



Claude Nicollier à bord de la navette spatiale Discovery au dessus du lac de Zurich. Photo SpaceCenter EPFL

## Exploration spatiale

### Histoires de fusées, sondes et astronautes

#### Exploration spatiale

On désigne par exploration spatiale un voyage ou un transport vers l'espace, ou dans l'espace. Les limites entre la Terre et l'espace ne sont pas définies et ont été établies à une hauteur limite de 100 kilomètres.

On distingue

- les voyages spatiaux habités, dans lesquels des êtres humains partent en voyage dans l'espace. Pour le moment, les pays qui en sont capables sont les USA, la Russie et la Chine.
- les voyages spatiaux inhabités, qui transportent les satellites et les sondes dans l'espace, et en assurent le fonctionnement. Pour le moment, environ dix pays et l'Agence spatiale européenne (ESA) sont capables d'effectuer des lancements de leurs propres fusées porteuses.

«J'essaye de cultiver trois valeurs chez mes enfants: la curiosité, sans laquelle nous ne tentons rien de nouveau; la tenacité, sans laquelle nos efforts sont condamnés d'avance; et le respect, sans lequel nos succès n'ont pas de sens.»  
Bertrand Piccard

Il y a 50 ans, le 4 octobre 1957, un bip-bip hésitant ébranlait les habitants de toute la planète. Un « accompagnateur » (du russe : sputnik) artificiel de 83 kg tournait pour la première fois autour de notre Terre : l'exploration spatiale était née. Coup sur coup, d'autres l'ont suivi. Cette même année, le premier être vivant, la chienne Laika, tournait autour de notre planète. En 1961 le premier être humain prenait le relais en la personne de Youri Gagarine. En 1959, la première sonde atterrissait sur la lune, et en 1965 sur Venus. En 1969 suivait le premier atterrissage habité sur la lune. De nos jours, l'exploration spatiale fait pleinement partie de notre civilisation. Nous recevons des programmes de télévision de l'univers, nous savons à quoi ressemble de près Titan, la lune de Saturne, nous observons les robots qui se déplacent sur Mars, les satellites surveillent le développement des villes, la taille des glaciers et les surfaces cultivables, ils nous permettent de nous diriger par le biais de systèmes de navigation, des astronautes tournent constamment autour de la Terre à bord de la station spatiale internationale (ISS).

#### Les ingénieurs à pied d'œuvre

Ce sont surtout les ingénieurs qui ont contribué à cette évolution : par exemple le Russe Ziolkowsky, qui a trouvé l'équation mathématique concernant les fusées. L'Américain Goddard a lancé avec succès la première fusée à carburant liquide, mais n'a récolté en retour que moqueries. Le génial Russe Sergei Koroljev, que l'on

désignait simplement par « Ingénieur en chef », a été responsable du programme de fusées russes de Spoutnik à Soyouz. Et son homologue américain Wernher von Braun a été le père du programme Apollo d'atterrissage sur la lune. Des équipes entières d'ingénieurs travaillent aujourd'hui encore dans le monde entier à l'élaboration de fusées plus puissantes, plus fiables. Elles étudient de nouveaux systèmes de propulsion, travaillent sur des vaisseaux spatiaux pouvant aller toujours plus loin dans l'espace et construisent des robots qui sont souvent supérieurs à l'homme dans l'espace.

#### Des questions sur notre origine et sur le futur

L'exploration de l'espace suscite des questions sur notre origine, mais aussi sur notre avenir. Nous nous rendons compte qu'en comparaison avec les planètes et le soleil, les hommes sont sur Terre depuis très peu de temps seulement. Nous pouvons à peine nous imaginer les distances en années lumières.

L'exploration spatiale stimule notre imagination. Des touristes voyagent déjà dans l'univers et sont prêts à payer des millions de francs pour cela. L'exploration spatiale nous pousse vers des performances technologiques toujours meilleures qui trouvent ensuite un usage dans notre quotidien, bien au delà de l'objectif initial.

