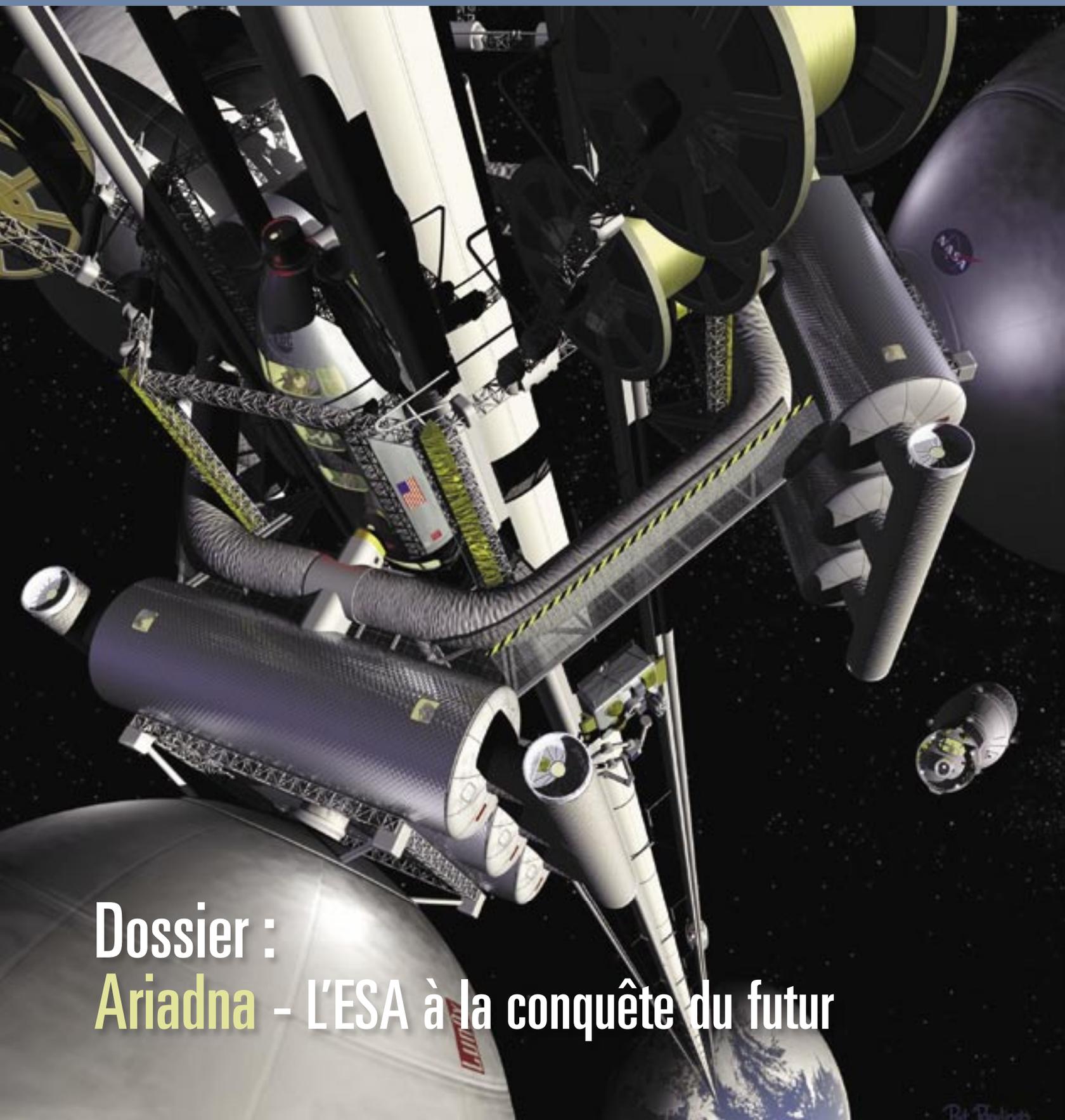


52 *Space* connection



Dossier :
Ariadna - L'ESA à la conquête du futur

A l'affût d'idées révolutionnaires

2 A l'affût d'idées révolutionnaires

4 Une équipe jeune : ACT et Ariane

5 Interview du coordinateur d'ACT,
Andrès Gálvez et de l'ingénieur
Léopold Summerer

9 Un avant-goût des trésors promis
par les futures technologies

- En route vers Jupiter en dormant
- Quelques tours de passe-passe mathématiques pour un parcours plus économique
- Naviguer avec des étoiles mortes
- Ne pas disperser la moindre once d'énergie
- L'énergie solaire utilisée sur Terre
- Dilater légèrement la pesanteur

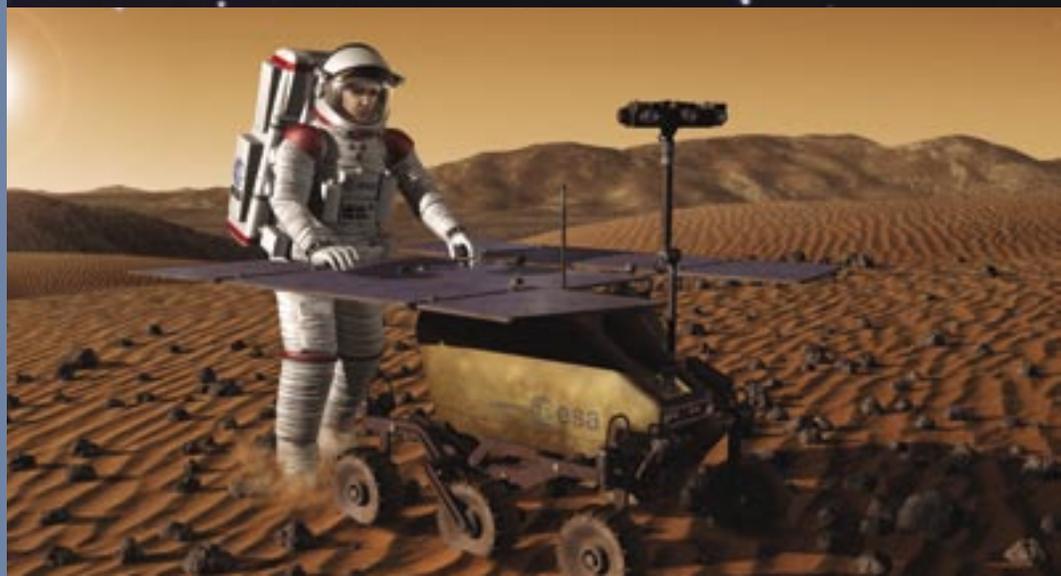
14 'Biomimicry', ou la nature, source
d'inspiration

16 L'Amérique aussi se livre à
d'audacieuses recherches

19 Actualités

*Couverture:
L'une des technologies révolutionnaires les plus
prometteuses est celle de 'l'ascenseur spatial'.
Destinée à réduire les coûts du secteur spatial,
cette innovation révolutionnaire nécessitera
le développement de matériels nouveaux pour
tendre un câble solide sur 36.000 kilomètres
de longueur. © NASA*

*Vision dans quelques décennies ? Un astronaute européen en train de travailler
sur la planète Mars et d'inspecter le vieux robot Exomars (qui est actuellement
développé dans le cadre du programme Aurora de l'ESA). © ESA*



es

L'ESA, l'Agence spatiale européenne, ne manque pas de projets intéressants pour les prochaines années. Cela va de projets très pratiques, comme le système de navigation par satellite Galileo, l'exploration des planètes Mercure, Vénus et Mars à l'aide de sondes inhabitées, jusqu'aux satellites astronomiques comme Gaia qui doit dresser la carte de la Voie lactée.

