites et testées, et que le tout s'assemble parfaitement. Sa fonction d'interface entre l'ESA, les fournisseurs d'engins spatiaux et les développeurs comporte également une grande part de documentation et de communication. «J'essaie toujours de comprendre précisément mon interlocuteur et d'éviter tout malentendu en

transmettant les informations à l'autre partie.» Elle ajoute avec un sourire que si quelque chose fonctionne mal, elle devra en répondre de toute façon. «En revanche, si tout se passe bien, cela signifie que les ingénieurs ont bien travaillé.» Mais pour Ruth Ziethe, même les difficultés ont un charme particulier. «Lorsque des problèmes surviennent, on peut s'en occuper progressivement et voir peu à peu la situation s'améliorer de nouveau,» confie-t-elle.

Des collaborations multiples

Pour le développement de CaSSIS, l'équipe de Ruth Ziethe a aussi collaboré étroitement avec l'industrie. «Tout ce que nous ne pouvons pas fabriquer dans notre atelier à l'université, nous l'avons fait produire par des partenaires en Suisse ou à l'étranger.» RUAG Space a ainsi réalisé la structure en fibre de carbone avec les miroirs, tandis que les pièces complexes en matériaux composites ont été fournies par Mecha ou Connova, et l'électronique par Montena. Le détecteur et l'électronique associée proviennent de partenaires italiens; des filtres spéciaux ont été mis au point par la société Balzers d'Iéna et le convertisseur de puissance par le Centre de recherche spatiale de Varsovie. Enfin, l'une des tâches de la cheffe de projet consiste également à se rendre régulièrement à Cannes chez Thales Alenia Space, la principale entreprise responsable de la construction du satellite.

Ruth Ziethe ne doit pas non plus perdre de vue les relations avec PRODEX. «La collaboration a été utile et enrichissante; nous avons entretenu des échanges soutenus.» Le fait que le bureau PRODEX soit le partenaire contractuel de RUAG Space et qu'elle puisse ainsi se concentrer sur la gestion technique lui a facilité la tâche.

Lorsque CaSSIS partira pour Mars au printemps 2016, Ruth Ziethe espère qu'elle pourra continuer d'accompagner son «bébé». «En termes d'heures, cela nécessitera bien sûr un investissement moindre. Mais comme la caméra doit être surveillée, éventuellement recalibrée, et que les images reçues doivent être exploitées, je pourrais continuer de mettre à profit les expériences réalisées au cours des quatre dernières années.» Elle aurait également la possibilité d'apporter, par son travail, une contribution directe au domaine qui lui tient le plus à cœur: la compréhension de notre planète.



Un cartographe de l'Univers

Passionné par son métier d'astrophysicien et de développeur d'instruments à l'Université de Genève, Stéphane Paltani participe notamment activement à la cartographie de l'Univers dans le cadre de la mission Euclid. L'objectif est d'acquérir des connaissances sur l'énergie sombre et la matière noire, mais aussi de répondre à une question centrale : pourquoi l'expansion de l'Univers est-elle en pleine accélération alors qu'on supposait jusqu'ici qu'elle ralentissait?

Selon l'état actuel des connaissances, environ 70% de l'Univers est constitué d'énergie sombre, 25% de matière noire et quelque 5% seulement de matière dite «ordinaire», à savoir des gaz diffus, des étoiles ou des planètes. C'est précisément cette énergie sombre qui fascine Stéphane Paltani, chercheur principal au Département d'astronomie de l'Université de Genève. Le fait de pouvoir aujourd'hui mettre ses connaissances au service du télescope spatial Euclid représente à ses yeux une étape-clé de son voyage, débuté il y a plus de 30 ans, dans le monde captivant de la physique.

Un cosmologiste passionné

Dès l'âge de huit ans, le Genevois s'est senti attiré par la physique et l'espace. «Après tout, je suis né au moment des premiers pas sur la lune, cela laisse des traces...» confie-t-il en souriant. Entretemps, le cosmos et l'Univers sont devenus pour lui une vraie passion.

Stéphane Paltani s'est orienté vers les sciences spatiales dans le cadre de sa thèse de doctorat, lorsqu'il a travaillé sur un télescope destiné à étudier les rayons ultraviolets qui ne traversent pas l'atmosphère. Cette expérience l'a décidé à poursuivre dans le domaine de la recherche «en orbite». «Explorer l'Univers n'implique pas forcément d'utiliser des satellites; d'importantes découvertes peuvent être faites en restant au sol. Mais les nombreuses questions sans réponse concernant la matière noire et l'énergie sombre m'ont tellement fasciné que j'ai voulu continuer de développer des instruments pouvant être envoyés dans l'espace.»

Stéphane Paltani a ainsi collaboré au satellite japonais ASTRO-H, l'un des successeurs d'INTEGRAL, appelé à fournir aux scientifiques du monde entier, à partir de 2016, des données et des images qui devraient permettre de mieux connaître les trous noirs.

Avec Euclid, il participe à la plus grande mission à ce jour de cartographie des structures de notre Univers. Cette mission doit nous éclairer sur la raison pour laquelle l'expansion de l'Univers ne cesse de s'accélérer au lieu de ralentir comme on le supposait jusqu'ici.

L'astrophysique n'a pas de frontières

Outre sa fascination pour l'astrophysique, Stéphane Paltani est très motivé par la coopération internationale omniprésente dans son travail. «C'est un sujet qui dépasse les frontières nationales et qui parvient sans cesse à surmonter les barrières politiques; l'ISS en est un merveilleux exemple.» Pour ce chercheur passionné, PRODEX constitue un autre formidable exemple de rassemblement de différentes nations autour d'une même cause. «Sans ce programme, la Suisse n'aurait jamais pu acquérir son statut actuel dans la recherche spatiale ni jouir d'une telle renommée mondiale.»

S'il est conscient que la recherche sur l'énergie sombre et la matière noire ne présente pas une utilité directe pour l'humanité comme c'est le cas, par exemple, de la recherche pharmaceutique, Stéphane Paltani tient à souligner le caractère essentiel de la recherche spatiale pour un pays. «Le progrès technologique qui résulte, entre autres, de nos activités de recherche profite à chacun de nous.»

La recherche fondamentale lui tient particulièrement à cœur. Il est donc très heureux de pouvoir transmettre sa passion pour l'Univers grâce à son rôle de directeur de thèse et par l'accompagnement des chercheurs post-doc. «Le grand nombre de projets que nous menons nous permet de faire travailler beaucoup de gens.» Le Département d'astronomie a ainsi atteint, au cours des dernières années, un effectif de 145 collaborateurs. Stéphane Paltani souligne cependant qu'il n'est pas toujours facile de trouver les personnes souhaitées. «Les postes de recherche dans le domaine de l'astrophysique n'étant pas légion en Suisse, les futurs astrophysiciens doivent être disposés à vivre et à travailler ailleurs sur la planète.»



pmod wrc

Physikalisch-Meteorologisches Observatorium Davos
World Radiation Center

Du côté solaire de la recherche

A l'Observatoire physico-météorologique de Davos (PMOD), on est un peu plus proche du soleil qu'ailleurs. Non seulement du fait de l'altitude à laquelle se situe l'Observatoire, mais aussi parce que la mesure du rayonnement solaire est au cœur de tous les travaux de recherche qu'il abrite. Il en va donc ainsi également pour le groupe de Margit Haberreiter. Cette dernière espère que sa participation à la mission Solar Orbiter lui permettra d'en savoir plus sur les processus physiques liés à la couronne solaire et de mieux comprendre les interactions entre le soleil et la Terre.

Margit Haberreiter se consacre aux sciences solaires depuis 2001. Après avoir achevé ses études d'astronomie à l'Université de Tübingen avec un mémoire sur les spectres des étoiles, elle s'est présentée à un poste de doctorante à l'Observatoire physico-météorologique de Davos. «L'objectif était d'exploiter la mesure des spectres solaires pour approfondir nos connaissances,» résume-t-elle.

Mesurer la température du Soleil

Après un postdoctorat au PMOD, qui lui a permis d'approfondir ses connaissances en astrophysique, Margit Haberreiter a rejoint en 2008 le Laboratory for Atmospheric and Space Physics (LASP) de Boulder, aux Etats-Unis. Durant les deux années passées au sein de cet établissement, elle a acquis un savoir-faire supplémentaire dans le calcul des spectres stellaires. Son attachement à l'Europe l'a poussée à regagner Davos en 2010, une bourse de la Holcim Foundation en poche. Elle y a d'abord été scientifique, avant d'être promue en 2012 cheffe du projet européen SOLID. Ce dernier, auquel collaborent dix institutions dans sept pays européens, se consacre entièrement à l'analyse des données des spectres solaires. L'objectif est le suivant: «Nous entendons d'une part établir au moyen de mesures le comportement du spectre du Soleil, notamment des rayons UV, sur un cycle solaire complet. Il importe en particulier de séparer la part du signal causée par la dégradation des instruments de mesure dans l'Univers du véritable signal de mesure du rayonnement solaire.» Autre objectif poursuivi au PMOD: déterminer, grâce aux mesures continues à long terme du rayonnement solaire, si le Soleil accusera effectivement une baisse d'activité au cours des 50 à 100 prochaines années, comme certains signes le laissent présager. «Nous nous acheminerions alors vers une période de petite glaciation, semblable à celle qui s'est produite au milieu du XVIIe siècle,» explique la chercheuse passionnée.

Outre différents autres projets, Margit Haberreiter et ses collègues sont également impliqués dans la mission Solar Orbiter. Les ingénieurs du PMOD ont ainsi mis au point pour le spectrographe EUV SPICE (Spectral Imaging of the Coronal Environment, Imageur Spectral de l'Environnement Coronal), qui étudiera la surface du Soleil et sa couronne inférieure, un système d'alimentation basse tension et les composants mécaniques de précision baptisés SPICE Door

Mechanism (SDM), dispositif destiné à régler la largeur du faisceau entrant dans le spectromètre. Le PMOD coordonne en outre le banc optique de l'EUV Full-Sun and High-Resolution Imager (EUI), instrument du satellite Solar Orbiter qui produira des images des différentes couches atmosphériques solaires. Tous ces projets ont pu voir le jour notamment grâce au soutien du programme PRODEX.

Une planification minutieuse

Solar Orbiter revêt un caractère unique, même pour une chercheuse expérimentée. «Jamais encore l'Homme n'avait envoyé un satellite aussi près du Soleil,» s'extasie Margit Haberreiter. D'une part, elle met en avant l'aspect technique du projet: «Le blindage du satellite supportera-t-il la chaleur? Les panneaux solaires fonctionneront-ils dans ces conditions?» D'autre part, elle souligne que comme les scientifiques n'ont pas la moindre expérience des données de mesure attendues, des surprises se produiront inévitablement. Grâce à ces données d'un genre nouveau, les chercheurs souhaitent comprendre le déroulement du processus thermique permettant à la couronne solaire d'atteindre une température de plusieurs millions de degrés. «Mais nous espérons également acquérir de nouvelles connaissances sur la variabilité du rayonnement ultraviolet extrême et mieux appréhender les processus d'interaction du Soleil avec la Terre.»

Plus le lancement de Solar Orbiter, prévu pour 2018, approche, plus Margit Haberreiter sera impliquée dans le projet. Il lui incombe de coordonner le fonctionnement de l'ensemble des instruments embarqués à bord de l'engin. «Le taux de transfert de données que le satellite pourra envoyer aux stations au sol sera limité car il sera très éloigné de notre planète, d'où la nécessité que tous les outils fonctionnent en étroite coordination,» déclare-t-elle. Les scientifiques doivent donc développer des programmes cohérents, qui indiquent ce que mesureront les différents instruments et quand.

Nul doute que la chercheuse passionnée demeurera fidèle à l'astre solaire. «Le Soleil est l'étoile la plus proche de nous. Mieux le comprendre nous permettra aussi de mieux comprendre l'Univers.»



A man in a dark coat and striped shirt stands on a rooftop, pointing at a large, black, circular robotic device mounted on a robotic arm. The device has a perforated metal top and various electronic components. The background shows a cityscape and mountains under a blue sky.



OMRON
10 MICRON

James Webb en partie made in Switzerland

Un petit groupe d'astronomes de haut vol de l'Ecole polytechnique fédérale de Zurich (EPFZ) participe au spectaculaire télescope spatial James Webb. Placée sous la direction d'Adrian Glauser, cette équipe a pris part au développement d'un instrument visant à mesurer des rayons infrarouges spécifiques. Lorsque James Webb sera lancé dans l'espace en 2018 comme prévu, ce sont 15 années de travail d'Adrian Glauser qui seront mises en orbite.

Equipé d'un miroir principal de 6,5 m de diamètre et pesant plus de 6 t, James Webb est un mastodonte. Développé conjointement par la NASA, l'Agence spatiale européenne (ESA) et l'Agence spatiale canadienne (CSA), ce télescope spatial à infrarouge constitue non seulement le satellite le plus perfectionné et le plus grand inventé par l'Homme pour explorer la genèse de l'Univers, mais aussi l'instrument le plus cher jamais construit. Son coût faramineux est l'une des raisons pour lesquelles le lancement de ce gigantesque télescope, actuellement prévu pour 2018, a sans cesse été repoussé.

Une longue histoire

James Webb est entré dans la vie de l'astrophysicien Adrian Glauser en 2003, lorsqu'après son travail de diplôme en physique expérimentale des particules au CERN, il a décroché un poste à l'Institut Paul Scherrer (PSI) pour écrire sa thèse de doctorat. «Etant donné que j'avais déjà travaillé au PSI comme étudiant d'été au début de mon cursus, j'ai eu l'opportunité de collaborer au Mid Infrared Instrument (MIRI) du télescope spatial,» se souvient Adrian Glauser. Cet instrument, composé d'une caméra et d'un spectrographe, est sensible aux rayons infrarouges dont la longueur d'onde est comprise entre 5 et 27 μm .