Dr. Kathrin Altwegg, Université de Berne

#### Sommaire

- Sonde de la comète ROSETTA
- Rover d'ExoMars
- Swisscube : un picosatellite
- Construire des fusées à air comprimé
- Une journée avec Kathrin Altwegg
- Biolab : un laboratoire spatial
- Comment devenir astronaute

## SATW

Schweizerische Akademie der Technischen Wissenschaften  
Académie suisse des sciences techniques  
Accademia svizzera delle scienze tecniche  
Swiss Academy of Engineering Sciences

**Le magazine de la technique pour les jeunes**  
**La rivista tecnica per giovani e per coloro che lo sono ancora**

# Sonde de comète ROSETTA



Le 2 mars 2004, la sonde européenne de comète ROSETTA entamait son long voyage à la rencontre de la comète Churyumov-Gerasimenko. Elle aura besoin de plus de 10 ans pour pouvoir rattraper la comète en 2014 et se déplacer à côté d'elle. Elle devra prendre de l'élan trois fois près la Terre et une fois autour de Mars. D'une taille approximative de 27 m<sup>3</sup>, et équipée de cellules solaires de 64 m<sup>2</sup>, cette sonde est bourrée d'instruments destinés à explorer la comète. Parmi ces instruments, on trouve des caméras, des spectromètres optiques et à infrarouge, des appareils pour l'analyse chimique de la poussière et de la glace de la comète, ainsi que «l'atterrisseur Philae», d'un poids de 100 kg, qui doit atterrir sur la comète.

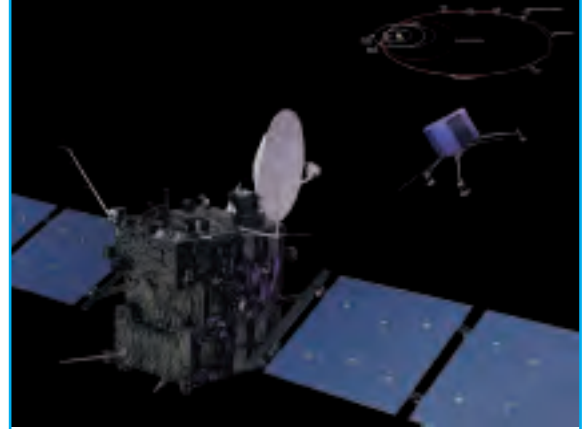
## L'atterrisseur Philae

L'atterrissage sera sans doute délicat : La comète est petite, son diamètre n'est de guère plus de quatre kilomètres environ, et sa force d'attraction est par conséquent faible. En outre, on ne sait presque rien de sa surface. Quant à sa densité, on pourrait la comparer à celle de la neige poudreuse très légère. Philae pourrait donc tout simplement s'enfoncer dans la neige. Mais elle pourrait aussi avoir une croûte dure, et alors Philae pourrait rebondir comme une balle en caoutchouc. Dans cette éventualité, l'atterrisseur dispose d'une ancre qui doit s'accrocher sur la comète. Dans tous les cas, il va y avoir du suspense !

Les comètes sont composés de matériaux parmi les plus anciens et les mieux conservés de notre système solaire. Leur exploration permet de chercher l'origine de notre système solaire : «D'où provient l'eau sur la terre ?» ou «Les composants de base des organismes proviennent-ils de l'univers ?».

Un **spectromètre de masse** est un instrument servant à séparer et mesurer les masses et les charges de particules.

**Principe** : L'échantillon est fragmenté en particules, chargées puis accélérées. Selon la charge et la masse, les particules sont plus ou moins fortement déviées comme par un aimant et génèrent un signal à différents endroits d'un détecteur. Les signaux forment une image, appelée aussi **spectre**. On peut alors en déduire la composition de l'échantillon.



Rosetta, à l'arrière plan l'atterrisseur Philae. Photo ESA

## L'instrument de mesure ROSINA

Une expérience suisse accompagne aussi Rosetta. L'instrument de mesure ROSINA (un spectromètre de masse) doit explorer la composition chimique de la glace de la comète. Il a été construit sous la direction de l'Université de Berne.

Nous n'en sommes pas encore là ! A l'automne de cette année, Rosetta va passer pour la deuxième fois prendre son élan près de la Terre. Mais d'ores et déjà, des équipes de l'université de Berne, du Centre européen des opérations spatiales et d'autres instituts s'affairent à préparer la phase de mesure proprement dite, prévue pour 2014 à 2015, afin d'écartier toute erreur, et que la mission remporte un succès complet.

**Dr. Kathrin Altwegg**, Université de Berne

Information sur :

[www.phim.unibe.ch/rosina/rosina.html](http://www.phim.unibe.ch/rosina/rosina.html) et  
<http://rosetta.esa.int/science-e/www/area/index.cfm?fareaid=13>



Rosetta prend de l'élan sur la Terre. Photo de l'ESA

# Des ingénieurs suisses développent le Rover européen d'ExoMars

*Y a-t-il de la vie sur Mars ? Jusqu'à ce jour, aucun signe de vie n'a pu être décelé sur notre planète la plus proche. Certes, sa surface ressemble aujourd'hui à celle d'un désert, mais il est établi qu'elle était autrefois en partie recouverte par des océans. Il y aurait donc bien de la vie sur Mars ? Pour répondre à cette question, l'Agence Spatiale Européenne (ESA) a prévu de lancer une autre mission vers Mars au cours de laquelle un Rover équipé d'instruments scientifiques sera mis en service.*