Mais aussi fascinants soient ces projets à court terme, les mordus de l'espace rêvent aussi à ceux qui leur succèderont, à la conquête spatiale dans un avenir plus lointain, à l'exploration de l'espace jusqu'aux confins de la science-fiction. L'exploration de Mars et ensuite d'autres planètes du système solaire par des missions habitées, l'installation de bases scientifiques sur la Lune et sur Mars, la construction de grandes colonies capables d'héberger de nombreux habitants, l'adaptation du climat martien pour pouvoir y pratiquer l'agriculture et même l'exploration des étoiles.

Rêver est à la portée de tous, mais le rêve ne suffit pas pour accélérer la réalisation de ces projets. Il faudra au préalable engranger une série d'avancées scientifiques et technologiques (sans parler du financement). Ces progrès donnant lieu à la mise au point de technologies véritablement révolutionnaires, permettant d'accomplir des exploits totalement inimaginables actuellement avec les technologies disponibles, requièrent souvent de longues recherches préparatoires. Il faut parfois plusieurs décennies avant de franchir le pas entre la première idée d'une nouvelle technologie et son application dans l'espace – notamment parce que les responsables des projets spatiaux privilégient toujours les technologies qui ont déjà fait leurs preuves.

Pour être enfin prête et pouvoir répondre aux exigences technologiques des prochaines décennies, l'ESA a mis sur pied en 2002 une équipe spéciale qui se penche sur les technologies les plus révolutionnaires qui ne trouveront peut-être une application que dans plusieurs dizaines d'années. Ce groupe de recherche a été baptisé Advanced Concepts Team (ACT) et est installé à l'ESTEC, le centre de recherche technologique de l'ESA, à Noordwijk, aux Pays-Bas.

«A l'ESA, la majorité du personnel travaille activement à la préparation des missions dont la date de lancement est programmée», déclare Andrés Gálvez, coordinateur ACT. «Ils n'ont donc pas le temps de se pencher sur des idées pouvant éventuellement être exploitées dans une mission qui se déroulera dans trente ans. C'est la raison d'être d'ACT.»

L'étude de toutes les idées 'farfelues' pensables et imaginables dans les domaines scientifique et technologique n'est pas la chasse gardée de l'ESA. L'ACT coopère dès lors étroitement avec des universités européennes. Cette coopération est inscrite dans le programme Ariadna, lancé en 2003.

Concept de grande station spatiale en forme de roue dans laquelle 10.000 personnes pourraient habiter.
© NASA

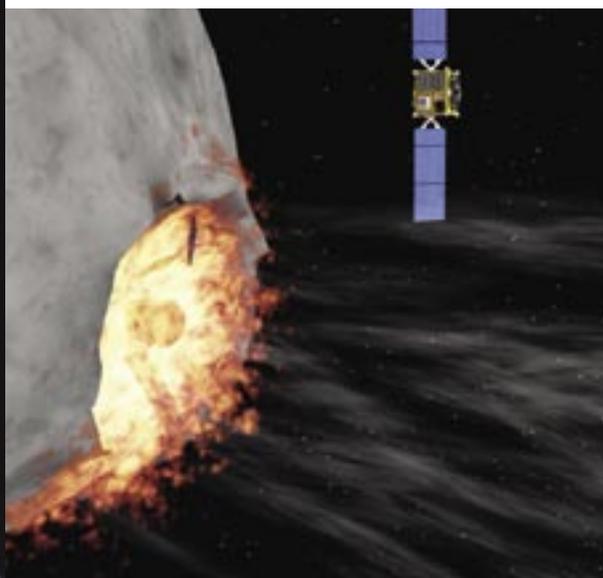
«Il y a dans les universités de nombreuses personnes qui travaillent sur des progrès potentiels», dit Andrés Gálvez. «C'est comme si chaque jour, quelqu'un lançait une nouvelle idée. Il faut parmi toutes ces idées, dénicher celles qui pourraient un jour aider l'ESA.»

L'ACT n'a pas pour mission de se lancer dans des recherches à grande échelle, comme, par exemple, la mise au point, en Europe, d'un moteur de fusée révolutionnaire. Elle ne dispose d'ailleurs pas du budget nécessaire et pour beaucoup de ces technologies révolutionnaires, ce serait également prématuré. L'ACT ne dispose ni de laboratoires, ni d'équipements scientifiques propres. Les activités de l'équipe se concentrent plutôt sur les études préparatoires, les toutes premières pré-études nécessaires avant qu'on puisse envisager de passer au véritable développement de nouvelles technologies.

L'essentiel des activités de l'ACT réside dans l'évaluation des idées les plus variées concernant des progrès technologiques potentiels. Quelles sont les idées qui offrent un réel potentiel et quelles sont celles qui relèvent de l'utopie ? L'ACT essaie de remplir la fonction de filtre et de procéder à la première sélection pour voir quelles sont les propositions qui sont dignes d'un examen plus approfondi. Des idées à première vue intéressantes sont en effet régulièrement proposées, mais elles sont finalement abandonnées parce que leur fondement scientifique est insuffisant ou qu'un examen plus poussé révèle leur caractère trop utopique et irréaliste.

Ces trois dernières années, l'ACT a déjà étudié une importante série de thèmes intéressants. De la possibilité de 'mise en hibernation' d'astronautes pour de longues missions spatiales aux nouvelles méthodes mathématiques pour calculer les orbites complexes de sondes spatiales.

L'ESA n'est pas la seule à disposer de son Advanced Concepts Team. Du côté américain, à la NASA, la recherche examine ces thèmes 'de pointe' dans le cadre du NASA Institute for Advanced Concepts (NIAC). En dehors de l'ACT, le présent dossier évoquera également brièvement le NIAC. Nous reviendrons également longuement sur diverses technologies de pointe déjà évaluées dans le cadre de ces projets, tant en Europe qu'aux USA.