En raison du départ à la retraite du chef de groupe en charge du projet, qui a entraîné la dissolution de l'équipe placée sous ses ordres, l'astrophysicien, aujourd'hui âgé de 38 ans, s'est subitement vu confier la mission d'assumer la direction du projet au beau milieu de sa thèse de doctorat pour pouvoir achever cette dernière.

«Si j'ai bien évidemment dû me jeter à l'eau, déclare Adrian Glauser en souriant, cette expérience s'est révélée extrêmement formatrice et la complexité de la tâche me convenait parfaitement.» Outre des calculs physiques, sa mission englobait également des tâches d'ingénieur système et de constructeur. Il faisait en outre office de coordinateur entre les 16 instituts participant au projet, l'ESA et la sphère industrielle. Quand on lui demande si MIRI n'a pas été un projet un peu trop ambitieux pour un novice, Adrian Glauser répond qu'il nécessite 75% de planification et de calcul et 25% de mise en œuvre. «Et à l'époque, je possédais déjà de bonnes aptitudes à la planification et au calcul.»

Mais Adrian Glauser et ses collègues impliqués dans le projet ont également bénéficié du soutien du programme PRODEX, et pas seulement sur le plan financier. «Sans une aide compétente, nous aurions échoué au cours de la phase de négociation avec les partenaires industriels.» Le savoir-faire dans ce domaine aurait purement et simplement fait défaut à ces chercheurs.

Des projets dans l'espace et au sol

Adrian Glauser, qui a aussi collaboré avec le Centre allemand de recherche aérospatiale (DLR) à l'époque où il effectuait son postdoctorat à l'Université de Heidelberg, certifie que le programme de l'ESA est parfait pour la Suisse. «Etant donné que nous ne disposons pas de notre propre agence spatiale, c'est une excellente chose que les fonds gérés par l'ESA profitent à notre pays et y génèrent une valeur ajoutée.» En effet, les instruments doivent non seulement être mis au point en Suisse, mais également y être construits. Et ce, même si Adrian Glauser estime que les sous-traitants helvétiques de l'industrie spatiale ne sont pas suffisamment nombreux. «Un peu plus de différenciation et de concurrents seraient les bienvenus...»

Le «bricoleur» doté d'un bagage de physicien, comme il se qualifie lui-même parfois, souhaite aussi davantage de différenciation dans la recherche spatiale locale. «L'une des raisons m'ayant incité à entrer en poste il y a un an est que je désire non seulement étoffer l'effectif de notre institut, qui compte une soixantaine de personnes, mais également élargir son portefeuille.» Le but d'Adrian Glauser est de rendre l'EPFZ un peu plus active et visible dans le secteur spatial.

C'est pourquoi l'astrophysicien et d'autres membres de son équipe participent à des projets dans l'espace en plus de MIRI et de la mission CHEOPS, mais aussi à deux projets astronomiques au sol: le European Extremely Large Telescope et le Very Large Telescope. Ce dynamique scientifique envisage en outre de faire profiter les autres de sa vaste expérience dans le domaine des tests à très basse température. Il a justement fait équiper un laboratoire d'un appareil spécialisé pour ce type de tests afin d'en faire un centre d'essai pour des projets futurs. «Cela nous permet également de réaliser des travaux qui ne s'étendent pas sur des années, voire sur des décennies, comme c'est souvent le cas dans le secteur spatial.»



30 ans au service de Rosetta

Kathrin Altwegg voulait devenir archéologue, mais elle a étudié la physique. En sa qualité de cheffe de projet du spectromètre de masse ROSINA de la sonde spatiale Rosetta de l'ESA, elle explore l'Univers à la recherche de vestiges très anciens et transforme ainsi les désirs en réalité. En tant que directrice d'un institut interdisciplinaire, elle contribue en outre activement à percer à jour les secrets qui entourent la formation des planètes et les origines de la vie.

Le professeur Kathrin Altwegg en est fermement convaincue: patience, curiosité et imagination sont des qualités indispensables pour travailler dans la recherche spatiale. Trois caractéristiques dont la physicienne ne s'est pas départie, même après plus de 30 ans de recherche et d'enseignement universitaires. Pourtant, le fait que l'astrophysique soit devenue un jour son métier, pour ne pas dire sa vocation, est plus ou moins le fruit du hasard. Après des études de physique du solide à Bâle, Kathrin Altwegg a emménagé, avec celui qui est depuis devenu son mari, à New York pour travailler au département de physique-chimie de l'Université de technique, de design et d'architecture. De retour en Suisse, tous deux ont recherché un emploi dans la même ville. Ils ont fini par trouver deux offres à Berne, l'une pour un poste à l'université et l'autre pour un poste dans une entreprise de télécommunications. «Etant donné que l'emploi mis au concours dans l'industrie ne s'adressait pas à une femme, j'ai atterri à l'université,» se rappelle Kathrin Altwegg en souriant.

En tant que postdoctorante du professeur Johannes Geiss, elle a commencé à collaborer à l'analyse des données de la sonde spatiale européenne Giotto, qui a survolé la comète de Halley en 1986 et sa «petite sœur», la comète Grigg-Skjellerup, en 1992 et a réalisé des mesures. L'évaluation des données mesurées a occupé Kathrin Altwegg pendant dix ans. «C'était un emploi idéal car il me permettait de maintenir mes connaissances scientifiques à jour tout en me laissant du temps pour m'occuper de mes deux filles.» Durant cette période, elle a effectué une habilitation dans le domaine de la physique du système solaire.

La collaboration interdisciplinaire, clé du succès

En 1996, le professeur Hans Balsiger, à l'époque directeur de l'Institut de physique, l'a nommée cheffe de projet du spectromètre de masse ROSINA de la sonde spatiale européenne Rosetta. 18 ans plus tard, à la mi-novembre 2014, le laboratoire de recherche Philae transporté par Rosetta atteignait sa cible: il atterrissait sur la comète Tchourioumov-Guérassimenko et commençait à envoyer les premières données sur Terre.

Cet événement a constitué le point d'orgue d'un voyage de plus de dix ans et demi sur une distance de 6,4 milliards de kilomètres, et un succès retentissant dans la carrière de Kathrin Alt-

wegg. Pour l'ESA aussi, la mission Rosetta fait figure de temps fort car il s'agit de la mission spatiale européenne la plus longue et la plus complexe. Les chercheurs espèrent que les données de mesure collectées leur en apprendront davantage sur la formation de notre système solaire. Mais Rosetta est également un modèle d'étroite collaboration entre les universités, les hautes écoles spécialisées et la sphère industrielle. «Nous coopérons avec dix instituts scientifiques en Suisse et à l'étranger et avec d'innombrables petites et grandes entreprises.» Pas moins de 1000 personnes participent au projet.

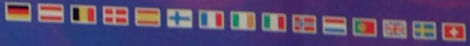
Le soutien fourni par le programme PRODEX a lui aussi contribué pour une grande part à cette réussite. «Et pas seulement sur le plan financier, souligne Kathrin Altwegg. Nous avons sans cesse été épaulés et encouragés, notamment grâce à l'aide juridique et consultative apportée lors de discussions difficiles ou dans des situations critiques avec des représentants de l'industrie.»

L'après Rosetta

La spécialiste passionnée de l'espace dirige depuis 2011 le Center for Space and Habitability (CSH). Ce centre de recherche stratégique récemment créé accueille des scientifiques spécialisés en physique, en chimie, en géologie et en biologie, qui travaillent en étroite collaboration pour mieux comprendre la formation des planètes à partir de l'étude de leur atmosphère et rechercher les origines de la vie. Autre objectif poursuivi par Kathrin Altwegg et son institut: permettre aux étudiants, aux écoles et au grand public de se familiariser avec la recherche spatiale via des projets ciblés et montrer que la Suisse occupe dans cette discipline une position de tout premier plan, reconnue au niveau international.

Même si Rosetta s'achève l'année prochaine, son travail continuera encore longtemps à marquer la communauté scientifique sur Terre. «Au bout de deux ans de mesures, nous disposons de plus d'un million de photos prises par le spectromètre de masse, qu'il convient d'analyser,» explique Kathrin Altwegg. Suffisamment de données donc pour occuper cette éternelle curieuse pendant de longues années encore.

esa



INTEGRAL

Seeking out the extremes
of the universe
Aux extrêmes de l'univers



INTEGRAL

Sur les traces des étoiles à neutrons

Dans une villa ancienne de Versoix, qui surplombe le lac Léman, des données en provenance de l'espace sont analysées et traitées, et de nombreux instruments sont mis au point pour en apprendre davantage sur les trous noirs et les étoiles à neutrons. Enrico Bozzo est l'un des moteurs de ces innovations.

Le jeune scientifique aujourd'hui âgé de 34 ans rêvait en fait de devenir architecte, jusqu'à ce qu'il lise un jour Alice au pays des quanta. Depuis, il n'a plus jamais cessé de s'intéresser aux questions complexes de l'astrophysique moderne. «Le premier jour de mes études de physique, j'ai vu un dessin humoristique au sujet d'un trou noir, ce qui m'a donné l'envie de combiner physique quantique et astrophysique.» Son directeur de thèse Luigi Stella de l'université romaine Tor Vergata, un brillant astrophysicien, a décelé chez Enrico Bozzo le don de savoir transférer la théorie dans la pratique. «J'ai ainsi découvert le pouvoir prédictif de l'astrophysique théorique, mais j'ai aussi pris conscience de l'importance de développer des instruments pour ces prévisions.»

L'analyse des données à la portée de tous

Après un séjour à l'Université du Colorado et une thèse de doctorat en Italie, il a intégré en 2009 en tant que postdoctorant et coordinateur d'INTEGRAL le Science Data Centre for Astrophysics (ISDC) de l'Université de Genève. Le satellite baptisé INTERNational Gamma-Ray Astrophysics Laboratory observe sur mandat de l'ESA depuis 2002 le rayonnement X et gamma dans l'Univers. Les collaborateurs de l'ISDC traitent ces données et fournissent les résultats aux scientifiques du monde entier. Ils observent en outre avec INTEGRAL ce qui se passe dans le domaine astrophysique à haute énergie.

Depuis 2012, Enrico Bozzo exerce par ailleurs les fonctions de gestionnaire de projet de LOFT (Large Observatory for X-Ray Timing). «LOFT doit étudier le comportement de la matière à proximité immédiate des trous noirs et des étoiles à neutrons afin de mesurer la masse et les spins des trous noirs et de trouver l'équation d'état de cette masse extrêmement dense.» Conjointement avec l'Italie et les Pays-Bas, la Suisse joue un rôle de leader dans ce projet impliquant 469 scientifiques issus de 28 pays. «Une douzaine de personnes collaborent au projet en Suisse, non seulement du Département d'astronomie et de la Section de physique de l'Université de Genève, mais aussi du CERN, de l'Université de Berne et de l'EPFL.

Après des évaluations techniques et scientifiques strictes, l'ESA a choisi LOFT en 2013 comme mission réalisable dans le futur. Ce projet est actuellement un éventuel candidat M4 du

programme Cosmic Vision. Le fait que la mission ne soit pas programmée dans un avenir proche, mais seulement aux alentours de 2025 ne dérange pas le moins du monde Enrico Bozzo. «Le chemin à parcourir d'ici là est tellement passionnant que je ne vois même pas le temps passer.»

Un touche-à-tout

Enrico Bozzo est également impliqué dans la mission Euclid, dont le lancement est prévu en 2020. Le satellite Euclid doit être lancé dans l'espace par une fusée Soyouz tirée depuis la base de Kourou. Les instruments qu'il embarquera à son bord tenteront de collecter davantage de données sur l'énergie sombre et la matière noire et cartographieront pour ce faire tout un pan de l'Univers et de ses structures. Enrico Bozzo intervient en outre comme gestionnaire de projet pour la mission ATHENA (Advanced Telescope for High ENergy Astrophysics). Ce télescope, dont le lancement dans l'espace est prévu pour 2028, étudiera lui aussi les trous noirs. Dans le cadre de la mission JEM-EUSO, l'Extreme Universe Space Observatory, qui examinera le rayonnement cosmique depuis la Station spatiale internationale (ISS) à compter de 2018 environ, Enrico Bozzo supervise par ailleurs le développement d'un laser millimétrique spécifique. Il est en outre impliqué dans le projet XIPE (X-ray Imaging Polarimetry Explorer). Si cette mission est désignée candidate M4 par l'ESA, l'Université de Genève jouera au sein du consortium XIPE le même rôle que celui qu'elle assume à l'heure actuelle dans le cadre d'INTEGRAL.

Ni la durée ni la complexité de ses projets ne dérangent ni ne démoralisent Enrico Bozzo. Il estime que la complexité technique n'est rien en comparaison des objectifs visés. «Si nous parvenons à nous approcher de plus en plus près des trous noirs et des étoiles à neutrons, nous comprendrons peut-être un jour ou l'autre pourquoi l'expansion de l'Univers s'accélère.»

Lorsqu'Enrico Bozzo a été concerné pour la première fois par le programme PRODEX en 2011, il a pris conscience de la place de choix que celui-ci accorde à la science. «Tout ce que je fais aujourd'hui est soutenu par PRODEX; sans ce programme, ma vie et mes recherches auraient pris une tournure différente.»



Le lien entre la Suisse et la Station spatiale internationale (ISS)

Département du centre de compétences Aerospace Biomedical Science and Technology de la Haute école de Lucerne, BIOTESC pilote d'une part des expériences dans l'espace sélectionnées par l'ESA. L'équipe est d'autre part responsable de différentes unités d'infrastructure sur la Station spatiale internationale (ISS), ainsi que des consignes d'expérimentation pas à pas destinées aux astronautes.

Le module de recherche Columbus de l'ESA, d'une longueur de 7 m, s'est arrimé à la Station spatiale internationale (ISS) en 2008. Pendant sa durée de vie programmée de dix ans, différents astronautes doivent y effectuer d'innombrables expériences scientifiques dans un incubateur cubique baptisé Kubik. Le centre de services BIOTESC (Biotechnology Space Support Center), basé à Hergiswil, en pilote chaque année deux ou trois. Dirigée par Alexandra Deschwanden, une équipe d'une dizaine de personnes mandatée par l'ESA a pour mission de veiller à ce que les astronautes réalisent ces expériences en respectant précisément les délais impartis et le protocole défini.