## Le voyage vers Mars

Selon sa position dans le système solaire, la planète la plus proche de la Terre se situe à une distance de 56 à 400 millions de km de nous. Une configuration favorable des planètes aura lieu en 2013 : la mission européenne ExoMars débutera à ce moment-là. Après un voyage d'une année, le module d'atterrissage va être parachuté vers la surface de Mars. Dans ce module se trouve aussi le Rover qui se mettra en marche de manière autonome après l'atterrissage sur un terrain poussiéreux.

## Le Rover

Le Rover mesure environ 1,5 mètre de long. Il dispose de panneaux solaires qui transforment la lumière du soleil en énergie électrique nécessaire pour la propulsion et l'ordinateur de bord. Il possède six roues métalliques entraînées individuellement, ainsi qu'un ordinateur de bord performant pour éviter les obstacles de manière autonome et trouver son chemin au milieu de terrains difficiles. Lorsque le Rover a atteint l'endroit prévu, un bras spécial examine les pierres du milieu environnant et, à l'aide d'un foret, il va chercher des échantillons dans le sol jusqu'à une profondeur de 2 m. Là il va probablement rencontrer de l'eau ou de la glace, et peut-être même des traces de vie actuelle ou ancienne.

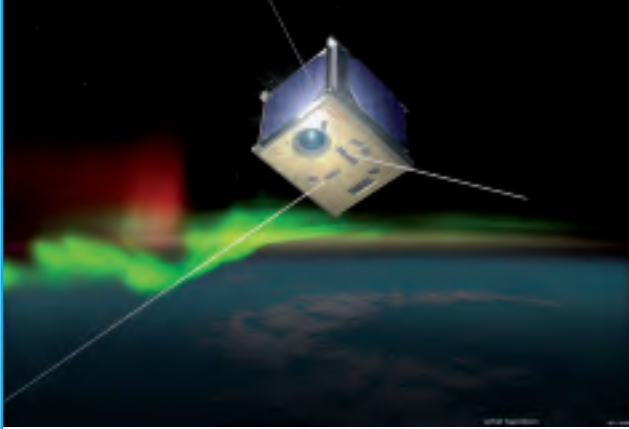
## Préparatifs de la mission

Les ingénieurs de la société suisse Oerlikon Space AG, anciennement Contraves Space, développent et testent en ce moment avec des partenaires, comme par ex. l'EPF de Zurich, un prototype du Rover d'ExoMars sur un banc d'essai spécialement construit à cet effet et qui simule la surface complexe de Mars.

**Stephane Michaud**, Oerlikon Space AG



Le Rover d'ExoMars. Photo ESA



SwissCube en action

## Un picosatellite suisse bientôt au-dessus de nos têtes ?



férentes couleurs. L'objectif principal de la mission sera d'observer la lumière émise entre le rouge et l'infrarouge. Le satellite observe et compte les particules de lumière grâce à un détecteur très sensible qui permet ainsi de déceler et de mesurer une lumière très faible.

*Environ trente étudiants de l'EPF de Lausanne travaillent sur le premier picosatellite du nom de SwissCube. Après la phase actuelle de construction et d'essais, SwissCube sera lancé dans l'espace fin 2008. D'autres universités, hautes écoles spécialisées et l'industrie suisse participent également au projet. Les travaux de recherche donnent aux étudiants la possibilité de nouer des liens importants en tant que futurs «ingénieurs spatiaux». Ils peuvent présenter leurs projets à des experts de l'ESA et de l'industrie spatiale suisse et européenne.*



Les étudiants de l'EPF de Lausanne travaillent sur le picosatellite Swisscube

### Du nouveau dans l'air

Le cube de 10 cm x 10 cm x 10 cm est mis sur orbite par une fusée porteuse : soit une fusée Ariane européenne, soit un Soyouz russe. Dès qu'il est sur son orbite, le picosatellite commencera à explorer un phénomène particulier de luminescence, appelé «airglow» (faibles lueurs), qui a lieu dans les couches supérieures de l'atmosphère. L'airglow est provoqué par l'absorption de lumière par les molécules d'oxygène et d'azote, qui ensuite réémettent de la lumière de dif-

Les cellules solaires fournissent l'énergie nécessaire : pour la commande, pour la communication avec la Terre, pour l'ordinateur de bord et pour de nombreux autres dispositifs techniques. Swiss-Cube gravite à une vitesse de sept kilomètres par seconde autour de la Terre. Il fait donc le tour de la Terre 14 fois par jour.