Ce concept d'une mission spatiale avancée européenne montre la sonde Hidalgo qui s'écrase contre l'astéroïde 2002AT4, un rocher de quatre cents mètres. Au même moment, la sonde Sancho (l'autre composant de la mission spatiale 'Don Quichote') effectue des mesures et d'observations à distance. © ESA

Une équipe jeune: ACT et Ariadna



L'Europe étudie ce concept d'une base habitée sur la planète Mars. © ESA

L'Advanced Concepts Team est une équipe réduite et jeune. Elle rassemble une douzaine de collaborateurs et le changement de personnes au sein de l'équipe est rapide, de manière à brasser de nouvelles idées. L'équipe fonctionne en effet sur la base de contrats de courte durée de deux ans pour les jeunes postdocs (scientifiques venant de décrocher leur doctorat). Du 'sang neuf' alimente ainsi l'équipe en permanence et l'organisation peut suivre de près les dernières tendances de la recherche scientifique. Les 'research fellows' d'ACT balayent un vaste spectre de spécialités scientifiques, qui va de la physique théorique à la biologie.

Les membres d'ACT ne procèdent pas eux-mêmes aux recherches ou à l'évaluation des nouvelles idées. L'équipe est trop restreinte et son budget trop étrié pour pouvoir disposer d'un expert dans les différentes spécialités. C'est pour cette raison que depuis 2003, elle fait souvent appel aux universités européennes par le biais du programme Ariadna. L'équipe fait régulièrement le point sur les thèmes sur lesquels elle souhaiterait travailler et elle propose des bourses à des chercheurs universitaires, puis rassemble les propositions émanant des universités. Un chercheur universitaire, financé par l'ESA, peut alors travailler un certain temps sur une thématique déterminée ou se livrer à l'évaluation d'une nouvelle technologie proposée. Le résultat de ces recherches est généralement rassemblé dans un rapport qui est publié sur le site internet d'ACT. La collecte de ces rapports offre une vue fascinante sur le type de technologies sur lesquelles la conquête spatiale pourrait s'appuyer dans un délai d'environ trente ans.

L'Advanced Concepts Team conclut trois types de contrats avec les universités : 15.000 euros pour une durée de deux mois ; 25.000 euros (quatre mois) ou 35.000 euros (six mois). L'enveloppe budgétaire autorise la conclusion de vingt à trente contrats par période de deux ans. Il s'agit de collecter des nouvelles propositions deux fois par an sur la base d'un 'appel à propositions'.

L'ESTEC, le centre technologique de l'ESA qui héberge l'ACT, se livre par ailleurs à de nombreuses recherches technologiques. On y travaille par exemple sur la construction de diverses sondes spatiales de l'ESA qui seront lancées au cours des prochaines années. Nombreux sont les satellites et les engins spatiaux qui y sont minutieusement testés avant leur lancement. Au sein de l'ESA, l'ACT constitue en quelque sorte le 'fer de lance' des technologies les plus avancées, tandis que les autres services concentrent davantage leurs activités sur des technologies plus proches d'applications réelles dans de futures missions spatiales concrètes de l'ESA. L'ACT fait partie au sein de l'ESA de l'Advanced Concepts and Studies Office' également appelé 'DG-X'.



Projet de grande base lunaire pour une occupation permanente. © NASA



Rencontre avec Andrés Gàlvez, coordinateur ACT et l'ingénieur Léopold Summerer



Space Connection s'est entretenu avec Andrés Gàlvez qui dirige l'Advanced Concepts Team et Léopold Summerer, ingénieur système chez ACT.

Space Connection – Quel est l'objectif poursuivi par la mise en place de l'Advanced Concepts Team et du programme Ariadna ?

Andrés Gàlvez – Il s'agit surtout d'améliorer la coopération et l'échange d'informations avec les universités. L'ESA collabore évidemment de longue date avec le monde universitaire dans le cadre scientifique par exemple, afin de déterminer quelles sont les missions les plus adéquates parmi celles qui sont proposées. Mais cette collaboration n'était pas toujours systématique. Il est apparu qu'il était difficile pour certaines universités, principalement les plus petites, qui n'ont jamais eu de contacts avec l'ESA, de nous connaître et de percevoir nos intérêts et nos objectifs et d'ajuster ainsi leurs activités de recherche. Nous souhaitons également l'aide du monde universitaire pour la réalisation d'études de faisabilité à un stade très précoce. Il fallait au sein de l'ESA un groupe de personnes capables d'évaluer très rapidement les nouvelles idées proposées. Il s'est avéré que la meilleure solution consistait à réunir un petit groupe de scientifiques connaissant bien le monde universitaire et capables d'analyser rapidement des thèmes scientifiques.

SC – Quel est l'effectif de l'équipe ?

Léopold Summerer – Cette équipe d'une douzaine de personnes est particulièrement dynamique. On y trouve de jeunes diplômés qui restent un an, des research fellows qui restent deux ans et des stagiaires universitaires. Cela nous permet de nous adapter très vite aux thèmes de recherche.

SC – La tâche prioritaire est donc l'évaluation de nouvelles idées ?

Summerer – C'est exact. Nous essayons d'anticiper les tendances et de voir quelles sont les nouvelles idées qui émergent. Nous le faisons de manière active, plutôt que d'attendre que des idées nous soient proposées.

Gàlvez – Rien de ce qui se passe dans le monde scientifique n'échappe à notre vigilance et nous suivons également

l'actualité de près. Nous sommes également attentifs à des choses qui n'ont pas nécessairement de liens spécifiques avec l'espace, à des évolutions par exemple dans un domaine totalement étranger à la science, mais qui pourraient néanmoins s'avérer intéressantes pour l'ESA.

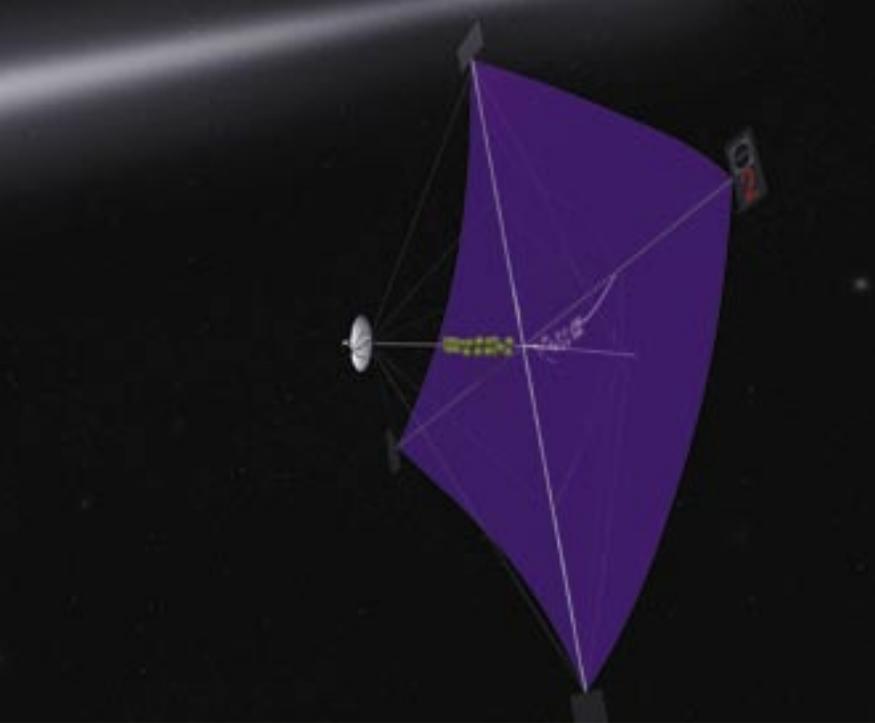
SC – Comment faites-vous pour surveiller l'ensemble du monde scientifique à l'affût d'idées nouvelles ? Cela s'apparente à un travail de titan ?