Au printemps 2015, la fusée SpaceX a ainsi acheminé sur l'ISS du matériel permettant de mener une expérience sur des cellules immunitaires, qui a été supervisée par l'équipe d'Alexandra Deschwanden et réalisée par l'astronaute italienne Samantha Cristoforetti. Si les collaborateurs du User Support and Operations Center entendent ce que disent les astronautes et voient ce qu'ils font, ils leur est cependant interdit de leur parler directement. «Seule une poignée de personnes au sein de la Flight Control Team munichoise y est autorisée, explique Alexandra Deschwanden. Mais nous suivons chaque geste des astronautes lors des expériences et pouvons aussitôt leur venir en aide via Munich en cas de difficultés.»

Des tâches multiples

L'équipe BIOTESC effectue toutefois la majeure partie du travail en amont des interventions des astronautes: conjointement avec les scientifiques et la sphère industrielle, elle met au point les expériences de façon à ce qu'elles mobilisent les astronautes un minimum de temps, car celui-ci est extrêmement précieux. «La manipulation des expériences dans KUBIK sur l'ISS est relativement simple,» souligne Alexandra Deschwanden. Leur développement est d'autant plus compliqué.

En outre, l'équipe BIOTESC teste à chaque fois les expériences au moyen d'essais préliminaires et rédige également les consignes pas à pas à l'intention des astronautes, qui reçoivent tous un bref aperçu de l'expérience en orbite ainsi qu'une formation. Les documents y afférents sont systématiquement contrôlés à Hergiswil.

Mais Alexandra Deschwanden et son équipe sont aussi chargées de l'entretien de KUBIK. Elles veillent ainsi à ce que les astronautes sachent quelle pièce remplacer, de même qu'où et comment procéder. Parmi leurs autres attributions, on peut citer la responsabilité de l'ensemble de l'équipement fourni par l'ESA au laboratoire biologique du cosmodrome russe de Baïkonour. Ce laboratoire n'étant mis en service que quelques jours avant le lancement de la fusée, l'équipe doit sans cesse vérifier la technique et le matériel avant d'informer les chercheurs des appareils disponibles sur site.

Une contribution importante de la Suisse

Même dans ses rêves les plus fous, Alexandra Deschwanden n'aurait jamais imaginé qu'elle travaillerait un jour pour la recherche spatiale après son master en biologie humaine. «En 2010, j'étais à la recherche d'un emploi qui me permettrait de combiner mes connaissances en biologie à des tâches d'administration et de coordination.» Au cours de ses recherches, elle est tombée sur l'annonce du Space Biology Group, qui est alors un groupe de recherche de l'EPFZ et n'intégrera la Haute école de Lucerne qu'en 2013. «Tous mes critères étaient réunis,» se souvient-elle.

BIOTESC fait office d'interface avec l'ESA, la Confédération et les scientifiques des horizons les plus divers. Il représente ainsi une partie visible de la participation suisse à l'ISS et apporte une contribution notable à son utilisation scientifique. Durant les cinq années au cours desquelles la biologiste a travaillé au sein de BIOTESC, elle ne s'est pas ennuyée une seule seconde. «Nos tâches sont extrêmement variées, les personnes auxquelles nous avons affaire viennent des quatre coins de la planète – c'est le métier de mes rêves...» Et si elle cède sa place courant 2015 à son successeur Bernd Rattenbacher, ce n'est pas par envie, mais parce qu'elle s'expatrie à l'étranger pour des raisons personnelles.



«Nous ne vivons plus dans des cavernes parce que l'Homme a toujours été curieux»

Vous avez travaillé longtemps aux Etats-Unis. En quoi la recherche spatiale américaine se distingue-t-elle de celle menée en Suisse et en Europe?

Willy Benz: Lorsque je suis parti aux Etats-Unis en 1984, ce pays occupait une position de leader en astronomie. L'Europe devait d'abord croître politiquement et économiquement. Mais ces 20 dernières années, nous avons rattrapé une grande partie de notre retard et acquis une forte identité scientifique. Je pense notamment à la découverte de la première planète en dehors du système solaire – un succès helvétique – ou à la mission Rosetta – un défi technique incroyable!

Selon vous, comment la recherche spatiale suisse se positionne-t-elle actuellement par rapport à la concurrence étrangère?

Nous faisons jeu égal avec les meilleurs. Nous sommes certes un petit pays qui ne dispose pas d'autant de chercheurs de pointe que d'autres grandes nations, mais les nôtres sont remarquables. Grâce à notre excellent système scolaire et au bon maillage, nous sommes très compétitifs.

Quel est le rôle de programmes comme PRODEX ou Horizon 2020 dans la recherche spatiale suisse?

Sans PRODEX, cette dernière n'existerait pas. Les projets de recherche spatiale sont des initiatives à long terme, qui nécessitent d'importantes ressources et infrastructures. Si les hautes écoles et le Fonds national suisse (FNS) étaient les seuls à accorder leur soutien, il serait impossible de mettre sur pied des expériences réalisées sur des satellites en vol.

Pourquoi?

Les technologies développées pour l'espace sont coûteuses, tout d'abord en raison des matériaux et connaissances spécifiques qu'elles requièrent, mais aussi parce qu'elles doivent être fiables à 100%. Nous ne pouvons pas nous permettre d'envoyer un mécanicien ou un ingénieur dans l'espace pour effectuer une réparation...

Les ressources des hautes écoles et du FNS servent à financer les prédéveloppements, au cours desquels nous, scientifiques, décrivons nos idées; tout au plus suffisent-elles à construire un pro-

totype. Ce dernier nous permet ensuite de poser notre candidature pour une mission spatiale à l'échelle européenne. Si nous remportons le marché, les vraies difficultés commencent alors. Transformer le prototype en instrument de vol constitue en effet un véritable défi, qui génère environ 90% des coûts. Dans ce domaine, nous sommes tributaires de PRODEX et des capacités de notre industrie.

Justement, comment fonctionne la collaboration entre la recherche fondamentale et l'industrie?

Sans l'industrie, la Suisse n'aurait pas fait voler le moindre instrument. Nous dépendons de la sphère industrielle et elle dépend de nous, tout du moins dans sa participation à la construction d'outils scientifiques.

S'agit-il plutôt d'un «mariage forcé» ou d'un partenariat stimulant?

La collaboration fait certes partie des règles PRODEX, mais le bilan est globalement très positif. Notre université n'aurait pas été de taille à construire seule ces instruments. Inversement, la participation à un projet spatial confère un certain prestige à l'industrie tout en confirmant la fiabilité de son travail. Si le développement d'instruments uniques ne lui procure pas un gain financier important, de nouveaux processus et technologies peuvent toutefois en découler. L'entreprise peut alors les utiliser pour d'autres produits, qu'elle peut vendre.

Outre l'identité scientifique que vous avez déjà évoquée, que faut-il pour être leader dans le secteur spatial?

Il faut des ressources, tout d'abord sous forme d'argent, mais également sous forme d'infrastructures suffisantes (laboratoires, ateliers et installations), ainsi qu'un personnel hautement qualifié. Car une chose est sûre: la recherche spatiale ne se limite pas à des calculs dans un bureau! C'est pourquoi il faut non seulement des physiciens qui nourrissent des rêves, mais aussi des personnes pour les réaliser: des mécaniciens, des ingénieurs et du personnel administratif pour effectuer tous ces rapports et analyses.

Comment trouvez-vous ces personnes? La Suisse dispose-t-elle d'un bon réseau à cet égard?

Il est très difficile de trouver des ingénieurs qui ont de l'expérience dans le domaine spatial. Ils sont rares et nous n'avons en général pas les moyens de nous attacher leurs services. C'est la raison pour laquelle nous embauchons de jeunes ingénieurs motivés, qui restent quelques années chez nous avant de rejoindre le secteur industriel.



Portrait

Willy Benz a étudié la physique à l'Université de Neuchâtel et soutenu en 1984 une thèse de doctorat en astrophysique à l'Université de Genève. Au cours des années qui ont suivi, il a enseigné à Harvard et à l'Université d'Arizona. En 1997, il est rentré en Suisse en tant que professeur à l'Institut de physique de l'Université de Berne, qu'il dirige depuis 2002.

Qu'y avait-il en premier dans la recherche spatiale helvétique: la compétence des ingénieurs ou la science?

La science, car au début il fallait encore très peu d'ingénieurs. Le professeur Geiss, de l'Université de Berne, a lancé la véritable recherche spatiale suisse dans les années 60. Il a eu l'idée de capturer le vent solaire sur la Lune avec une sorte de papier d'aluminium. La NASA a accepté d'embarquer cette expérience, la seule dont elle n'était pas à l'origine, à bord de la mission lunaire Apollo, ce qui lui a donné une visibilité importante et a marqué le point de départ des activités spatiales suisses à un niveau international. Puis un nombre croissant d'instruments de plus en plus élaborés ont été construits, et nous avons eu besoin de toujours plus d'ingénieurs. Leur rôle est aujourd'hui bien plus important qu'au début, lorsque le matériel n'était pas encore aussi complexe que maintenant.

Qu'apporte la recherche spatiale à notre économie nationale?

L'Homme se demande depuis toujours s'il est seul ou non dans l'Univers. Cette question n'a bien sûr aucune valeur commerciale à court terme, mais sa valeur spirituelle est considérable. Nous ne vivons plus aujourd'hui dans des cavernes parce que l'Homme a toujours été curieux et qu'il a fait des expériences.

La plupart des contribuables ou des responsables politiques s'intéressent peu à ce type de questions philosophiques...

De fait, certaines personnes pensent que notre recherche est totalement inefficace et que les fonds ont tout bonnement été engloutis dans les laboratoires. Ce n'est pourtant pas le cas. Sans la recherche spatiale, il n'y aurait aujourd'hui ni téléphonie mobile, ni systèmes de navigation, ni prévisions météo dignes de ce nom. Même la gestion de crise en cas de catastrophes importantes tire directement parti des images satellites. Le fait que la majorité des personnes que nous formons rejoignent le secteur économique constitue également un immense avantage pour la société. Seul un petit nombre d'entre elles aspirent à une carrière universitaire.

Quel est votre souhait?

Le plus important pour moi en tant que scientifique est que nos responsables politiques continuent à apprécier et à promouvoir la valeur de la recherche fondamentale. Cette recherche n'a pas de valeur marchande immédiate. Il s'agit d'un investissement à long terme dans notre pays. Les explorations que nous menons ou les technologies que nous développons aujourd'hui ne seront peut-être utiles dans notre quotidien que dans 20 ou 30 ans.

Informations complémentaires:

>> cheops.unibe.ch

Jalons dans le développement d'instruments en Suisse

30 ans, 100 projets, 300 millions d'euros: depuis 1986, les hautes écoles suisses, en collaboration avec l'industrie locale, ont réalisé via PRODEX des performances appréciables. De nombreuses missions spatiales ont volé et volent avec à leur bord le savoir-faire et des développements helvétiques. Parmi eux figuraient et figurent des composants et systèmes petits mais essentiels car d'une haute précision et d'une grande fiabilité, ainsi que des expériences ou instruments complets. La Suisse est ainsi parvenue à se faire un nom dans le secteur spatial européen et mondial en dépit de sa petite taille et de ses ressources limitées.

Année	Instrument	Mission	Institut	Début de la mission	Fin de la mission	Sujet scientifique
1988	CELIAS	SOHO	UniBE	02.12.1995	En cours	Soleil
1994	Reflection Grating Spectrometer	XMM-Newton	PSI	10.12.1999	En cours	Astrophysique
1996	ROSINA	Rosetta	UniBE	02.03.2004	En cours	Système solaire
1997	ISDC DATABASE	INTEGRAL	UniGE	17.10.2002	En cours	Astrophysique
1997	APEX	Airborne	UniZH	31.12.2005	En cours	Observation de la Terre
1999	HIFI SPECTROMETER	Herschel Space Observatory	ETHZ	14.05.2009	17.06.2013	Astrophysique
2002	SHM ACES	ISS-ACES	CSEM	01.07.2016	-	Physique fondamentale
2003	MIRI	James Webb Space Telescope	PSI	01.10.2016	31.12.2026	Astrophysique
2008	HARPS-N	TNG, INAF	UniGE	01.08.2012	En cours	Astrophysique
2010	CaSSIS	ExoMars 2016	UniBE	01.04.2016	-	Système solaire
2010	POLAR	Tiangong 2	UniGE	01.01.2016	-	Astrophysique
2011	SPICE	Solar Orbiter	PMOD/WRC	01.10.2018	-	Soleil
2011	Euclid VIS	Euclid	UniGE	01.01.2020	-	Astrophysique
2012	CHEOPS	CHEOPS	UniBE	01.11.2017	-	Exoplanètes
2013	CLARA	NORSAT-1	PMOD/WRC	01.11.2015	-	Soleil

Le tableau ci-dessus présente les principaux développements PRODEX suisses des 30 dernières années dans le domaine des sciences spatiales; la liste de tous les projets peut être consultée à l'adresse www.sbf.admin.ch/prodex-meilensteine



Des circuits d'une grande fiabilité fabriqués dans le Seeland bernois

Depuis plus de dix ans, la petite entreprise d'électronique nanoTRONIC fait office d'unité de production décentralisée de RUAG Space. Elle met le savoir-faire acquis dans la technologie spatiale également au service d'autres secteurs, qui ont besoin de circuits et de composants d'un haut degré de fiabilité, comme les techniques médicales et ferroviaires.

Philippe Hersberger le sait: à une époque où l'on vit dans l'instant et où l'on se focalise sur le court terme, il est utile de s'appuyer sur des piliers économiques axés sur les moyen et long termes. C'est pourquoi, depuis la création de sa société en 2000, il mise principalement sur les secteurs du spatial, de l'aéronautique, ainsi que des technologies médicales et ferroviaires.