### Filières d'études diverses

Le développement et la mise en œuvre d'un projet tel que SwissCube exige des compétences multiples. Des étudiants provenant de différentes filières d'études y collaborent : par exemple microtechnique, électricité, mécanique, thermique, informatique, sciences des matériaux, direction de projet ou communication.

Aujourd'hui, dans le monde entier, des étudiants issus de près de soixante universités travaillent sur les projets concernant les picosatellites.

**Dr. Maurice Borgeaud**, EPFL

Informationen: <http://swisscube.epfl.ch>

## Biolab – un laboratoire de biologie dans l'espace

Le 6 décembre 2007, le laboratoire de biologie dans l'espace «Biolab» sera acheminé en même temps que le laboratoire spatial européen «Columbus» avec la navette spatiale en direction de la station spatiale internationale (ISS). Le «Biolab», approximativement de la taille d'un réfrigérateur, est un précieux laboratoire de recherche au format miniature. L'installation compacte high-tech est aménagée pour mener des expériences biologiques sur les micro-organismes, les cellules, les cultures de tissus, ainsi que sur les petites plantes et petits animaux. A cette occasion, une attention toute particulière sera portée sur l'influence de la pesanteur. L'équipement du laboratoire compact comprend entre autres des centrifugeuses, un appareil automatique pour pipeter destiné à diviser en portions et délivrer des liquides, des dispositifs de refroidissement et de chauffage, ainsi que différents instruments de mesure. L'une des spécialités du Biolab sera de proposer des «possibilités de téléscience»: Les expériences peuvent être commandées et surveillées par radio à partir d'une salle de contrôle individuelle située sur Terre et cela, de manière entièrement automatisée.

Le groupe de biologie spatiale de l'EPF de Zürich est leader en biologie spatiale et responsable des expériences biologiques à l'ISS (BIOTESC).

**Dr. Sonia Vadrucchi**, [www.spacebiol.ethz.ch](http://www.spacebiol.ethz.ch)



Biolab – un laboratoire High-tech compact dans l'espace

## Le ravitaillement des astronautes dans le futur

Construire des fusées avec lesquelles des astronautes peuvent se rendre sur la Lune ou sur Mars représente un très grand défi technique. Le ravitaillement de l'équipage d'un vaisseau spatial est aujourd'hui encore préparé sur Terre, emballé, puis emporté au cours du vol vers l'espace. Si les astronautes restent plus longtemps dans une station spatiale, des aliments supplémentaires doivent être apportés en supplément jusqu'à la station à l'aide de vols de ravitaillement: un procédé très coûteux.

Actuellement, des chercheurs du groupe de biologie de l'espace de l'EPF de Zurich et de la Haute Ecole spécialisée de Wädenswil (HSW) travaillent en commun sur une technique permettant de fabriquer de la nourriture pour les astronautes dans l'espace. L'objectif de ce projet est de construire un système compact et autonome pour produire une biomasse qui pourrait être utilisée comme ingrédient de départ pour fabriquer des pâtes alimentaires ou des gnocchis. La mise en place d'une telle installation dans un vaisseau spatial pourrait permettre d'avoir moins de produits alimentaires lourds et emballés sous vide à transporter dans l'espace.

**Dr. Marcel Egli**, [www.spacebiol.ethz.ch](http://www.spacebiol.ethz.ch)

# La page interactive

Teste tes connaissances, tes aptitudes et tes capacités!

## SMS & WIN!



### Jeu-concours

Lots offerts par le Musée Suisse des Transports : [verkehrshaus.ch](http://verkehrshaus.ch)  
2 billets d'entrée familiaux et 5 billets d'entrée individuels pour un enfant



Envoie le mot de la solution par SMS au numéro

079 281 01 62

Date limite de participation :

30 novembre 2007

**Horizontal:** A1: **Mot de la solution.** A2: Fusée européenne. A4: métal léger. A5: Relais sans fin. A7: Contaire de repoussai. B6: Domaine du très très petit. B8: Parut. C3: déplacées. C9: Buée sans le début. C10: Pas parti. F5: La sienne.

**Vertical:** A1: Mesure des vitesses. B1: Métal précieux. B4: Les mouvements dans l'espace le sont. C1: Pour être dans l'espace sans y être. D1: L'homme en a besoin aussi dans l'espace ! D5: Une discussion peut l'être. E1: explosif-cercle. F1: Ils ont entre 13 et 19 ans. F7: Métal léger abb. G3: Si elle concerne l'espace.