Gàlvez – Oui, et c'est la raison pour laquelle il a fallu partager le travail afin de pouvoir maîtriser la situation. Nous avons introduit des sous-disciplines et établi des priorités. C'est lié aux compétences des personnes qui travaillent ici. Nous avons sélectionné quelques domaines, comme par exemple l'énergie et les systèmes de propulsion qui nous semblent particulièrement intéressants et qui pourraient continuer à jouer un rôle à long terme et c'est sur cette base que nous recrutons dans les universités. Autre exemple : un chimiste qui travaille sur les cellules de combustible et les 'systèmes de life support biogénérateurs'. Nous essayons toujours de disposer d'experts dans chacun de ces domaines essentiels.

Nous n'avons pas davantage voulu nous cantonner aux 'technologies dures' typiques comme celles par exemple des systèmes de propulsion. Nous avons donc rassemblé une série de thèmes de la biologie sous le dénominateur de 'biomimicry' (biomimétisme), c'est-à-dire l'imitation dans le monde de la technologie d'éléments issus de la nature vivante. Un exemple en la matière utilisé depuis longtemps est celui de la structure en nids-d'abeilles des satellites.

Summerer – Nos collaborateurs viennent de terminer leur recherche de doctorat et connaissent donc parfaitement les publications scientifiques. Dans une multitude de 'reports', ils sont capables d'isoler ce qui, selon eux, est susceptible de nous intéresser. La recherche de nouvelles idées implique la lecture assidue de la littérature scientifique. Etre informé de ce que font d'autres scientifiques fait évidemment partie, jusqu'à un certain point, des activités de tout scientifique digne de ce nom. C'est ainsi qu'on découvre de nouvelles idées et qu'il est possible de faire le lien avec des groupes de chercheurs qui vous sont connus.

Gàlvez – La différence par rapport à un groupe de recherche universitaire classique réside dans le fait qu'ici chacun tra-



Une structure à voiles solaires pourrait utiliser la pression de la lumière du Soleil pour progresser dans le système solaire.
© NASA

vaillent dans une discipline différente. C'est ainsi qu'on réussit à rassembler des thèmes qui normalement ne seraient pas apparentés. De cette synergie, jaillissent de nouvelles idées. C'est l'une des originalités de notre équipe.

SC – Comment procédez-vous lorsque vous désirez évaluer une idée ? Commandez-vous une étude sur le sujet à une université ?

Gálvez – Tout dépend dans quelle mesure nous estimons que nous disposons de l'expertise requise pour procéder nous-mêmes à l'évaluation ou non. Nous le faisons nous-mêmes si nous croyons que nous pouvons juger de la valeur d'une idée en deux jours. En cas de doute, nous activons nos contacts avec les universités ou parfois par le biais d'autres activités, comme des contacts avec les entreprises. Généralement, une université est contactée par l'intermédiaire du mécanisme Ariadna. Nous offrons alors aux universités l'occasion de développer des recherches sur des éléments que nous souhaitons clarifier ou sur lesquels nous nous posons de questions.

Ariadna est le nom du programme que nous utilisons pour créer des partenariats avec les universités et signer des contrats. Contrairement à la méthode classique de l'ESA où il est parfois difficile de suivre précisément chaque contrat, nous mettons tout en œuvre pour effectuer la recherche ensemble avec le personnel des universités. Parallèlement aux travaux réalisés à l'université, nous essayons de travailler sur le même thème afin de pouvoir suivre précisément les événements.

L'étendue de l'évaluation varie bien évidemment. Une mauvaise idée peut se contenter d'une évaluation «back of an envelope». Nous ne sommes pas à l'abri d'une erreur. Mais nous sommes parfois capables de décider très rapidement qu'une idée est vouée à l'échec : cela fait partie de notre travail.

Summerer – C'est également un critère de réussite : constater qu'une idée n'est pas bonne permet d'éviter qu'elle ne continue à circuler des mois, voire des années durant et que des personnes ne perdent leur temps à l'étudier. Avant de décider, nous procédons à une évaluation minutieuse :

arrêtez de creuser cette idée, ce concept ne tient pas la route. C'est parfois plus précieux que de trouver une nouvelle idée sur laquelle on pourrait éventuellement poursuivre le travail.

Gálvez – Ainsi Ariadna permet à de nombreuses personnes de gagner du temps. Il est parfois très utile de réaliser une étude, de disposer d'un rapport sur lequel nous appuyer lors de discussions pour 'clôturer' sur ce thème. A défaut, certains ne cessent de revenir sur le sujet et continuent à poser des questions. Il est dans ce cas utile de pouvoir dire 'ce n'est pas praticable pour telles raisons'. ACT est pour l'ESA un outil extrêmement économique pour régler ce genre de questions.

SC – Pouvez-vous citer quelques exemples d'idées 'rejetées' ?

Gálvez – Beaucoup d'entre elles se situent dans le domaine de la physique théorique. Nous avons dans l'équipe une personne qui a une formation en physique théorique, qui est capable de décortiquer toutes les idées touchant à la physique théorique et qui a un rapport avec la technologie spatiale. Nous recevons par exemple régulièrement des propositions de personnes convaincues qu'il est possible de transmettre des informations à une vitesse supérieure à celle de la lumière ou d'autres idées qui semblent contraires aux lois de la nature que nous connaissons actuellement.

Il y a eu par exemple un jour une idée sur le 'gravity control', la maîtrise de la pesanteur qui pourrait s'avérer utile dans la propulsion des engins spatiaux. Cette idée s'est révélée inutilisable et nous disposons désormais d'un rapport dont nous pouvons faire mention et démontrer rapidement qu'il est inutile de poursuivre les recherches dans ce sens. Même si le gravity control fonctionnait, il ne trouverait pas d'applications réellement utiles dans l'astronautique.

Summerer – Même si les idées à propos d'instruments anti-pesanteur continuent à fleurir...