Jeune ingénieur électricien, Philippe Hersberger a débuté son parcours professionnel au sein du département Développement d'Ascom. Il a décidé de se mettre à son compte après avoir effectué différents perfectionnements en économie et s'être rendu compte que la marge de manœuvre dans une grande entreprise tendait à se réduire. Son premier client a été son ex-employeur, pour lequel il a développé des circuits intégrés à application spécifique (ASIC) sur mesure.

Un large éventail de produits

Depuis, les choses ont bien changé. L'entreprise n'a cessé de croître exclusivement avec ses fonds propres, et au départ de son partenaire fondateur en 2006, Philippe Hersberger en est devenu l'unique propriétaire.

Les collaborateurs des sites de Lyss et de Mägenwil, désormais au nombre de 16, offrent un large éventail de produits et de prestations. Ainsi, ils développent p. ex. des systèmes embarqués et des designs VHDL sur mesure, de la conception au produit final, conseillent les clients dans le choix des technologies, mettent au point des concepts de systèmes, des dispositifs microélectroniques ou des firmwares, et élaborent le design de cartes de circuit imprimé et du matériel fini. Dans ce dernier cas, leur expérience va des circuits analogiques aux circuits numériques, des circuits simples et peu coûteux aux produits de haute technologie, basés sur les avancées techniques les plus récentes. «Nous sommes en outre spécialisés dans les circuits de grande fiabilité, qui sont utilisés dans les techniques ferroviaires et médicales ainsi que dans la technologie spatiale,» indique Philippe Hersberger. Tous les mandats ont un point commun: ils concernent généralement des produits essentiels à la sécurité ou à la santé. «Cela suppose toujours une importante normalisation.»

Le grand écart en science


Les mandats émanant du secteur spatial, qui représentent à l'heure actuelle environ un tiers des activités de nanoTRONIC, sont eux aussi fortement normalisés. Depuis dix ans, la PME sise à Lyss, dans le Seeland bernois, est une extension du département Ingénierie de RUAG Space, travaille régulièrement pour SYDERAL et, grâce à différents développements réalisés pour l'Université de Berne, a également été confrontée à la mise au point d'instruments scientifiques.


Ainsi, Philippe Hersberger et son équipe ont pris en charge la direction de projet et l'ingénierie système pour l'électronique du spectromètre de masse du projet NGMS, ainsi que le développement de logiciels et de réseaux de portes programmables in situ (FPGA). D'après Philippe Hersberger, les projets avec les hautes écoles sont certes passionnants, mais l'écart entre les spécifications des produits et les exigences des scientifiques est parfois énorme. «Nous sommes des entrepreneurs et ne pouvons pas nous permettre de faire abstraction des délais et du budget.»

Les ingénieurs système bernois font également le grand écart entre l'industrie spatiale et la technologie médicale. Si cette dernière fait la part belle à la miniaturisation et aux technologies les plus modernes, les applications spatiales impliquent de tirer le maximum de technologies établies mais relativement anciennes. «Ces deux domaines sont exigeants et fascinants, car nous explorons dans un cas comme dans l'autre les limites de la technique.»

SENTINEL 3
SPORT CONTAINER
HALES ALENIA SP

APCO
TECHNOLOGIES

 COG TSC LOADED

 COG TSC EMPTY



Premiers pas d'une entreprise familiale

APCO Technologies conçoit et réalise depuis 1993 des équipements mécaniques et électromécaniques destinés aux missions spatiales commerciales et scientifiques. Aujourd'hui, cette structure familiale emploie près de 250 collaborateurs et elle est la seule entreprise suisse à posséder une succursale au port spatial européen situé en Guyane française.

APCO est une PME suisse au parcours exemplaire. Fondée en 1992 par André Pugin, l'entreprise familiale romande compte désormais quelque 250 collaborateurs, dont 160 en Suisse. Ce succès s'explique par la politique responsable de son directeur, mais également par la diversification de ses activités dans trois domaines: la fabrication et la conception de pièces pour l'industrie nucléaire française – pour laquelle elle exécute également des travaux d'entretien, la mise au point et la réalisation de produits sur mesure pour l'industrie lourde et de différents composants pour l'industrie spatiale. Cette dernière activité assure la bonne réputation de l'entreprise bien au-delà des frontières européennes.

Diversité de la gamme de produits

Les premiers contacts d'APCO avec l'industrie spatiale remontent à 1993. A l'époque, elle produisait des pièces destinées à l'équipement mécanique du segment sol dans le cadre du projet Envisat. L'ouverture d'une succursale à Kourou (Guyane française) constitua un événement notable: jusqu'à présent, APCO est la seule entreprise suisse présente au port spatial européen. Les quelque 40 collaborateurs sur place sont responsables de l'entretien et du contrôle des satellites avant les vols, non seulement pour la fusée Ariane, mais également pour les programmes Vega et Soyouz. Les spécialistes d'APCO à Kourou sont par ailleurs chargés de la fabrication de systèmes de transport et de conteneurs destinés aux satellites, dont la valeur se chiffre à plusieurs millions.

Aujourd'hui, sa palette d'activités spatiales est très étendue: pour Ariane 6, APCO conçoit le design de l'enveloppe du propulseur d'appoint; pour Rosetta, elle est parvenue à réduire de 291 kg le poids du spectromètre à temps de vol équipé d'un réflectron, initialement mis au point par l'Université de Berne, le faisant ainsi passer d'environ 300 à 9 kg. Pour le télescope James Webb, dont la livraison est prévue pour 2018, APCO a conçu les plans d'un adaptateur destiné aux tests de vibration; elle participe également à la mission Euclid aux côtés de l'Université de Genève et a réalisé avec l'Observatoire physico-météorologique (PMOD) de Davos deux instruments pour Solar Orbiter.

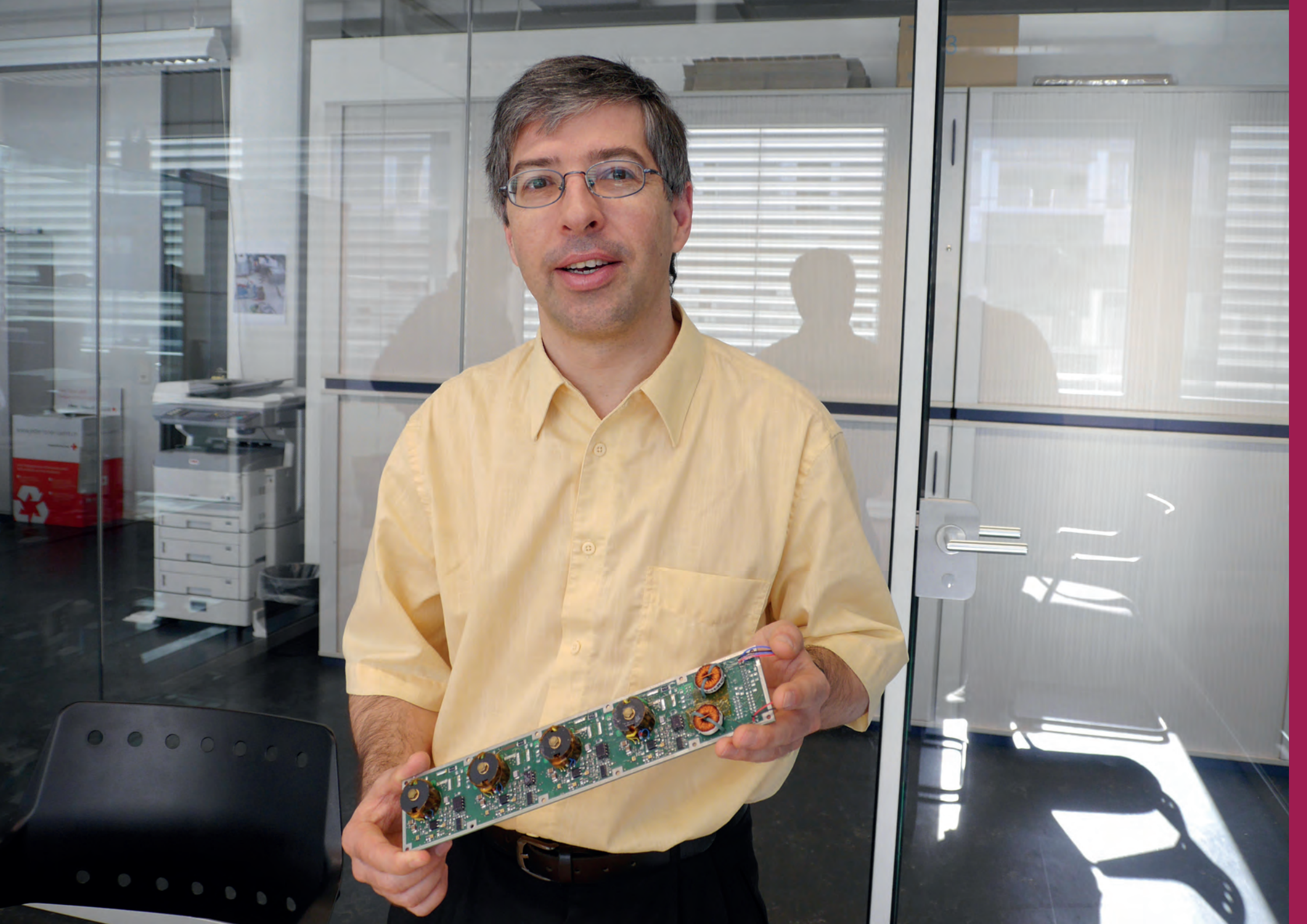
La collaboration entreprise pour le projet Rosetta a également marqué le début de la participation à PRODEX. Pour Aude Pugin Toker, qui, en tant que directrice financière et gérante depuis six ans, représente la deuxième génération de la famille fondatrice, le programme est un passeport idéal pour accéder aux principales missions spatiales. «Il nous permet de renforcer les contacts existants et il est source d'innovation et de progrès grâce au partenariat entre les hautes écoles et l'industrie,» explique-t-elle avec conviction. Le programme aurait également une influence indirecte, mais non négligeable, sur les entreprises impliquées.

«La participation à des expériences si prestigieuses constitue pour nous un label de qualité de premier ordre et renforce notre réputation de partenaire fiable à l'échelle internationale.» En effet, APCO a pu développer de manière significative ses compétences dans le domaine des instruments spatiaux au cours des dix dernières années. Un exemple récent de cette évolution est la construction de 70 panneaux pour les satellites météorologiques de troisième génération (les MTG). Pour l'entreprise, il s'agit de l'une des premières commandes en série dans le domaine spatial.

Ce type de commande spécialisée impose des exigences très élevées quant aux processus de traitement. «Ceci nous permet en retour de recevoir de nouvelles commandes dans nos deux autres secteurs d'activité,» précise Aude Pugin Toker.

Croissance organique

Depuis son installation dans ses nouveaux bureaux et locaux de production à Aigle, l'entreprise a connu une forte croissance, «organique,» précise la gérante. «Nous devons avant tout cette progression à nos fantastiques collaborateurs et à leur savoir-faire.» Tous font preuve d'un engagement exceptionnel. «Lorsque l'on a goûté à la technologie spatiale, difficile de s'en détourner,» ajoute-t-elle en souriant. Car cela ne signifie pas seulement que l'on est confronté à des grandeurs vertigineuses, mais également que l'on participe aux principales avancées technologiques et que l'on contribue à réaliser de grands pas pour l'humanité.



Conception électronique de précision pour l'industrie spatiale

L'interaction efficace des composants électroniques joue un rôle important dans le cadre des projets élaborés pour l'industrie spatiale. Art of Technology aide les entreprises et les hautes écoles à imaginer une conception électronique non seulement optimale, mais surtout de taille réduite. L'entreprise utilise également ces facultés dans le domaine des technologies médicales, les produits correspondants présentant d'ailleurs certaines caractéristiques similaires à ceux du secteur spatial.

Si Solar Orbiter décolle comme prévu en 2018, Etienne Hirt et Rolf Schmid verront leur rêve se réaliser. En effet, dès la fondation d'Art of Technology, ces deux passionnés avaient pour ambition de mettre au point une invention destinée à la recherche spatiale. Toutefois, leur souhait ne s'est pas réalisé aussi rapidement qu'ils l'auraient souhaité.

En 1995, pendant la rédaction de sa thèse sur la miniaturisation électronique à l'institut d'électronique de l'EPFZ, Etienne Hirt a constaté que de nombreuses entreprises mettaient au point des produits de qualité, mais que leur conception électronique n'était pas adaptée à une utilisation optimale. Aussi décida-t-il en 1999, avec ses collègues Rolf Schmid et Geert Bernaerts, de sauter le pas vers l'indépendance et de proposer des services d'optimisation de conception en électronique, ainsi que des prestations de conseil et des solutions d'ingénierie globales.

Parallèle entre technologie médicale et spatiale

Leurs premières commandes concernaient le développement de produits dans le domaine de la communication par satellite et de l'informatique industrielle. Rapidement, elles ont été suivies de demandes dans le secteur des technologies médicales, puis, en 2001, d'un premier contact avec le domaine spatial brigué lors de la création de l'entreprise. «Nous avons pu réaliser avec l'ancienne entreprise Contraves une étude pour un sismomètre qui devait être envoyé vers Mars,» explique Etienne Hirt. Il s'agissait de conditionner les puces utilisées dans des boîtiers en plastique, plus légers que ceux en céramique. Le projet en resta toutefois au stade de l'étude.