### Lauréats du concours du Technoscope 2/07

Miriam Meier, Davos Platz; Bernadette Spirig, Gersau; Marco Fernandez, Wyssachen; Gottwald Reinhard, Muttentz; Regula Dietler, Breitenbach; Federica Soldati, Davesco; Marco Keller, Kirchberg; Florian Käslin, Beckenried; Leo Schneider, Widnau; Patrick Vermot, Le Locle; Giorgia Luvini, Sonvico; Joshua Trunzman, Savosa; Prisca Chételat, Moutier; Lars Leuven, Fraubrunnen

## ABC de l'exploration spatiale

- A** Astronaute, John Glenn fut le 1<sup>er</sup> astronaute américain dans une capsule Mercure de la NASA
- B** Baïkonour, station des missions spatiales russes
- C** Cosmonaute: expression russe pour astronaute
- D** Delta IV, la plus grande fusée disponible à l'heure actuelle
- E** Espace: nouvelle destination de vacances ;-)
- F** Force d'attraction terrestre, elle doit être surmontée lorsqu'on veut aller dans l'espace
- G** Gliese 581c: 1. planète semblable à la Terre
- H** Hydrazine, carburant usuel utilisé dans l'espace
- I** Satellites Iridium : téléphonie mobile par satellite
- J** Jupiter, la plus grande des planètes
- K** Kourou: Site de lancement des fusées Ariane
- L** LEM: Lunar Excursion Module, module d'atterrissage lunaire
- M** MIR, station spatiale russe
- N** Neptune, la planète la plus éloignée
- O** Oort Wolke, «Lieu d'observation» des comètes
- P** Pioneer 10 et 11, les deux sondes spatiales qui sont passées près de Jupiter
- Q** Quaoar, planète naine de 1260 km, située à une distance de 850 millions de km de la Terre
- R** Rosetta, mission de la comète européenne
- S** Saturne V, fusée des missions sur la Lune
- T** Titan III, fusée américaine pour Voyager
- U** Ulysse, sonde en orbite autour du pôle du soleil
- V** Vitesse de libération, vitesse nécessaire pour échapper à la force d'attraction d'une planète.
- W** Wernher von Braun, père des missions Apollo
- X** Planète X, hypothétique 9<sup>ème</sup> planète à l'extérieur de Pluton
- Y** Youri Gagarine, 1<sup>er</sup> cosmonaute, 1961
- Z**: Zielkowsky, inventeur de l'équation des fusées

## Quiz

1. Pourquoi cherche-t-on à envoyer les fusées depuis l'équateur ?
  2. Pourquoi les astronautes de l'ISS sont-ils en apesanteur ?
    - a) la force d'attraction de la terre est nulle
    - b) la force d'attraction du soleil est nulle
    - c) la force d'attraction et la force centrifuge s'annulent
  3. A quoi ressemble la flamme d'une bougie dans l'ISS (on suppose qu'il y a suffisamment d'oxygène) ?
- Réponses page 6

## Construire des fusées à air comprimé

- Bouteille en plastique (1,5 l)
- 0,5 l d'eau
- Carton épais ou planche de bois léger (balsa)
- Ciseaux ou scie à découper
- Pompe à air avec tube flexible (pompe à bicyclette ou pompe pour matelas pneumatique)
- Vrille (de l'épaisseur du tube de la pompe à air)
- Bouchon adapté à la bouteille
- Papier adhésif
- Pâte à modeler



Perce un trou dans le bouchon et insère le tube flexible de la pompe. Au besoin, utilise de la pâte à modeler pour rendre étanche la partie autour du bouchon. Remplis la bouteille avec un demi-litre d'eau et ferme-la avec le bouchon que tu as préparé. Dessine sur un carton ou sur le bois de sciage 3 éléments d'aile (esquisse) adaptés à la forme de la bouteille, découpe-les ou bien scie-les. Attache-les sur la bouteille avec du papier adhésif, de manière à ce que le bouchon avec le flexible soit pointé vers le bas et ne touche pas le sol. Installe ta fusée dehors, bien à l'écart de personnes, de maisons et de fils électriques, et commence à pomper. Lorsque la pression est suffisamment forte, le bouchon est éjecté et la fusée s'élève haut dans le ciel. Pour cette expérience, nous te conseillons de porter un vêtement de pluie.

**Attention : pendant le pompage, ne te penche jamais au-dessus de la fusée !**

## Un jour dans la vie de Kathrin Altwegg

«*Sois franche et courageuse, car il existe un grand nombre de métiers passionnants dont tu n'as peut-être aucune idée*», conseille Kathrin Altwegg aux jeunes. Elle sait ce dont elle parle. Elle est exploratrice spatiale et a déjà fait la preuve de son courage lorsqu'elle était la seule femme de son année à se lancer dans des études de physique à l'Université de Bâle.