Gàlvez – A la NASA, le programme Breakthrough Propulsion Physics a notamment étudié les moyens de voyager plus vite que la lumière. Le programme a été supprimé. C'est un exemple parfait d'ouverture aux idées nouvelles... mais il faut par ailleurs pouvoir rester extrêmement critique. Si vous ne vous appuyez pas sur le monde scientifique pour procéder à l'évaluation des idées, si vous n'instaurez pas une sorte de peer-review des idées proposées, vous brisez le lien avec la communauté scientifique et suscitez l'impression que votre recherche n'a pas la moindre valeur, ne débouchera sur rien de concret et votre programme est alors menacé. J'ignore quel est le problème précis rencontré par le programme de la NASA, mais nous essayons de ne pas perdre le soutien de la communauté scientifique et il est pour nous essentiel d'obtenir l'adhésion du monde scientifique à notre méthode de travail.

SC – Les Américains sont-ils allés trop loin ?

Gàlvez – Pas du tout. Ils ont ouvert la voie. L'aspect très positif est qu'ils ont osé prendre énormément de risques sur certaines idées et ont cherché à savoir si certaines de ces idées farfelues pouvaient s'avérer éventuellement intéressantes. Je pense que c'est une excellente approche. Il est bon de travailler avec la rigueur la plus extrême, mais si vous êtes trop conservateur, vous fermez les portes à toute innovation. Il faut en outre des mécanismes de contrôle ; j'ignore comment on procède à la NASA, mais c'est fondamental.

SC – N'est-ce pas étrange d'avoir cette petite équipe de l'Advanced Concepts Team au sein de l'ESA ? Un observateur extérieur pourrait penser que l'ensemble de l'ESA se penche sur des sujets de pointe ?

Gàlvez – Il est évident que l'ensemble de l'ESA effectue du travail 'avancé', mais sous une optique différente. L'ESA planche souvent sur des projets se déroulant dans des conditions particulièrement difficiles, sur des engins spatiaux devant fonctionner dans un environnement très hostile.



*Andrés Galvez
(à gauche)
et Leopold Summerer*

Les satellites ne peuvent être réparés après leur lancement. Il faut donc être certain de leur fiabilité. Voilà une acception de la notion d'«avancé». Mais vu sous un autre angle, il y a tout un pan des technologies spatiales qui sont loin d'être de pointe. Sur Terre par exemple, certains ordinateurs de vaisseaux spatiaux seraient totalement dépassés pour notre 'desktop'. Une large partie des activités de l'ESA se situe par ailleurs dans la gestion des projets. Tout cela est dû au mode de fonctionnement de l'ESA qui rédige des contrats, lesquels sont exécutés par l'industrie. Ce n'est pas l'ESA qui construit les satellites, mais des entreprises. Par conséquent, une grande partie des activités de l'ESA porte sur la gestion de projets. Ces personnes ne travaillent plus sur les innovations technologiques ou sur la promotion des concepts innovants. Elles oublient de faire du nouveau. C'est l'une des raisons pour lesquelles l'ACT a vu le jour. Il serait caricatural de prétendre que l'ESA n'effectue plus de recherches, mais l'organisation spatiale n'est pas un simple institut de recherche.

SC – La majorité des nouvelles idées émanent-elles du monde scientifique ou l'ESA formule-t-elle également des demandes ciblées, inspirées par la nécessité de trouver des solutions techniques à de futurs problèmes rencontrés par l'exploration spatiale ?

Gàlvez – Les deux existent. La seconde option se rencontre souvent chez des personnes qui connaissent notre équipe et avec lesquelles nous avons déjà travaillé.

Summerer – Il faut être conscient que souvent les collaborateurs de l'ESA ont une relation passionnelle avec l'espace. L'intérêt personnel est immense. Souvent quelqu'un débarque en disant : 'Je suis tombé sur ce brevet qui me semble intéressant, mais je n'ai pas le temps de m'en occuper, peut-être pouvez-vous y jeter un coup d'œil ?' Ces collaborateurs doivent par exemple s'occuper personnellement d'un satellite et savoir précisément dans quelle direction l'orienter pour qu'il effectue les clichés désirés. Ils ne peuvent donc pas s'occuper d'un élément qui pourrait peut-être s'avérer utile dans trente ans. Ils n'ont pas le temps de consacrer ne fut-ce que quelques heures à décortiquer un brevet qui pourrait peut-être un jour se révéler intéressant. Nous nous en occupons. L'ESA est par conséquent une importante source d'inspiration. Mais l'inspiration vient également du



*Un robot spatial met en œuvre un détecteur à laser pour rejoindre une sonde qui a collecté des échantillons à la surface de Mars.
© NASA*



monde extérieur, des universités par exemple ou de personnes qui nous contactent par le site internet. Du genre 'J'ai découvert quelque chose de révolutionnaire, contactez-moi s'il vous plaît.' C'est très varié.

SC – Y a-t-il aussi parfois des idées saugrenues ?

Gálvez – Oui, car nous recevons un peu de tout. Nous recevons énormément de courrier. Il y a d'une part des personnes qui ont un bagage valable et une méthode de travail scientifique, mais il y a d'autre part des personnes qui sont extrêmement passionnelles ou qui débordent d'enthousiasme à propos de leur idée révolutionnaire.

Summerer – Certains affirment communiquer avec des extra-terrestres. Nous recevons aussi ce genre d'"idées".

Gálvez – C'est aussi l'une des raisons d'être d'Ariadna : le traitement est plus facile, puisque certaines règles existent. Si l'appel aux nouvelles idées est trop 'ouvert', vous recevez d'énormes quantités de matériel, pas toujours très utile, et vous perdez alors énormément de temps à faire le tri des idées vraiment dignes d'intérêt. C'est pour cette raison que nous collaborons avec des universités ce qui garantit de travailler avec des personnes ayant une formation adéquate et suivant une méthode de travail scientifique.

SC – Espérez-vous que certaines des idées sur lesquelles vous travaillez deviennent un jour réalité ?

Gálvez – Je l'espère ! C'est de toute manière déjà très agréable d'y travailler. Les projets spatiaux sont toujours très longs, ils s'étalent parfois sur dix à vingt ans. Le programme des missions scientifiques de l'ESA est déjà 'complet' jusqu'en 2015 environ, et il est déjà question de projets allant jusqu'en 2020. Mais ce seront des projets fondés sur des technologies existantes, car leurs concepteurs veulent avant tout des certitudes. La première exigence est de réaliser d'innombrables essais au sol afin d'instaurer la confiance dans les nouvelles technologies.

La création d'une base martienne habitée est l'un des objectifs à long terme les plus ambitieux des agences spatiales aux Etats-Unis et en Europe. Il reste de nombreux obstacles technologiques à franchir.

© NASA

Qui est Ariadna ?

Le programme Ariadna de l'ESA porte le nom d'Ariane, personnage de la mythologie grecque. Ariane était la fille du roi de Crète, Minos. Lorsque le roi Minos enferma le héros Thésée dans le labyrinthe du palais royal, Ariane lui remit secrètement une pelote de fil. En déroulant le fil derrière lui, Thésée réussit à trouver la sortie. L'ESA espère que de la même manière, le programme Ariadna fournira le fil qui démêlera l'écheveau des idées technologiques les plus hasardeuses. Par ailleurs, la fusée Ariane doit également son nom à cette même princesse.