Les fondateurs entreprirent alors d'affiner leurs compétences pour d'autres segments de clientèle. La moitié des commandes provenant du secteur des technologies médicales, à l'époque tout comme aujourd'hui, ils parvinrent à identifier des caractéristiques communes avec le domaine spatial. «Les innovations utilisées dans le milieu médical doivent répondre à une règle primordiale: ne pas causer de préjudice au patient. Le pendant de ce principe dans l'industrie spatiale est de ne pas causer de préjudice au satellite.» Dans les deux cas, les erreurs ne sont pas admises. En ce qui concerne la tolérance aux pannes, la question est quelque peu différente: tant dans le milieu médical que spatial, il faut pouvoir garantir que le produit fonctionne, même

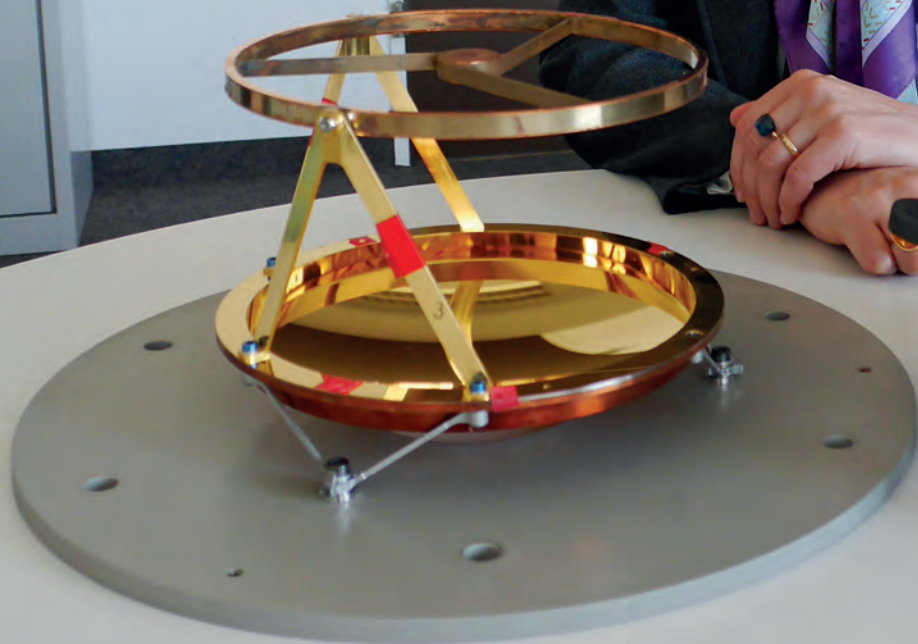
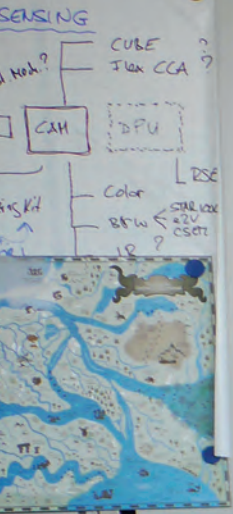
si après coup, on lui décèle un défaut. «Toutefois, remarque Etienne Hirt, en ce qui concerne les équipements spatiaux, je peux intégrer plus de redondance.»

En 2012, l'Université de Genève a contacté l'entreprise Art of Technology. Dans le cadre du projet POLAR, soutenu par le programme PRODEX, l'école était à la recherche d'un partenaire industriel, afin de développer un instrument pour détecter et mesurer les rayons gamma depuis la station spatiale chinoise. Ce qui était au départ un mandat de conseil se transformait en une mission de développement d'alimentation redondante à basse tension et d'implémentation d'alimentation à haute tension pour le détecteur. Etienne Hirt décroche alors le contrat et, ainsi, l'une des clés du succès pour son équipe, maintenant composée de quinze personnes. «Nous n'assomons pas simplement nos clients avec le plus possible de produits ou de services, au contraire, nous écoutons attentivement leurs requêtes et développons précisément ce dont ils ont besoin, afin de progresser efficacement et durablement.»

Plus-value pour la société

Grâce au bon travail réalisé pour POLAR, l'entreprise a reçu dès 2013 une deuxième commande pour PRODEX dans le cadre de STIX, le télescope à rayons X de Solar Orbiter. Cette fois-ci, les Zurichois étaient chargés de la conception électronique et de la mise en place du système électronique de détection composé de capteurs refroidis, du conditionnement haute tension et de l'électronique de lecture «chaude». «Sous la direction de projet de la Fachhochschule Nordwestschweiz (FHNW), nous avons travaillé d'arrache-pied avec d'autres partenaires industriels et instituts suisses ou étrangers.» Une situation complexe, qui n'a pourtant pas empêché le bon déroulement global du projet, car, selon Hirt, tous les participants avaient à cœur d'élaborer un instrument capable de fonctionner dans l'espace.

Que ce soit pour les applications spatiales ou médicales, la motivation qui pousse Hirt, ses partenaires et ses collaborateurs à œuvrer dans un cadre entrepreneurial réside dans la valeur ajoutée que leurs composants apportent à la société. «Nous participons aux découvertes réalisées dans la recherche spatiale, ainsi qu'à l'amélioration de la santé et de la qualité de vie des patients dans le domaine médical.»



Précision et fiabilité au sol et dans l'espace

RUAG Space est avant tout connue pour fabriquer les coiffes qui équipent les fusées Ariane depuis 1976. En tant que fournisseur numéro un pour l'industrie spatiale, l'entreprise participe également aux projets les plus innovants de la recherche européenne dans ce domaine. Sous la direction d'Elisabetta Rugi Grond, l'entreprise a non seulement réalisé des avancées technologiques, mais a également découvert des territoires inconnus dans l'immensité de l'Univers.

En tant que fournisseur européen important pour l'industrie spatiale, RUAG Space bénéficie depuis plusieurs décennies d'une excellente réputation en matière de conception et de fabrication de structures et de systèmes de séparation pour lanceurs, de structures et de mécanismes pour satellites, d'électronique numérique pour satellites et lanceurs, d'équipements pour la communication par satellite et d'instruments pour satellites.

Innovation de pointe

Le ciel a toujours fasciné Elisabetta Rugi Grond. Déjà toute petite, elle était attirée par les étoiles. Au terme de ses études d'aéronautique, elle a tout de suite su qu'elle voulait intégrer une entreprise du secteur spatial en qualité d'ingénieure. Après une halte en France, elle a rejoint RUAG Space en 1996, où elle occupe la fonction de cheffe de projet depuis 2000, notamment dans le cadre de missions scientifiques et de projets de recherche spatiale européens renommés, tels que Lisa Pathfinder, CaSSIS ou BepiColombo, la mission d'exploration de Mercure menée par l'ESA. Pour cette dernière, Elisabetta Rugi Grond et son équipe ont mis au point et livré les composants suisses de l'altimètre laser, c'est-à-dire l'ensemble de la chaîne de réception. Grâce à ses mesures, l'altimètre doit permettre d'obtenir une carte en trois dimensions de la surface de Mercure. En raison de la chaleur extrême qui règne sur la planète, du fait de sa proximité avec le Soleil, les ingénieurs ont choisi l'or et le béryllium – matériau résistant aussi bien au froid qu'à la chaleur – pour fabriquer le télescope de réception. Ils sont ainsi parvenus à utiliser ces matériaux sous une forme incurvée dans le domaine optique, un procédé encore rarement employé à l'échelle mondiale.

BepiColombo est par ailleurs un excellent exemple de collaboration du groupe avec différentes entreprises de pointe en Suisse et à l'étranger. «La coordination de tous les acteurs est un véritable défi, constate Elisabetta Rugi Grond. Cependant, nous avons tous un dénominateur commun: nous voulons mettre au point pour les scientifiques un instrument capable de fournir des données précises.» Une ambition fédératrice, selon elle. Le dispositif élaboré pour BepiColombo représentait le plus grand projet PRODEX suisse. «Ce programme est très important pour nous, car il nous permet de nous positionner comme un partenaire innovant pour la recherche spatiale à l'échelle européenne.»

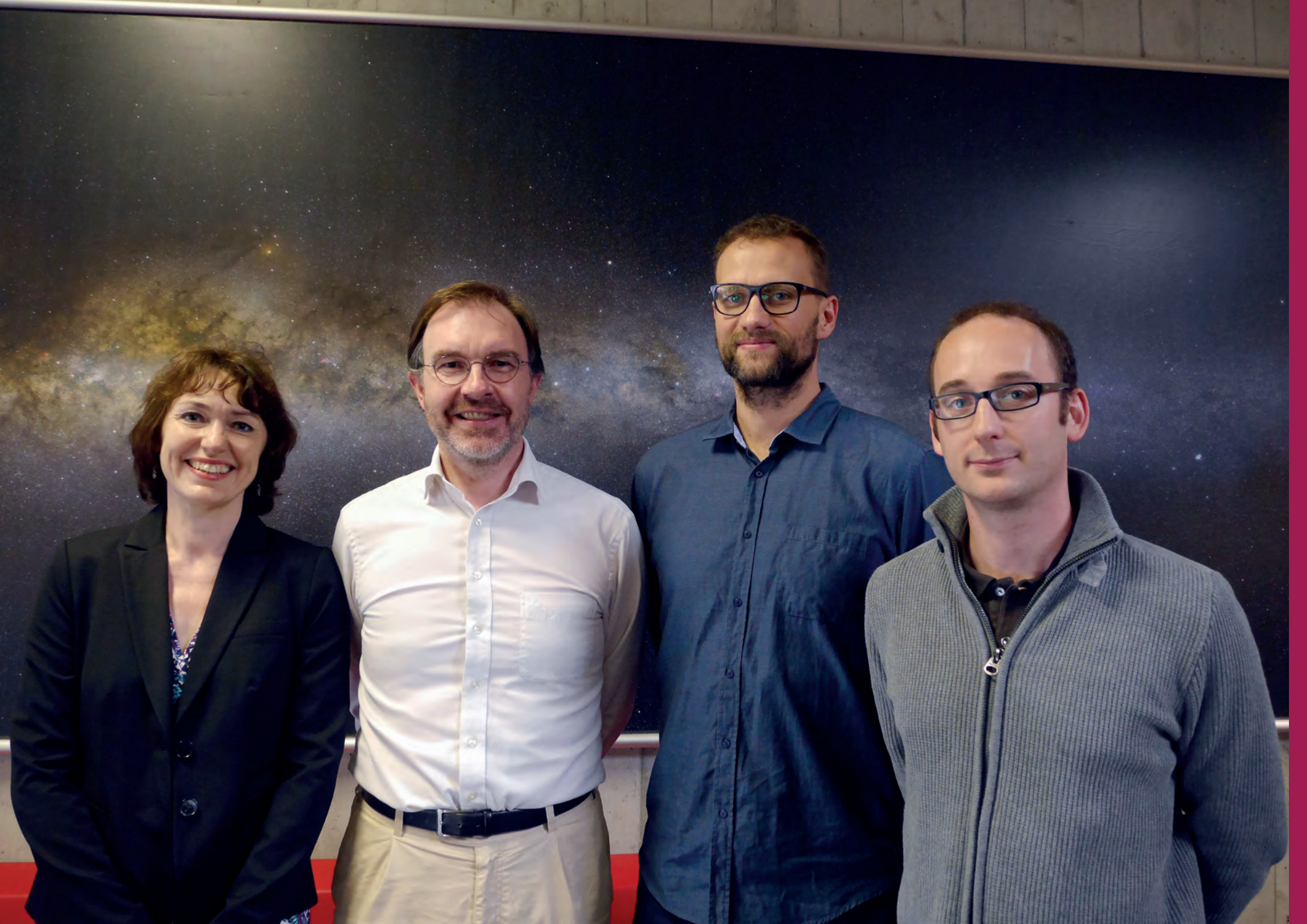
La collaboration entreprise pour l'instrument ROSINA de la mission Rosetta fut le premier projet PRODEX de RUAG Space. La nouvelle caméra spatiale CaSSIS (Colour and Stereo Surface Imaging System) constitue un autre jalon pour la recherche dans ce domaine. Les ingénieurs de RUAG étaient principalement chargés de mettre au point le télescope en fibres de carbone. La caméra devrait fournir à partir de 2016 des images en haute résolution de Mars et de son environnement, et permettre ainsi d'en apprendre davantage sur la surface de la planète.

En tant que division d'un grand groupe, l'unité commerciale Space ne peut toutefois pas se consacrer uniquement aux missions de recherche et possède donc un portefeuille de produits complet et structuré. Près de 600 collaborateurs en Suisse et autant en Suède et en Autriche conçoivent et fabriquent une vaste palette de produits pour l'industrie aérospatiale internationale. Celle-ci inclut, outre des coiffes et des structures destinées aux lanceurs, des récepteurs et des convertisseurs destinés aux satellites de télécommunication, ainsi que des instruments pour satellites, des systèmes de communication optique, du matériel thermique ou des équipements mécaniques du segment sol, comme des conteneurs et des chariots. L'entreprise propose en outre des prestations telles que la fabrication de composants ou de dispositifs électroniques et des services de mesure industrielle ou de contrôle.

Découvrir des territoires inconnus

Elisabetta Rugi Grond dirige depuis 2012 le service Optoelectronics & Instruments, qui compte 80 collaborateurs. Pour cette ingénieure passionnée, cette fonction signifie certes davantage de travail de management, mais elle lui permet également d'avoir plus d'influence sur la stratégie technologique de l'entreprise. «Aujourd'hui, nous nous projetons déjà en 2025,» sourit-elle. Une approche très positive, à une époque où tout est éphémère.

L'ennui, Elisabetta Rugi Grond ne le connaît pas. «Il est fascinant de savoir que chaque instrument et appareil mis au point représente non seulement une avancée technologique, mais permet également de découvrir des territoires inconnus dans l'immensité de l'Univers.»



Solutions logicielles pour la recherche spatiale

Les nombreux satellites et sondes spatiales qui évoluent actuellement dans l'espace fournissent une quantité de données inimaginable. Afin de filtrer parmi cette masse les informations potentiellement utiles à la recherche, les entreprises comme SixSq sont indispensables. Cette jeune PME genevoise qui a débuté son parcours avec la sonde spatiale Gaia, participe également au programme européen Horizon 2020.

A l'heure du big data et des megatrends, les applications peuvent être utilisées dans les branches les plus diverses, la recherche spatiale ne faisant pas exception.

Pour faciliter la tâche aux scientifiques qui cherchent des informations exploitables dans l'immense océan de données disponibles, il est nécessaire de faire appel à des ingénieurs logiciels intelligents, qui savent où et comment trouver les informations désirées. Ce sont des spécialistes de ce type qu'emploie la PME genevoise SixSq. La start-up, fondée en 2007 par Louise Merifield, Charles Loomis et Marc-Elian Bégin, compte désormais une dizaine de collaborateurs et fournit des solutions cloud intelligentes à différents clients, notamment l'ESA.