Et comment en est-elle arrivée à l'exploration spatiale ? „C'est une pure coïncidence“, estime-t-elle, „Après un séjour aux Etats-Unis avec mon mari actuel, nous cherchions un emploi dans le même lieu géographique. Par hasard, cela a été possible à Berne.“ Il a trouvé du travail dans une entreprise et elle a trouvé un poste d'assistante à l'Université – dans l'exploration spatiale !

Elle est restée fidèle à l'Université de Berne et travaille aujourd'hui en qualité de professeur à l'Unité d'Exploration spatiale et de Planétologie. Cette unité travaille sur des projets tels que la sonde de comète Rosetta et le détecteur ROSINA qui l'accompagne. Ce dernier doit décoder la composition de la poussière de comète. Peut-être découvrira-t-on également des substances organiques qui pourront donner des indices sur l'origine de la vie sur notre planète. D'autres projets se consacrent par exemple à Mars, Mercure, au vent solaire et aux météorites.

Sa journée commence à six heures du matin. D'abord elle s'occupe de la maison. « Je ne suis pas du tout une fée du logis » déclare-t-elle en riant. Et à sept heures et demie, elle part pour Berne. Pendant la nuit, de nombreux e-mails arrivent d'Amérique : le professeur s'en occupe en premier. Ensuite le programme comprend des discussions avec les étudiants qui préparent leur diplôme et ceux qui préparent leur doctorat. Elle les aide à résoudre des problèmes, elle consulte les données scientifiques et se penche avec les ingénieurs hommes et femmes sur les points techniques cruciaux.

La plupart du temps, elle contacte aussi par téléphone ou par e-mail ses partenaires européens et l'ESA, par exemple, pour coordonner de futures opérations avec des instruments dans l'espace. Entre les deux, elle s'acquitte des tâches administratives. Elle est en même temps responsable de la trésorerie de l'unité. Elle prépare des cours magistraux et des conférences. Souvent elle fait avec plaisir des exposés dans les écoles ou pour des groupes intéressés et elle organise des visites de l'Institut.



L'astrophysicienne Kathrin Altwegg

Sur le chemin du retour, elle fait encore souvent quelques courses rapides ; puis elle prépare le repas du soir avec son mari. Lorsqu'ils ont le temps, ils font encore une promenade sur leurs chevaux. Le week-end, les sorties à cheval sont plus longues et souvent accompagnées de leurs deux filles. Grâce à son emploi partiel à 75 %, Kathrin Altwegg arrive bien à concilier vie de famille et vie professionnelle. Elle a tous les atouts des personnes qui réussissent : elle est ouverte, mais préserve en même temps son individualité. Elle sait bien communiquer et elle est capable de critiquer et d'apprendre. Elle a une bonne image d'elle-même, de son travail et des autres, en particulier de ses étudiants. Elle n'est pas prisonnière des théories et des projets, mais elle agit. La phrase « Je ne fais pas, je suis ! » s'applique particulièrement bien à elle.

### Biographie von Kathrin Altwegg

<b>11.12.1951</b>	Née à Balsthal, SO
<b>1957–1970</b>	Ecole primaire et lycée avec maturité A à Balsthal et Solothurn
<b>1970–1975</b>	Université de Bâle, obtient le diplôme de physicienne
<b>1976–1980</b>	Dissertation à Bâle en physique expérimentale
<b>1980–1981</b>	Post-doc à l'Université de New-York, New York, Etats-Unis, en chimie physique
<b>1982–1995</b>	Assistante à l'Université de Berne, Service Exploration spatiale et Planétologie, temps partiel
<b>1985, 1987</b>	Naissance de ses deux filles
<b>1996</b>	Habilitation dans le domaine de la physique du système solaire
<b>Seit 1996</b>	Chef de projet du projet ROSINA concernant la comète Churyumov-Gerasimenko
<b>Seit 2001</b>	Professeur titulaire

## AHA

**Pourquoi les comètes ont-elles une queue?**

Une comète est un petit corps céleste. A une grande distance du soleil, les comètes sont exclusivement constituées par leur noyau qui se compose principalement d'eau glacée, de glace sèche, de glace de CO, de méthane et d'ammoniac, ainsi que de petites particules de poussière et de minéraux comme celles des météorites. C'est pourquoi on désigne fréquemment les comètes par le terme de «boules de neige sales».