Il est impossible dans le cadre du présent dossier d'éplucher toutes les idées évaluées par l'ACT, mais nous avons fait une sélection parmi les plus intéressantes. La liste complète est disponible sur le site d'ACT pour ceux qui le souhaitent. Nous mentionnons en outre brièvement quelques technologies étudiées dans le cadre de projets similaires à l'ACT, comme le NIAC de la NASA aux USA.

Un avant-goût des trésors promis par les futures technologies

En route vers Jupiter en dormant

Dans les récits de science-fiction, cela semble parfois évident : lorsque des astronautes embarquent pour un voyage spatial de plusieurs années, ils sont provisoirement plongés dans un état d'hibernation ou même congelés. De cette manière, ils réduisent ou suppriment leur consommation d'air, d'eau et de nourriture et de plus, ils ne s'ennuient pas. Arrivé à destination, l'équipage est 'dégelé' ou réveillé. Cela ressemble à de la pure science-fiction, mais cela pourrait-il un jour devenir réalité ?

L'idée est peut-être moins farfelue qu'il n'y paraît à première vue. Il existe des mammifères - biologiquement proches de nous - qui hibernent comme les ours par exemple. Si les biologistes réussissent à comprendre précisément le mécanisme de l'hibernation, ils pourront peut-être mettre au point des méthodes pour plonger l'homme en hibernation. L'intérêt de cette découverte ne se limite pas à l'aéronautique. Plonger temporairement des personnes en état d'hibernation pourrait également trouver des applications en médecine, par exemple pour des patients devant subir une intervention chirurgicale.

A la demande de l'ACT, Marco Biggiogera de l'Université de Pavie en Italie et Carlo Zancanaro de l'Université de Vérone ont étudié les perspectives d'une hibernation artificielle de l'homme dans l'espace. Ils estiment que nous en sommes encore très loin, mais il n'est toutefois pas exclu que cela soit un jour possible. Biggiogera a par exemple étudié l'influence sur les cellules vivantes d'une molécule connue sous le nom de DADLE. Cette

molécule présente des ressemblances avec les protéines qui amorcent le processus d'hibernation chez les animaux et elle réduit la consommation d'énergie des cellules. Le mécanisme précis n'a pas encore été percé. Zancanaro a injecté DADLE à des rats en laboratoire. «Quatre heures après l'injection de DADLE, la température corporelle a sensiblement diminué et le rat est devenu nettement moins actif», déclare Zancanaro. L'intérêt de l'expérience réside dans le fait que, comme l'homme, le rat n'est pas un animal qui hiberne. S'il est possible de provoquer une hibernation artificielle chez les rats, c'est peut-être envisageable aussi pour les êtres humains.

En avril de cette année, une équipe de chercheurs de l'université de Washington à Seattle aux Etats-Unis a réussi pour la première fois à provoquer une véritable hibernation, très brève il est vrai, chez des animaux qui n'hibernent pas naturellement. Dans la revue scientifique Science, l'équipe dirigée par Mark Roth a décrit la manière dont ils ont réussi à plonger des souris en état d'hibernation pendant six heures à l'aide du sulfure d'hydrogène (célèbre pour son odeur d'œufs pourris). Ce gaz est mortel à haute concentration, mais à faible concentration, il semble avoir mis les souris en hibernation. La température corporelle des animaux est passée des 37 degrés Celsius normaux à 15 degrés à peine. Ils ne respiraient plus que quelques fois par minute au lieu de leur rythme ordinaire de cent cinquante et la consommation d'énergie de leurs cellules a baissé de nonante pour cent. Les souris se sont réveillées six heures plus tard en leur faisant respirer simplement de l'air normal.

Mission habitée vers Jupiter: des astronautes pourront-ils être mis en hibernation pour réaliser cette longue odyssée vers cette planète lointaine?
© NASA

Pour aller explorer des planètes comme Mars, les astronautes devront maîtriser des moyens techniques les plus modernes. © NASA

Mais que ce soit à l'aide de DADLE, de sulfure d'hydrogène ou de tout autre moyen, le rêve de l'hibernation humaine n'est pas près de devenir réalité. Avant que la technique puisse être appliquée à l'homme, il reste de nombreuses étapes à franchir, parmi lesquelles des essais prolongés pour vérifier si une longue hibernation n'a pas d'effets négatifs durables sur la santé.

Mais si cela devait un jour aboutir, cela faciliterait grandement les voyages lointains, de longue durée, dans l'espace. Cette solution n'est pas retenue pour les missions vers Mars, car des équipages «éveillés» peuvent y arriver. Mais la technique de l'hibernation pourrait être particulièrement utile pour des voyages plus lointains dans le système solaire, par exemple vers Jupiter. C'est grâce à cette méthode que le voyage vers Jupiter est accompli dans le film de science fiction «2001, Odyssée de l'espace» de Stanley Kubrick.

Avec un équipage en hibernation, les provisions d'eau et de nourriture pourraient être réduites à bord d'un vaisseau spatial. Celui-ci pourrait être plus petit et plus léger et serait moins vorace en énergie. Si l'équipage dort durant l'essentiel du voyage, les problèmes psychologiques, comme celui de la promiscuité prolongée dans un espace confiné, sont également réduits.

D'après Andrès Gálvez, coordinateur de l'Advanced Concepts Team, «c'est un sujet qui passionne les journalistes. La BBC nous a immédiatement appelés lorsqu'elle a su que nous travaillions sur ce thème.» Pense-t-il que cette idée ait de l'avenir ? «C'est extrêmement difficile de le dire au stade actuel, car la recherche en est à ses débuts. De nombreuses expériences sont menées pour plonger par exemple les souris en hibernation, mais il est impossible de déterminer jusqu'à quel point les résultats peuvent être extrapolés à l'homme. Nous constatons qu'il existe un potentiel. Cette recherche n'est pas encore mûre pour un financement ESA. Elle demeure encore trop dans le domaine théorique. De plus, l'ESA est incapable de financer les essais cliniques à grande échelle qu'il faudrait réaliser sur l'homme avant que cette idée ne puisse devenir réalité.»

Quelques tours de passe-passe mathématiques pour un parcours plus économique

Les astronautes souffrent d'une pénurie chronique d'énergie. Chaque kilogramme de carburant pour une sonde interplanétaire lancée dans l'espace alourdit sensiblement la facture du projet. C'est ce qui incite les concepteurs de missions spatiales à trouver les itinéraires les plus économiques dans le système solaire. Cela explique les routes souvent tortueuses suivies par les sondes interplanétaires, qui les font passer plusieurs fois au large de plusieurs planètes pour, à chaque fois, profiter de la gravité des dites planètes. Elles profitent de ces petits coups de pouce pour atteindre leur objectif final. Mais la mise au point de ces itinéraires n'est pas une sinécure et requiert énormément de calculs informatiques.