Tout commence avec Gaia

L'histoire de l'entreprise a commencé avec la sonde spatiale Gaia. Marc-Elian Bégin, qui avait conservé des contacts à l'ESA à l'issue d'une activité antérieure, apprit un jour par l'un de ses anciens collègues que l'organisation était à la recherche d'un partenaire industriel pour le traitement des données de la mission Gaia. Il saisit alors cette opportunité pour réaliser – en partie du moins – son rêve d'enfant de devenir astronaute.

Depuis juin 2008, deux spécialistes logiciels de SixSq sont en poste à l'Observatoire de l'Université de Genève à Versoix, pour faire en sorte que les données envoyées depuis l'espace par Gaia soient correctement préparées et ordonnées avant d'être mises à disposition des scientifiques. Les fondateurs de l'entreprise considèrent la collaboration avec l'ESA et avec PRODEX comme un véritable soutien et partenariat. «Elle nous a ouvert les portes d'autres projets passionnants,» s'enthousiasme Louise Merifield. Parmi ces projets, la décision stratégique, adoptée fin 2014, de vendre une partie des actions à l'entreprise d'ingénierie et de logiciels belge RHEA, spécialisée dans la fabrication de produits destinés aux missions spatiales. «Nous espérons que cette étape nous apportera de nouvelles commandes pour l'ESA.»

L'Europe en ligne de mire

La réussite de l'entreprise repose en outre sur le système de gestion de cloud SlipStream, développé par Marc-Elian Bégin et Charles Loomis. Abordable même pour les entreprises de taille moyenne, il se caractérise par une technologie open source ultramoderne et une utilisation très simple. «Auparavant, les applications devaient être installées manuellement dans le cloud, tandis qu'aujourd'hui, c'est notre logiciel qui s'en charge,» explique Louise Merifield.

Très dynamique, la petite entreprise est aussi fortement impliquée dans le programme européen Horizon 2020: avec Scissor, Cyclone et PaaSword, elle intervient dorénavant dans trois grands projets de cloud à la fois. A cela s'ajoute également la toute dernière innovation de SixSq, la NuvlaBox, un cloud privé destiné aux PME et aux particuliers: le nuage local de la box, qui repose lui aussi sur des technologies open source, fonctionne en mode plug-and-play. Dès qu'elle est alimentée, la box génère son propre réseau sans fil, auquel peuvent se connecter différents appareils. «Avec NuvlaBox, nous lançons sur le marché une solution de serveur et de cloud abordable destinée aux PME et aux particuliers,» précise Louise Merifield. Le dispositif est en outre adapté à l'utilisation dans les pays en développement, où les infrastructures ne permettent pas de recourir à des solutions de communication fiables. «Par conséquent, nos innovations ne contribuent pas seulement à améliorer notre compréhension de l'Univers dans les années à venir, mais également à rendre un tant soit peu meilleur le monde dans lequel nous vivons actuellement.»



«Les entreprises suisses de niche appartiennent à l'élite mondiale»

Quel était le rôle de l'industrie spatiale suisse il y a 30 ans?

Frédéric Boden: A l'époque, elle était encore pionnière et visionnaire... Seules l'Université de Berne et, du côté de l'industrie, l'entreprise Contraves concevaient des projets dans ce domaine.

A la décharge du secteur industriel, je dois toutefois préciser qu'à cette période, il existait beaucoup moins de missions de l'ESA qu'aujourd'hui. Lorsqu'elles ont commencé à se multiplier, l'industrie a gagné en dynamisme, si bien que, lorsque j'ai rejoint APCO Technologies il y a 15 ans, il existait déjà quelques entreprises actives dans le domaine spatial, ainsi que des collaborations établies entre les sphères scientifique et industrielle.

Qu'est-ce qui diffère aujourd'hui?

La principale différence, c'est qu'aujourd'hui, outre les célèbres fournisseurs de matériel comme RUAG Space, APCO Technologies, Syderal ou Spectratime, de plus en plus de start-ups voient le jour et que ces entreprises proposent d'autres produits pour l'industrie spatiale ainsi que des prestations de services. Cette tendance va se poursuivre dans les années à venir, notamment dans le domaine des services basés sur les données recueillies dans l'espace. Notre société a besoin de

toujours plus d'informations pour surveiller les glissements de terrain, les avalanches, les flux de transport ou pour réaliser des prévisions météorologiques: ces entreprises mettront au point des services adaptés.

Pourquoi ces entreprises voient-elles justement le jour en Suisse?

La Suisse n'est pas la seule à bénéficier de ce phénomène: la tendance se dessine également dans d'autres pays européens. Mais le Memorandum of Understanding, signé au printemps par le Conseiller fédéral Johann Schneider Ammann et le directeur de l'ESA Jean-Jacques Dordain, a posé la première pierre de l'incubateur spatial de l'ESA dans notre pays. Ce n'est qu'une question de mois avant qu'il ne voie le jour et que de nouvelles entreprises soient créées.

Quelle est l'importance de l'incubateur de l'ESA et des jeunes entreprises qui en émaneront pour les structures commerciales déjà existantes dans le domaine spatial?

Cela ne signe pas l'arrêt de mort des entreprises existantes, mais cette évolution apportera un vent nouveau à la branche et posera quelques défis à l'establishment.

Quel rôle joue PRODEX dans ce contexte? Le programme a-t-il une quelconque influence sur cette tendance?

PRODEX a contribué à faire de l'industrie un partenaire à part entière dans le domaine spatial. Mais uniquement pour la conception scientifique d'instruments. La majorité des travaux réalisés actuellement par les entreprises suisses dans le cadre des projets spatiaux sont dirigés par l'ESA ou destinés à des applications commerciales. Aujourd'hui, PRODEX représente seulement environ 5% de l'activité spatiale suisse de l'industrie, contre 10% des activités de l'ESA.

En résumé, on peut dire que, sans PRODEX, la Suisse ne disposerait pas de compétences aussi poussées dans la fabrication d'instruments et ne serait pas un partenaire aussi prisé pour les missions scientifiques. Mais il existerait tout de même une industrie spatiale, car la construction d'instruments scientifiques est loin d'être la seule compétence de nos entreprises.

Quelles sont leurs autres compétences?

Les entreprises suisses sont chevronnées dans les technologies destinées aux satellites et aux lanceurs, dans le domaine des coiffes pour lanceurs ou dans la construction d'instruments scientifiques, mais également dans la fabrication des horloges atomiques qui équipent la plupart des satellites européens, chinois, indiens et argentins. Pensez également aux équipements électroniques de Syderal, qui accompagnent aussi les satellites de l'ESA et ceux du secteur commercial.

Quelle est la position de l'industrie spatiale helvétique par rapport à celle des autres pays? A-t-elle une chance sur le marché mondial?

Oui, absolument! Les entreprises suisses sont des acteurs de niche, mais dans leurs domaines respectifs, elles font partie des meilleures au monde ou en Europe. Les pays européens comme la France, l'Allemagne, l'Angleterre ou l'Italie font face à un problème structurel à cause de leurs grandes entreprises, comme Airbus Defense and Space ou Thales Alenia Space. Ces structures de grande ampleur accaparent une majeure partie du marché et laissent peu d'espace aux petites entreprises, car elles englobent presque tous les fonds versés par l'Etat ou par l'ESA. La Suisse n'est pas confrontée à ce problème.

Et qu'en est-il par rapport au marché mondial?

Comme le marché spatial est encore très stratégique, chaque grande puissance tente de protéger son marché. Cela signifie que la Suisse, mais également chacun des pays européens, ne peuvent rien réaliser de façon isolée. C'est pourquoi la collaboration au sein de l'Europe est im-



Portrait

Frédéric Boden, ingénieur en génie mécanique, a occupé plusieurs postes chez le fabricant de turbines Hydro Vevey avant de mettre ses compétences au service d'APCO Technologies à Aigle pendant 15 ans. En tant que directeur des ventes, il a joué un rôle majeur dans le développement du secteur spatial de l'entreprise. Durant cette période, il était également vice-président du groupe Technique spatiale de SwissMem et membre de la commission stratégique du Swiss Space Centre. Au cours de l'été 2015, il a fondé sa propre entreprise, MetalUp3, spécialisée dans la fabrication de pièces de métal par impression 3D, notamment destinées à l'industrie spatiale.

portante et fonctionne relativement bien. En revanche, il est beaucoup plus difficile de travailler avec d'autres grandes puissances spatiales, comme les Etats-Unis ou la Chine.

La qualité de la collaboration en Europe a par ailleurs contribué au positionnement de l'ESA à l'échelle mondiale et à sa bonne réputation. Précisons également que les Européens réalisent beaucoup avec moins de fonds. Nous présentons d'excellents résultats scientifiques, tout en dépensant beaucoup moins d'argent que la NASA, par exemple.

Comment cela s'explique-t-il?

Les pays européens doivent se battre corps et âme pour leurs missions. Cet esprit combatif positif n'existe pas aux Etats-Unis, où la NASA est la seule structure existante, financée par le Congrès.

A l'inverse, en Europe, l'ESA doit perpétuellement faire du lobbying auprès des différents pays et lutter pour obtenir des fonds. Cela complique beaucoup la tâche et les propositions doivent être réellement bonnes pour obtenir un financement. Il ne faut pas non plus oublier la concurrence qui règne entre les scientifiques: comme seulement une idée sur 50 deviendra une mission, seuls les meilleurs scientifiques obtiennent des fonds et peuvent construire un instrument avec le concours du secteur industriel. L'inconvénient de ce système est le suivant: la mise en œuvre n'en est pas nécessairement simplifiée pour l'industrie, car les chercheurs repoussent quasiment à l'infini les limites de la faisabilité.

Est-ce que cela signifie qu'il est difficile d'assurer le transfert de connaissances entre les hautes écoles et l'industrie?

Il ne fait aucun doute qu'il s'agit d'un combat laborieux. Dans chaque cas, il est difficile de transformer les idées des scientifiques en produit avec les ressources financières et humaines disponibles, et de parvenir ensemble à un résultat correspondant à toutes les exigences.

Que doivent faire les intéressés pour débloquer la situation?

(Sourire) Le mieux serait bien entendu de disposer de fonds et d'un temps illimités...

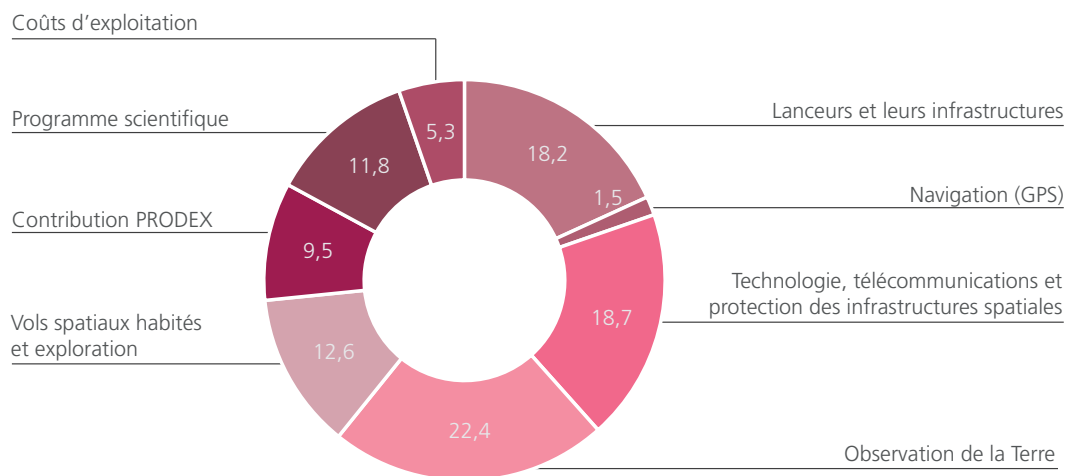
Mais cela n'existe que dans les contes de fées...

C'est précisément la difficulté avec les projets scientifiques: ils sont à la fois très complexes et absolument fascinants: une entreprise apprend toujours énormément dans ce contexte. Ils représentent cependant toujours un risque financier car ils impliquent de la part des entreprises des investissements de nature essentiellement pécuniaire. Il est par conséquent impératif pour les structures commerciales actives dans le domaine spatial de trouver d'autres sources de revenus.

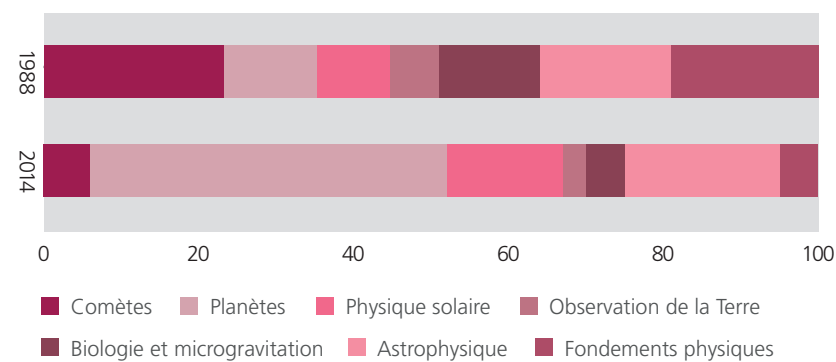
Pourquoi ces entreprises participent-elles malgré tout aux projets spatiaux scientifiques?

Par conviction, mais aussi par passion! Dans toutes ces entreprises, il y a au moins un cadre supérieur qui vous dira: «nous réalisons ce projet parce que c'est absolument fascinant et cela nous permet d'avancer.» Les projets spatiaux sont source de performance pour une entreprise, car ils nécessitent des processus cohérents et clairs. Ils permettent également de surmonter les obstacles, notamment du point de vue du progrès technique, et de s'améliorer constamment.