A proximité du soleil, la matière s'évapore et constitue ainsi une enveloppe vaporeuse diffuse, la chevelure ou coma. Noyau et coma constituent ensemble la tête d'une comète. Les éléments de la coma sont «pulvérisés» par la pression du rayonnement et le vent solaire, si bien qu'il se forme une queue, en fait deux queues, qui apparaissent du côté opposé du soleil. Les queues des comètes peuvent avoir une longueur pouvant atteindre 100 millions de km. L'étoile de Noël n'était sans doute pas une comète, mais un alignement – rare et sortant de l'ordinaire – de planètes l'une derrière l'autre.



Photo ESA

### ESA

L'ESA (European Space Agency) a été créée en 1975. La Suisse était l'un des dix membres fondateurs. Aujourd'hui, 17 Etats font partie de l'Agence Spatiale Européenne qui a son siège à Paris (France). L'ESA dirige un grand nombre de projets qui sont souvent réalisés en collaboration avec d'autres agences spatiales.

Les fusées porteuses de l'ESA portent le nom d'Ariane, elles sont lancées à proximité de l'équateur, à Kourou (Guyane française). En parallèle, la fusée Vega a été développée pour des charges plus petites.

[www.esa.int](http://www.esa.int)

### NASA

La Nasa (National Aeronautics and Space Administration), créée en 1958, est l'Administration fédérale civile américaine chargée de l'exploration aérospatiale. La séparation entre la recherche aéronautique et le domaine militaire n'est pas claire, car la NASA est responsable de la recherche fondamentale aussi bien civile que militaire dans la navigation aérienne. L'administration spatiale américaine se distingue en ce point de l'ESA européenne qui, selon l'article II de ses statuts, se consacre exclusivement à la recherche spatiale civile et ne participe pas de recherche aéronautique. Les programmes spatiaux habités de la NASA sont les suivants : Mercury, Gemini, Apollo, Skylab, la Navette (Space Shuttle), la Station spatiale (ISS), Constellation (en projet). [www.nasa.gov](http://www.nasa.gov)



### Touriste de l'espace

Ce qui n'arrivait que dans les romans de science-fiction il n'y a que quelques années est aujourd'hui possible. Quiconque a de l'argent peut aujourd'hui réserver un vol dans l'espace. L'Américaine Anousheh Ansari, d'origine iranienne, par exemple, a rendu visite à l'ISS le 18 septembre 2006 à bord du vaisseau spatial Soyouz. Les deux premiers touristes sur l'ISS ont payé pour leur voyage près de 20 millions de dollars. La société américaine Space Adventures envisage de proposer des voyages autour de la Lune en coopération avec la Russie. La société Bigelow Aerospace travaille actuellement au développement d'un hôtel spatial. Elle compte le réaliser en l'an 2015.

septembre 2006 à bord du vaisseau spatial Soyouz. Les deux premiers touristes sur l'ISS ont payé pour leur voyage près de 20 millions de dollars. La société américaine Space Adventures envisage de proposer des voyages autour de la Lune en coopération avec la Russie. La société Bigelow Aerospace travaille actuellement au développement d'un hôtel spatial. Elle compte le réaliser en l'an 2015.

### Liens

[www.spacebiol.ethz.ch](http://www.spacebiol.ethz.ch)

Groupe de biologie spatiale de l'ETH de Zurich

<http://space.epfl.ch>

Space Center de l'ETH de Lausanne

[www.phim.unibe.ch](http://www.phim.unibe.ch)

Exploration spatiale à l'Université de Berne

[www.srv.ch.org](http://www.srv.ch.org)

Association suisse pour les voyages dans l'espace

[www.issibern.ch](http://www.issibern.ch)

International Space Science Institute à Berne

[www.sbf.admin.ch/htm/themen/weltraum\\_de.html](http://www.sbf.admin.ch/htm/themen/weltraum_de.html)

Secrétariat d'état pour la Formation et la Recherche SBF, affaires spatiales

[www.dlr.de](http://www.dlr.de)

Centre allemand pour les voyages aérospatiaux

### TechDay@KSL : Enthousiasmer les jeunes pour la technique

Le 30 octobre 2007, l'activité scolaire habituelle de l'école cantonale de Limmattal (KSL) va brusquement cesser. Les écoliers et écolières pourront choisir à la place des cours entre des conférences, des cercles de discussion et des expériences sur les sciences et la technique. Des modules avec menus élaborés par des scientifiques et des ingénieurs suisses engagés seront présentés. Grâce à cette manifestation, la SATW apporte une contribution durable à la compréhension des technologies et espère motiver les jeunes pour une carrière dans les sciences et la technique.