Les options sont pratiquement infinies pour les parcours très compliqués, comportant plusieurs swingbys (passages à proximité d'une planète) et un système de





Concept de sonde européenne autour de Pluton. Une telle mission nécessitera des moyens de propulsion avancés. © ESA

propulsion de type moteur à ions. Il est pratiquement impossible de tester ces innombrables options sur ordinateur pour sélectionner la meilleure. «*Quelques tours de passe-passe mathématiques peuvent alors permettre de gagner énormément de temps informatique*», affirme Andrés Gálvez. L'ACT cherche dès lors des méthodes mathématiques innovantes et des techniques informatiques qui sont susceptibles de faciliter l'identification de parcours toujours plus économiques. L'équipe a par exemple déjà étudié des trajets qui permettent de mettre une sonde spatiale en orbite autour de Pluton à l'aide d'un moteur à ions (sorte de propulsion électrique qui donne à la sonde spatiale une poussée de longue durée grâce à l'éjection d'un faisceau de particules chargées). D'autres études portaient notamment sur la manière de placer une sonde en orbite autour d'Europe, satellite de Jupiter. Ces deux missions seraient très difficiles à réaliser pour une sonde spatiale équipée de moteurs de fusée chimiques traditionnels et suivant un itinéraire classique.

Naviguer avec des étoiles mortes

La plupart du temps, les sondes spatiales arpentent le système solaire, naviguent à l'aide de signaux radio transmis par la Terre ou en regardant les étoiles à l'aide d'une caméra.

A la demande d'ACT, des chercheurs de l'Université de Barcelone et de l'Université polytechnique de Catalogne ont évalué une autre méthode : la possibilité pour une

sonde spatiale de s'orienter indépendamment de la Terre en se repérant sur des 'pulsars millisecondes' qui sont les rayonnements radio extrêmement réguliers et rapides émis par les restes des noyaux d'étoiles désintégrées. L'avantage est que la position de ces pulsars est connue avec précision, ce qui devrait en principe permettre une navigation très précise. Mais l'évaluation a donné des résultats mitigés. Selon les chercheurs, le système pourrait fonctionner, mais pour obtenir une précision acceptable, il faudrait trop d'équipements lourds à bord des sondes, comme par exemple une grande antenne radio pour capter les signaux pulsars faibles.

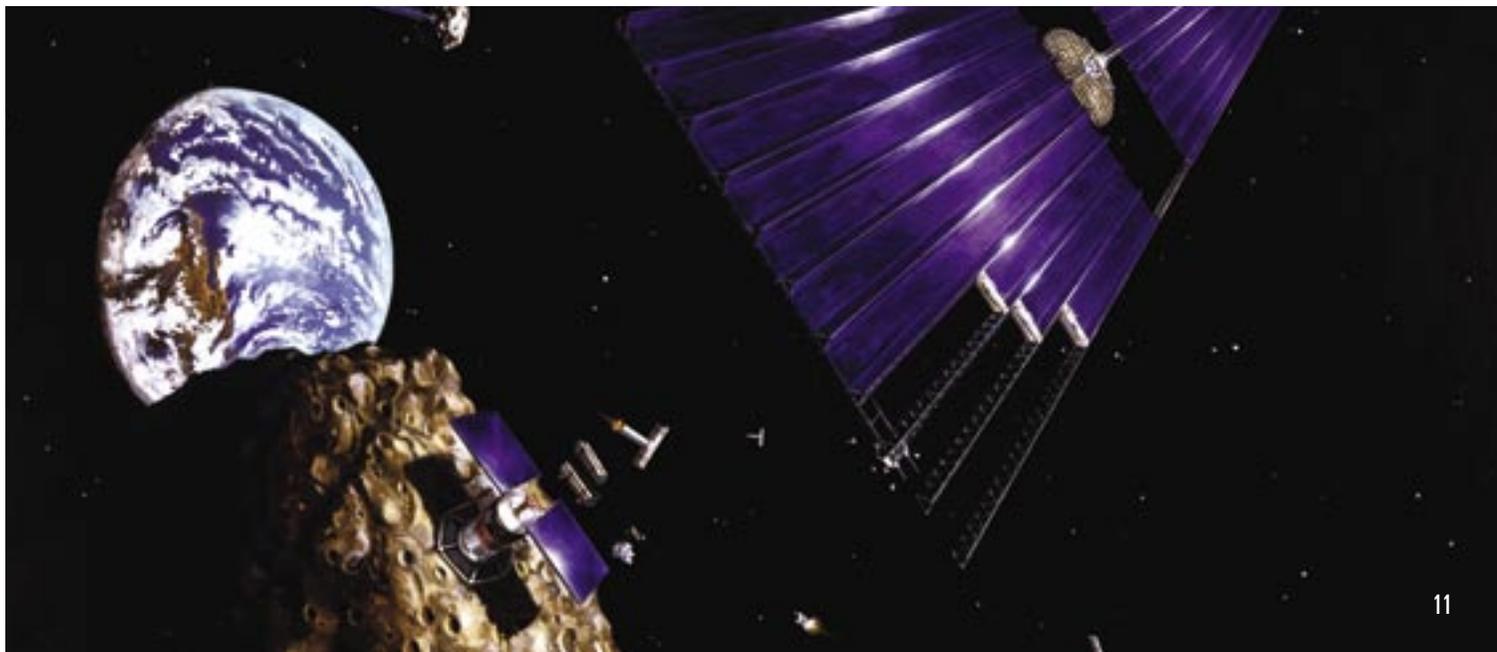
Ne pas perdre la moindre once d'énergie

Dans un vaisseau spatial, il faut être économe et tout doit être réutilisé dans la mesure du possible. Tout déchet est encombrant, donc à proscrire. L'ACT a commandé une étude aux Universités d'Helsinki et de Wageningen sur le potentiel de récupération d'énergie à partir des excréments des astronautes. La décomposition des excréments par des bactéries pourrait par exemple produire du méthane qui pourrait ensuite être une source d'énergie. On peut également en extraire de l'hydrogène, très utile pour alimenter les 'piles à combustible', qui constituent la source d'énergie fréquemment utilisée dans les engins spatiaux. L'étude doit comparer et évaluer les diverses techniques qu'on peut envisager.