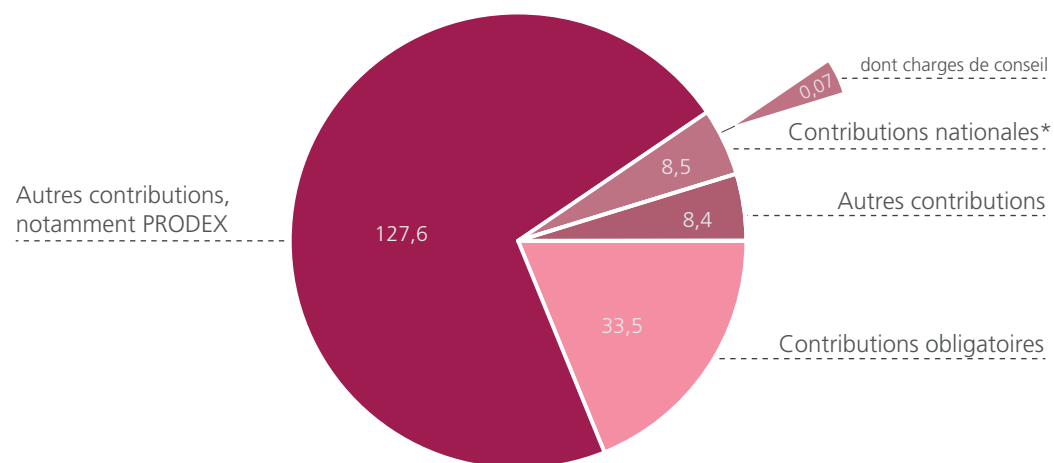
Répartition des investissements spatiaux suisses en 2014 en fonction des activités (en %)



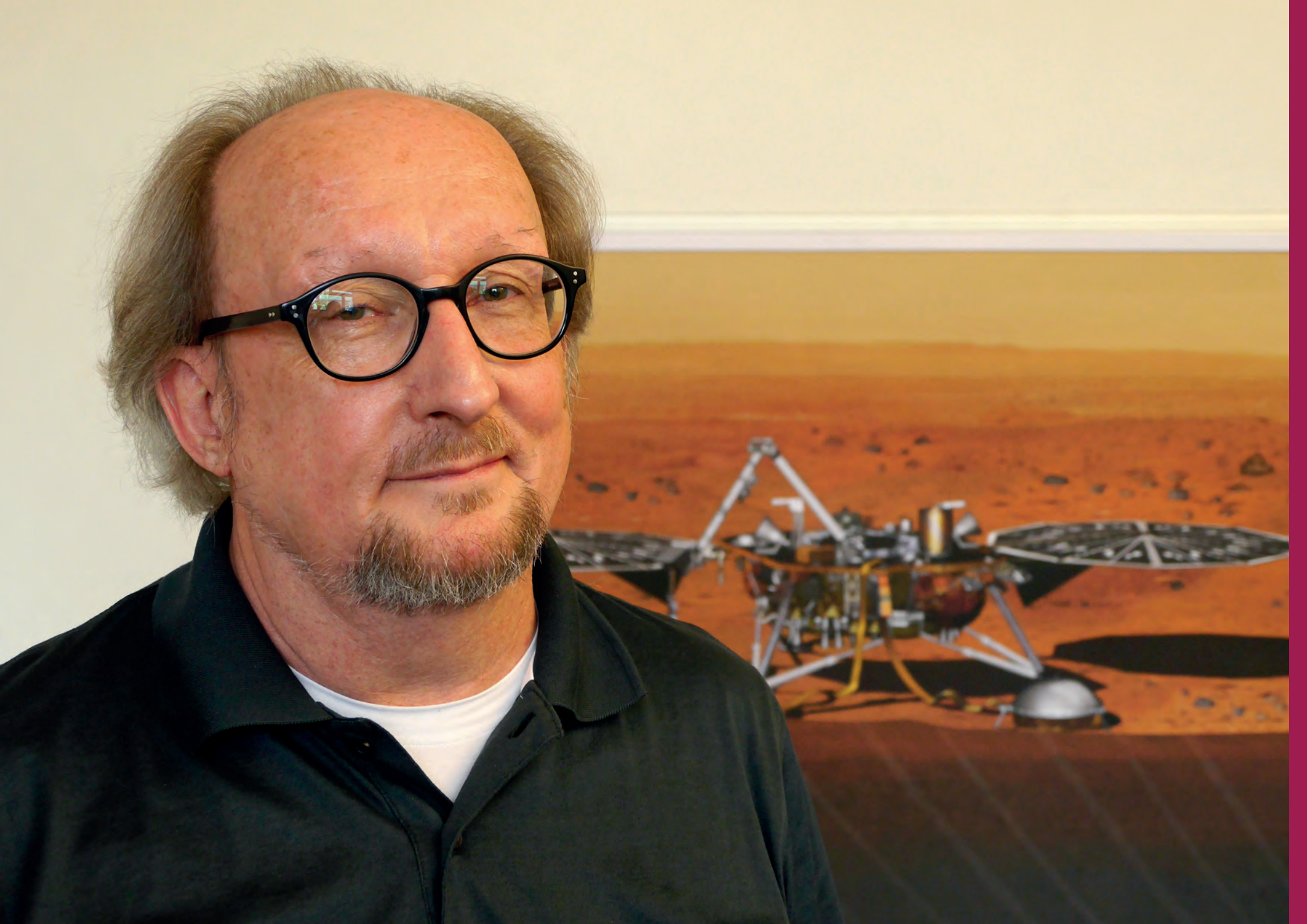
Evolution des contributions PRODEX (en %)



Investissements spatiaux suisses en 2014 (en millions de francs)



* p. ex. pour le Swiss Space Center et différentes contributions à des projets



Prendre le pouls des planètes

Depuis plus de 15 ans, Peter Zweifel dirige l'Aerospace Electronic and Instrument Laboratory (AEIL) à l'Institut de géophysique de l'EPFZ. Collaborer étroitement avec la science offre pour lui l'avantage de pouvoir mettre au point des instruments basés sur les dernières découvertes. Le constructeur ingénieux aura le privilège de voir s'envoler dans l'espace en 2015 et en 2016 deux instruments qu'il a développés.

Dans les années 80, alors qu'il travaillait comme ingénieur essai chez le fabricant de prothèses auditives Phonak, Peter Zweifel n'aurait jamais imaginé qu'il participerait un jour à la construction d'un appareil embarqué dans l'espace pour y mesurer les ondes sismiques d'une planète. L'ingénieur électricien avait pourtant depuis toujours été fasciné par les sciences de la Terre, et il s'efforçait de satisfaire sa curiosité intellectuelle pour ce thème en lisant régulièrement la revue Scientific American durant ses loisirs. A 40 ans, Peter Zweifel a jugé qu'il était temps de changer de métier. Lorsqu'il a découvert en 1992 une annonce de l'EPFZ, dans laquelle le Service Sismologique Suisse (SED) et l'Institut de géophysique recherchaient quelqu'un pour diriger le laboratoire d'électronique, il a postulé et décroché le poste.

Un sismographe pour la planète Mars

A peine s'était-il familiarisé avec les instruments et installations sismiques que son nouveau supérieur hiérarchique et directeur de l'institut de l'époque, le professeur Domenico Giardini, venait le voir pour lui demander s'il pourrait développer, conjointement avec la sphère industrielle et des partenaires internationaux, un sismomètre pour une mission sur Mars. «Je m'en suis senti capable et j'ai accepté, se souvient Peter Zweifel, sans avoir conscience de ce qui m'attendait.» A compter de 1997, l'ingénieur a donc cumulé les fonctions de directeur du laboratoire d'électronique du Service Sismologique et de fondateur et directeur du groupe «Aerospace Electronic and Instrument Laboratory» au sein de l'Institut de géophysique. Jusqu'en 2003, son équipe et lui ont collaboré à un sismomètre pour la mission Mars Netlander, conduite par le CNES, l'agence spatiale française. Malheureusement, le gouvernement français fraîchement élu a mis un terme à cette mission pour des raisons budgétaires, et le sismomètre est par conséquent demeuré à l'état de prototype.

Grâce aux bons contacts qu'il entretenait avec l'industrie, Peter Zweifel a toutefois continué à travailler pour le secteur spatial. Pour le projet d'astrophysique LISA Pathfinder de l'ESA, un pré-curseur de la mission LISA, qui a pour but d'enregistrer des ondes gravitationnelles dans l'espace au moyen d'une antenne spatiale d'interférométrie laser baptisée Laser Interferometer Space Antenna (LISA), son équipe a élaboré les spécifications pour l'électronique du capteur inertiel de référence. Contraves Space (aujourd'hui RUAG Space) s'en est servie comme base pour développer et

fabriquer cette électronique entre 2005 et 2009. Au cours de ces deux projets, Peter Zweifel a été extrêmement heureux de bénéficier du soutien de PRODEX. Outre le financement, deux aspects se sont avérés essentiels à ses yeux.

«Les spécialistes du bureau PRODEX nous ont d'une part épaulés dans le choix des entreprises et dans les négociations contractuelles avec le secteur industriel et, d'autre part, ils nous ont fait profiter de leur savoir-faire dans le domaine spatial.» Etant donné qu'il s'est lancé dans les projets spatiaux par un heureux hasard, ce savoir-faire lui a manqué au début et il a parfois atteint ses limites malgré un rapide apprentissage sur le tas. «C'est pourquoi nous avons besoin de l'aide des experts pour pouvoir respecter toutes les normes en vigueur et rédiger l'ensemble des documents requis.»

Une longue pause qui se termine en apothéose

En 2012, le projet Mars a subitement refait surface. En coopération avec le CNES, l'Institut de Physique du Globe de Paris, l'Imperial College de Londres, l'Institut Max Planck pour la recherche sur le système solaire à Göttingen ainsi que le Jet Propulsion Laboratory basé aux Etats-Unis, SYDERAL a transformé en un temps record l'électronique d'enregistrement des données du sismomètre spécifiée par le laboratoire de Peter Zweifel, la faisant passer de l'état de prototype à celui de matériel de vol, et l'a finalisée début 2015.

En mars 2016, cet appareil doit s'envoler en direction de Mars à bord de la mission InSight de la NASA et se poser sur la planète rouge six mois plus tard. Peter Zweifel attend ce moment avec impatience. «C'est un grand privilège de voir la façon dont un instrument mis au point par mon équipe sera utilisé dans l'espace et les résultats qu'il fournira.» Mais Peter Zweifel est doublement privilégié, car le lancement dans l'espace de LISA Pathfinder est également programmé pour 2015. Quel est en fait l'intérêt de tâter le pouls de Mars au moyen de mesures sismiques? «Les enregistrements en trois dimensions fourniront des informations sur la stratification et la structure de cette planète, à l'instar de ce que l'on fait sur Terre avec les réseaux sismiques. Le principal défi tiendra cependant au fait que l'on ne disposera que d'un seul et unique instrument sur Mars.»



«Les innovations dans le domaine spatial sont utiles à la société»

Pourquoi les hautes écoles spécialisées (HES) se consacrent-elles à la recherche spatiale?

André Csillaghy: la recherche spatiale qui nous intéresse à la Fachhochschule Nordwestschweiz (FHNW) nécessite de recourir à des instruments d'observation de l'espace, qui doivent prendre en compte de nombreuses questions technologiques ne pouvant être résolues dans leur totalité par l'industrie à elle seule. C'est là qu'intervient la recherche appliquée. Dans certains cas, il faut mettre au point de nouveaux systèmes, qui pourront ensuite être utiles dans d'autres domaines que le spatial. Notre lien direct avec le secteur industriel nous permet de favoriser le transfert de connaissances. Cela signifie que la recherche spatiale correspond parfaitement aux critères que nous devons remplir en tant que haute école spécialisée suisse.

Tout ceci semble très formel...

Bien entendu, d'autres facteurs entrent en ligne de compte. La recherche spatiale ouvre des opportunités passionnantes pour les étudiants et les collaborateurs, et répond à leur soif d'innovation. Les projets dans ce domaine peuvent jouer un rôle majeur dans la promotion de la relève. A nos yeux, ils sont donc source de motivation non seulement parce qu'ils sont fascinants, mais aussi parce qu'ils sont utiles à la société.

Qu'apporte la recherche spatiale à la société?

Outre la promotion de la relève déjà évoquée, je pense que les innovations résultant de la recherche jouent un rôle majeur. Bien entendu, elles ne sont pas toujours visibles à première vue, précisément dans notre domaine, et elles peuvent paraître éloignées de la vie de tous les jours. Mais laissez-moi vous donner un exemple: les résultats de la mission Solar Orbiter de l'ESA influenceront notre quotidien de manière indirecte mais bien réelle.

Que voulez-vous dire?

Ce programme permettra certainement à la recherche solaire de réaliser un bond en avant. Celle-ci se consacre notamment aux phénomènes en lien avec les éruptions solaires, qui sont susceptibles d'altérer les performances de certaines infrastructures, telles que les GPS ou d'autres satellites de communication. Si nous parvenons, à l'aide des résultats de mesure, à mieux prévoir les tempêtes solaires, nous contribuerons grandement à la protection des systèmes de télécommunication.

Vous avez parlé du lien direct avec les entreprises. Comment fonctionne la collaboration avec le secteur économique suisse?

Très bien, nous disposons d'un solide réseau de contacts. Actuellement, nous travaillons en étroite collaboration avec Almatec, Art of Technology et Syderal. De nombreuses entreprises conçoivent ou produisent également des pièces pour notre compte. Nous travaillons aussi avec des sociétés qui souhaiteraient mettre au point pour nous certains composants que nous devons toutefois continuer à faire fabriquer aux Etats-Unis pour le moment.

Vous visez donc au maximum une valeur ajoutée produite en Suisse?

Oui, tout à fait. L'un de nos objectifs à long terme consiste, au minimum, à promouvoir des emplois dans le domaine spatial, grâce aux projets initiés par la FHNW. Pour y parvenir, il serait souhaitable de disposer d'un certain niveau d'expertise sur place. Nous avons encore besoin d'un peu de temps pour cela, même si le projet STIX, lancé il y a près de cinq ans, a déjà beaucoup favorisé le développement des compétences dans le domaine.

Comment la FHNW a-t-elle pu participer à STIX?