### Comment devient-on astronaute ?

- 1. Exigences générales :** Ressortissant/e d'un état membre de l'ESA, âgé de 27 à 37 ans, taille entre 153 et 190 cm, anglais écrit et parlé, diplôme universitaire en sciences naturelles, techniques ou en médecine, expérience professionnelle scientifique d'au moins 3 ans (doctorat) ou expérience de pilotage en tant que pilote d'essai, pilote dans l'armée ou pilote de ligne.
- 2. Exigences médicales :** Bon état de santé depuis l'enfance. Les postulants doivent se soumettre à différents tests, entre autres dans des centrifugeuses, des chaises pivotantes, des chambres de compression et des avions.
- 3. Exigences psychologiques :** Raisonnement logique, bonne mémoire, capacité de concentration, représentation spatiale, et adresse manuelle. Personnalité : grande capacité de motivation, flexibilité, grande aisance sociale et caractère équilibré.

### Un Suisse dans l'espace : Claude Nicollier

L'astrophysicien et pilote vaudois Claude Nicollier a participé quatre fois à un vol spatial.

Aujourd'hui, le premier astronaute suisse est professeur à l'EPF de Lausanne et habite à Houston, aux Etats-Unis.



Nicollier, l'astronaute de l'ESA, en action. Photo ESA



### Cosmorama : une exposition différente sur l'exploration spatiale

Cette exposition hors du commun organisée sur une surface de 700 m<sup>2</sup> au deuxième étage du hall des voyages aérospatiaux expose de manière ludique le thème de l'apesanteur dans l'espace. De nombreux objets authentiques, des modèles et des installations artistiques, illustrent l'histoire de l'espace des voyages spatiaux, leur signification pour la propagande et pour la collaboration des nations. Parmi les attractions, on peut voir une réplique du satellite Spoutnik, une copie du module ISS européen « Columbus », en grandeur nature, sur lequel on peut monter, et du satellite de recherche européen EURECA, qui a été ramené sur Terre en 1993 après un an passé dans l'espace.

Maison du transport de la Suisse [www.verkehrshaus.ch](http://www.verkehrshaus.ch) -> Français -> Musée -> Aviation&Navigation Spatiale -> Cosmorama

### Réponses aux questions de la page 4

1. Parce que l'attraction terrestre y est plus faible.
2. c; les forces d'attraction ne sont jamais nulles ; à l'altitude de l'ISS (400 km) la force d'attraction de la terre domine encore de loin. Etant donné que la station spatiale tourne relativement rapidement autour de la Terre (environ 90 minutes par rotation), la force d'attraction et la force centrifuge se compensent, c'est à dire qu'aucune force n'agit plus sur les astronautes.
3. Lorsqu'une bougie brûle, la cire s'évapore et réagit avec l'oxygène de l'air. Il en résulte de la chaleur, du gaz carbonique, de la vapeur d'eau et de la suie. Lorsqu'on brûle une bougie sur la terre, les produits de combustion chauds s'élèvent, car le gaz chaud est plus léger que le gaz froid. Ainsi, de l'air froid riche en oxygène, attiré vers le bas, remplace cet air chaud et réagit à son tour avec la vapeur de la cire. On peut le voir à la zone bleue chaude sous la flamme. La suie incandescente est entraînée par le gaz chaud montant et produit une flamme jaune. En apesanteur, il n'y a pas «d'en haut» et «d'en bas». Ainsi, l'air froid riche en oxygène ne peut donc plus circuler. L'échange de l'air se fait plus lentement. La flamme a ainsi une forme hémisphérique et la bougie brûle avec une lumière moins vive. Cette expérience a été réalisée entre autres en 1996 dans la station spatiale russe MIR.



Flamme de bougie en apesanteur. Photo NASA

### Nous remercions:

Le Musée Suisse des Transports

[www.verkehrshaus.ch](http://www.verkehrshaus.ch)

### Impressum

[www.satw.ch/technoscope](http://www.satw.ch/technoscope)

### Contact

redaktion.technoscope@satw.ch

### Concept et rédaction

Regula Zellweger, Senarclens, Leu + Partner AG

### Contributions rédactionnelles

Prof. Dr. Kathrin Altwegg – von Burg, Université de Berne  
Elisabeth McGarrity, Collège de Brigue  
Giovanni Zamboni, SATW, Lugano

### Suivi scientifique de ce numéro

Prof. Dr. Kathrin Altwegg – von Burg, Université de Berne

### Création

VISUM visuelle umrisse gmbh, Berne, [www.visum-design.ch](http://www.visum-design.ch)

### Impression

Egger AG, Frutigen

### Abonnements et Commandes (gratuit)

info@satw.ch  
Académie suisse des sciences techniques  
Seidengasse 16, 8001 Zürich  
Téléphone 044 226 50 11  
Fax 044 226 50 19