Nous avons fait partie du projet dès le départ, mais notre rôle était alors plutôt modeste: nous étions chargés du logiciel d'analyse des données. A l'époque, STIX était un projet de l'EPFZ. Dès lors qu'il a été clair que l'EPFZ souhaitait réduire son activité dans le domaine de la recherche solaire, il était logique que la responsabilité du projet soit confiée à la FHNW.

Nous étions convaincus que nous possédions les compétences et le personnel adéquats pour construire des instruments. Cependant, nous ne disposions à l'époque d'aucun groupe consacré à la recherche fondamentale dans ce domaine.

De la recherche fondamentale à la HES? Pourquoi était-ce important pour le projet?

Tout d'abord, si un instrument destiné à la recherche solaire doit être construit, nous voulons contribuer aux résultats. Il est par ailleurs indispensable de faire appel à des spécialistes de la recherche fondamentale pour développer ce dispositif. Nous étions d'accord avec les responsables du programme PRODEX, qui financent STIX, sur le fait que la construction du télescope à rayons X devait viser à faire de nouvelles découvertes et nous cherchions donc un spécialiste. Avec Säm Krucker, nous avons pu rapatrier un chercheur suisse très expérimenté, spécialisé dans le solaire à l'Université de Californie (Berkeley), qui a officié comme chercheur principal. Si nous n'avons pas



Portrait

André Csillaghy dirige depuis 2008 l'Institute of 4D Technologies de la Haute Ecole d'Ingénierie à la Fachhochschule Nordwestschweiz (FHNW). Après une thèse à l'EPFZ, ce diplômé en informatique a travaillé durant trois ans au Space Science Laboratory de l'Université de Californie à Berkeley (États-Unis), avant de devenir chargé de cours à la FHNW en 2001.

pour objectif de nous lancer maintenant dans la recherche fondamentale en sciences naturelles au sens large, je pense toutefois qu'il est important, voire inévitable, d'approfondir autant que possible certains domaines.

Votre institut travaille-t-il de manière autonome au sein de la FHNW ou sur un mode collaboratif avec d'autres instituts?

Nous travaillons en étroite collaboration avec plusieurs instituts. Ainsi, l'Institute of Product and Production Engineering conçoit et fabrique des pièces de matériel. L'Institute of Polymer Engineering, et notamment sa filiale installée au PSI, produit des capteurs. C'est également là-bas que se trouve notre salle blanche. Nous coopérons aussi avec l'Institute of Microelectronics et l'Institute of Automation. En Suisse, dans le domaine scientifique, nous travaillons avec l'Observatoire physico-météorologique de Davos, l'Université de Berne ainsi que l'EPFZ.

Qu'en est-il de la coopération avec les écoles supérieures étrangères?

On ne pourrait pas s'en passer! La recherche spatiale est un véritable travail d'équipe. Même si les gros composants du matériel sont produits en Suisse, l'ordinateur de bord vient de Pologne, l'élément central de l'électronique de détection est conçu et fabriqué en France et les cristaux des détecteurs sont achetés au Japon. Le logiciel embarqué provient de la République tchèque, tandis que l'Allemagne fournit le système optique. Au total, l'équipe compte environ 40 ingénieurs et scientifiques.

Vous bénéficiez du soutien de PRODEX. D'autres programmes participent-ils au financement?

Il est primordial de ne pas miser sur une seule expérience et un seul soutien. Nous souhaitons instaurer notre rôle à long terme. Le développement d'instruments bénéficie de l'appui de PRODEX, tandis que le Fonds national suisse finance la recherche fondamentale. Les subventions provenant d'Horizon 2020 nous permettent de couvrir des domaines voisins. Dans le cadre du projet européen FLARECAST, nous développons un système automatisé de prévision des éruptions solaires, qui sera notamment utilisé au bénéfice de la recherche spatiale. L'un des avantages des projets européens réside dans le fait que les coûts liés à la communication sont déjà inclus dans le budget. Cela permet aux chercheurs de communiquer auprès du grand public et de groupes d'intérêt ciblés.

Vous avez participé à ce jour à un seul projet PRODEX. Identifiez-vous un potentiel de développement d'autres instruments?

Nous sommes actuellement impliqués dans deux projets PRODEX. Le second concerne un logiciel destiné au segment sol d'Euclid. Mais, oui, notre objectif est de collaborer dans le cadre d'autres missions satellites. Nous avons déjà quelques perspectives. Si un instrument impliquant des rayons X est en cours d'élaboration quelque part, nous souhaitons faire partie de l'aventure.

Informations complémentaires:

>> fhnw.ch/technik/spectrometer-telescope-for-imaging-x-rays

>> blogs.fhnw.ch/sonnenforschung

Aperçu des projets PRODEX actuels de la Suisse

Une caméra spatiale d'un genre nouveau

L'imageur CaSSIS (Colour and Stereo Surface Imaging System), construit par RUAG en collaboration avec l'Université de Berne, désigne une caméra stéréo couleur à haute résolution, qui doit prendre des images de la surface de Mars d'une résolution pouvant atteindre 5 m par pixel. Les images fournies par CaSSIS seront notamment utilisées pour identifier le contexte géologique des sources de gaz à l'état de traces détectées préalablement par NOMAD et ACS.

Voir portraits pp. 11 et 35

Atterrissage réussi

En novembre 2014, le spectromètre de masse ROSINA (Rosetta Orbiter Spectrometer for Ion and Neutral Analysis) est arrivé sur la comète Tchourioumov-Guérassimenko. Les données envoyées depuis doivent permettre de répondre à des questions essentielles sur la formation du système solaire. Pour atteindre ces objectifs ambitieux, ROSINA possède des capacités dépassant largement celles des spectromètres de masse utilisés jusqu'à présent dans l'espace. Cet instrument est notamment doté d'une résolution de masse très élevée, d'une gamme de masse très large, d'une gamme dynamique importante et d'une sensibilité exceptionnelle. ROSINA est en outre à même de déterminer la vitesse et la température du gaz cométaire.

Voir portrait p. 19

Recherche biologique dans l'espace

Depuis 2008, le laboratoire de recherche Columbus a pris ses quartiers sur la Station spatiale internationale (ISS). Le centre BIOTESC, à Hergiswil, est chargé de veiller au bon déroulement d'une partie des expériences biomédicales qui y sont réalisées. Voici quelques exemples d'expériences auxquelles la Suisse participe:

- Globules blancs: le projet «PADIAC» du centre de compétences Aerospace Biomedical Science and Technology de la Haute école de Lucerne (HSLU) a recherché les causes expliquant pourquoi les globules blancs en apesanteur ne réagissaient pas à certains facteurs de croissance, provoquant ainsi une absence de réponse immunitaire. Le vol à destination de l'ISS a eu lieu en 2010.
- Tumeurs: l'expérience Spheroids étudie l'influence de l'apesanteur sur le développement de tumeurs et la formation de vaisseaux sanguins qui y est liée. Le vol dans l'espace est programmé à l'automne 2015.
- Levures: le projet «Bioreactor» de Dominika Kauss, également du centre de compétences de la HSLU, vise à comprendre la manière dont les cellules de levures, qui peuvent aussi agir comme des agents pathogènes, se comportent en état de pesanteur minimale et réagissent aux stimuli de leur environnement. Le vol dans l'espace est prévu pour 2018.

Voir portrait p. 23

Prendre le pouls des planètes

Prévue pour mars 2016, la mission InSight du programme Discovery de la NASA doit déposer un atterrisseur stationnaire sur la planète Mars. Celui-ci est notamment équipé d'un sismomètre co-développé par l'EPFZ et d'un capteur de flux de chaleur afin d'étudier l'évolution géologique de Mars et de comprendre ainsi la formation des planètes telluriques du système solaire (Mercure, Vénus, la Terre, Mars) et de la Lune.

Voir portrait p. 43

Cartographie de l'espace

Euclid est un projet de télescope spatial de l'ESA visant à étudier l'énergie sombre et la matière noire. Il doit être lancé dans l'espace en 2020 par une fusée Soyouz ST-2.1b lancée depuis la base de Kourou et mis en orbite autour du point de Lagrange L2 au bout de 30 jours. La cartographie de l'espace, d'une durée de six ans, doit débuter environ trois à six mois après l'arrivée d'Euclid. Ce dernier utilisera deux instruments, qui regarderont à travers un télescope Korsch équipé de trois miroirs, dont un miroir primaire de 1,2 m de diamètre et d'une distance focale de 24,5 m, et observeront la même zone du ciel.

Voir portraits pp. 13 et 21

A la recherche de la vie

Il existe dans les systèmes solaires voisins du nôtre d'innombrables planètes qui ne tournent pas autour du Soleil, mais d'une autre étoile lumineuse. Des instruments sophistiqués tels

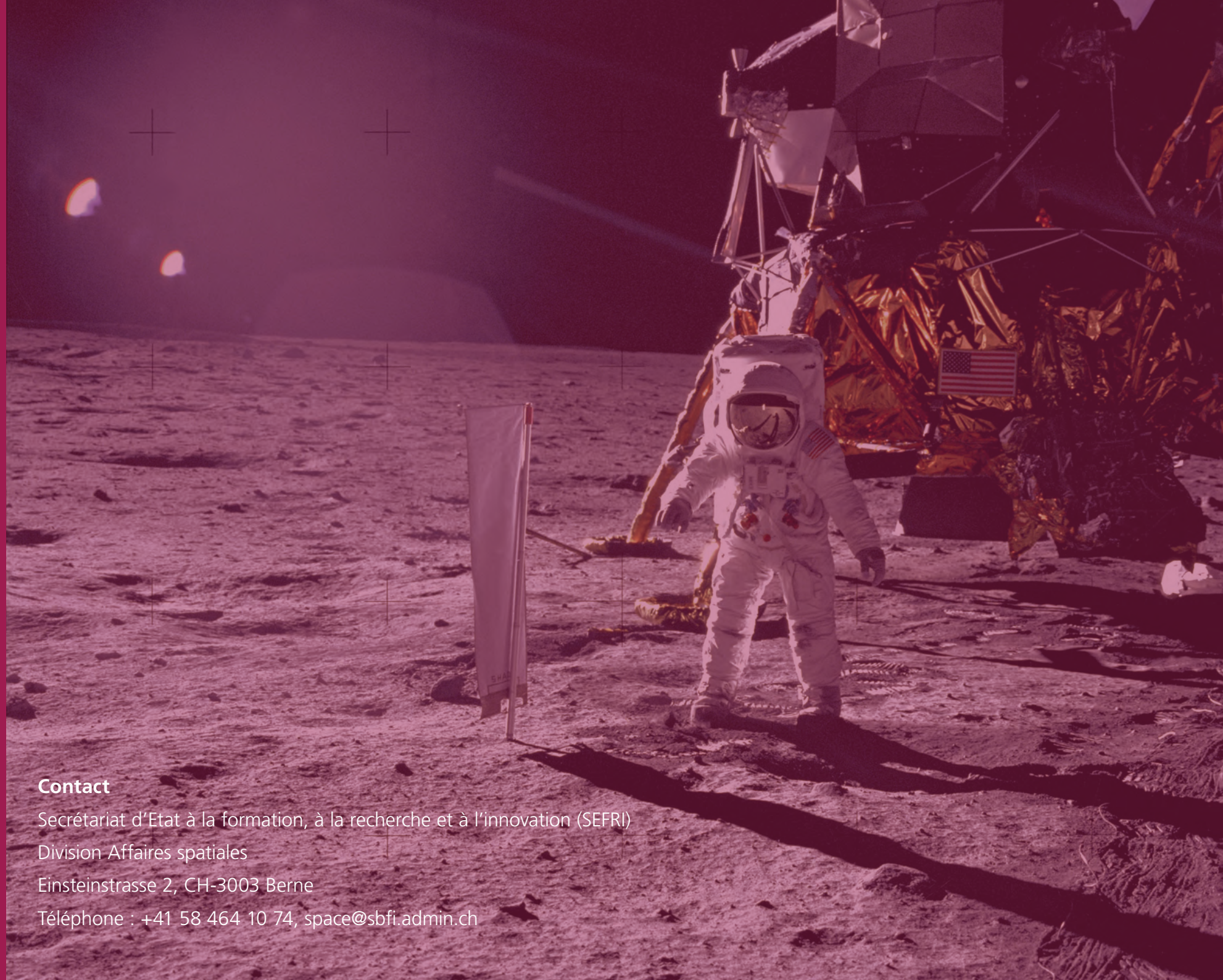
que le télescope CHEOPS (CHaracterizing ExOPlanet Satellite) doivent explorer leurs caractéristiques. Conjointement avec le Center for Space and Habitability (CSH) de l'Université de Berne et l'ESA, le professeur Willy Benz et son équipe sont responsables à la fois du télescope et de l'ensemble de cette mission. D'un diamètre de 33 cm, CHEOPS volera à une altitude comprise entre 650 et 800 km exactement au-dessus de la limite jour/nuit, ce qui permettra aux panneaux solaires de recevoir de la lumière alors que le télescope sondera l'obscurité. Il s'agira de la première mission étudiant les transits près des étoiles lumineuses, dont on sait déjà qu'elles abritent des planètes.

Voir p. 27

Le Soleil à la loupe

STIX (Spectrometer/Telescope for Imaging X-rays) désigne un télescope à rayons X développé par la FHNW, qui sera embarqué à bord de la sonde spatiale Solar Orbiter, dont le lancement dans l'espace est prévu pour 2018. Solar Orbiter quittera la zone écliptique pour s'approcher du Soleil à un quart de la distance qui sépare ce dernier de la Terre. Le but de cette mission est de mesurer le vent solaire et les particules chargées à proximité du lieu de leur formation et d'observer le Soleil au moyen d'images à haute résolution. Les premières données doivent être analysées un an et demi après le lancement.

Voir entretien p. 44 ss.



Contact

Secrétariat d'Etat à la formation, à la recherche et à l'innovation (SEFRI)

Division Affaires spatiales

Einsteinstrasse 2, CH-3003 Berne

Téléphone : +41 58 464 10 74, space@sbfi.admin.ch