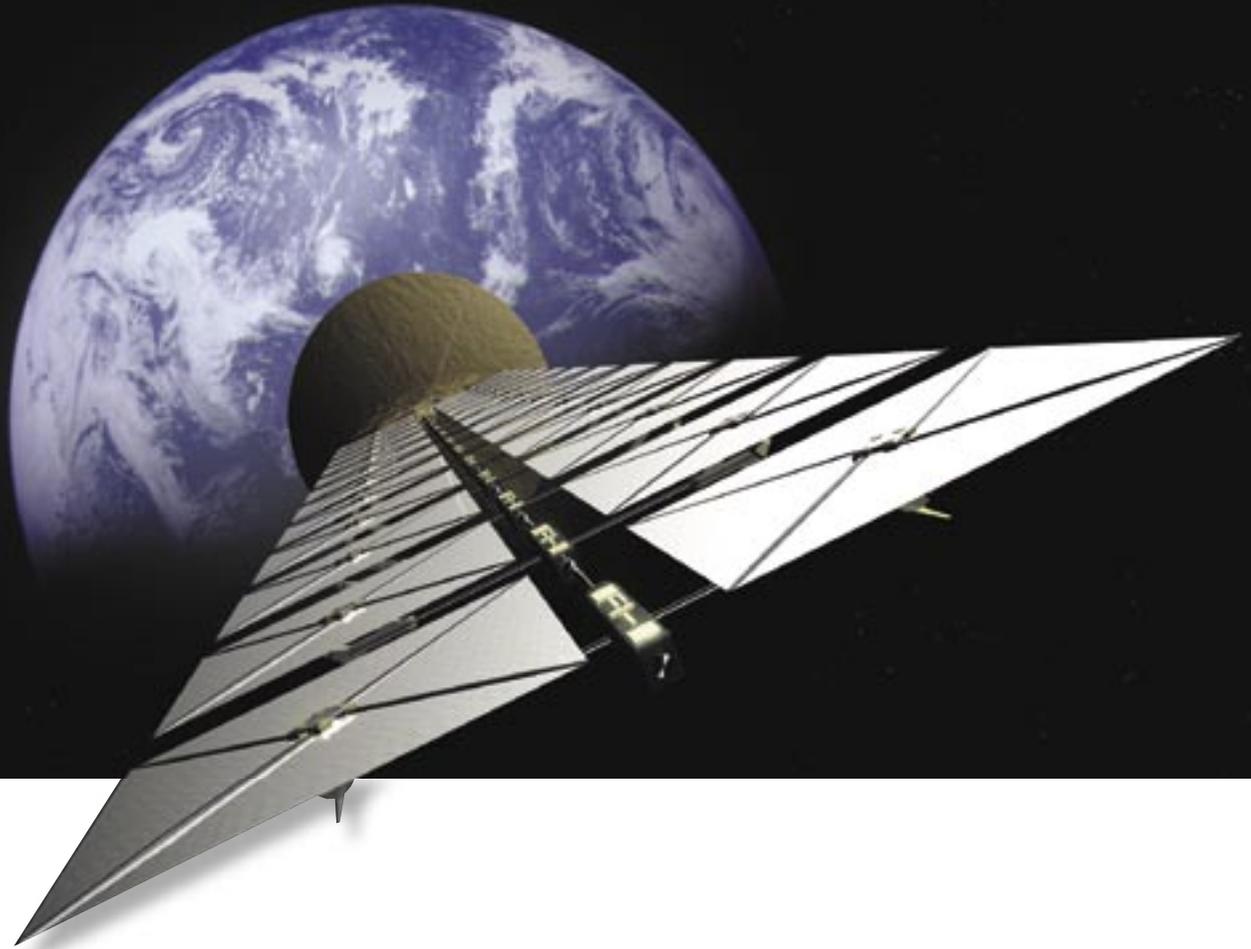
L'énergie solaire utilisée sur Terre

L'espace recèle-t-il la solution à nos problèmes d'énergie ? Des scientifiques ont suggéré d'installer de gigantesques panneaux solaires en orbite autour de la Terre où ils pourraient nuit et jour, sans être gênés par les

Ce projet américain illustre comment les ressources (matières premières) d'un astéroïde pourront servir à la construction de grands panneaux solaires destinés à alimenter la Terre en énergie. © NASA



Projet d'une centrale dans l'espace, dite "solar power satellite" : un satellite géant, grâce à d'énormes panneaux solaires, captera l'énergie solaire pour la transférer vers la Terre.
© ESA



nuages, collecter l'énergie solaire. Ils pourraient ensuite l'envoyer sur Terre sous la forme d'un faisceau de micro-ondes ou d'un rayon laser, des antennes spéciales ou des panneaux solaires se chargeant de la capter. Mais cette idée est-elle réaliste ?

«De nombreuses études ont déjà été consacrées à ce sujet», déclare Andrès Gàlvez, «mais elles pèchent généralement par le manque de comparaison avec les possibilités de génération d'énergie sur terre. Il est essentiel de ne pas focaliser l'étude uniquement sur les options offertes par l'espace. Il faut établir la comparaison avec les projets de grandes constellations de satellites de communication en orbite basse autour de la Terre des années nonante.» Dans les années nonante, les entreprises regorgeaient de plans de réseaux de dizaines ou de centaines de satellites de communication pour permettre la téléphonie par satellite avec des téléphones portables. Plusieurs rapports ont souligné la faisabilité technique et financière de ces projets, mais ils n'ont cependant tenu aucun compte des options au sol : la mise en place d'un réseau très étendu de pylônes d'émission GSM au sol, nettement moins coûteux qu'un réseau de satellites.

Quelle est alors la conclusion à propos de l'énergie solaire collectée dans l'espace, comparée aux sources d'énergie au sol comme l'énergie solaire et l'énergie éolienne ? Gàlvez : «Le potentiel est indéniable. C'est techniquement réalisable. Mais il faut en priorité réduire de manière draconienne les coûts de lancement. La technologie soulève également une série de questions environnementales. Il ne faut pas encore jeter l'idée aux oubliettes.»

Dilater légèrement la pesanteur

Encore une idée issue du monde de la science-fiction : les voyages dans l'espace ne seraient-ils pas facilités s'il était possible de réduire localement la pesanteur terrestre ou s'il était possible d'une manière ou d'une autre de protéger une fusée de la pesanteur lors de son lancement ? En réalité, la conquête spatiale est difficile (et coûteuse) surtout parce que la pesanteur de notre planète complique le lancement de charges dans l'espace. La situation changerait radicalement s'il était possible d'intégrer un dispositif dans la fusée pour l'insensibiliser à la pesanteur ou s'il était possible d'intégrer dans la plate-forme de lancement un dispositif réduisant la pesanteur au-dessus de celle-ci. C'est du moins l'idée apparaissant dans de nombreux récits de science-fiction comme par exemple dans *Les premiers hommes sur la Lune* de H.G. Wells.

L'élimination de la pesanteur par un système anti-pesanteur semble une idée à première vue en totale contradiction avec nos connaissances physiques. Les lois de la pesanteur formulées par Isaac Newton, puis plus clairement par Albert Einstein, n'autorisent pas le moindre isolement ou la moindre réduction de la pesanteur. Mais certains scientifiques espèrent néanmoins de possibles ouvertures. L'actuelle théorie de la pesanteur d'Einstein n'a pu, jusqu'à présent, être conciliée avec les lois de la mécanique quantique, le cadre mathématique de base à partir duquel les physiciens décrivent toutes les autres forces de la nature. Aussi longtemps que cet objectif n'aura pas été atteint, nous savons que notre connaissance de la pesanteur restera incomplète. La certitude ne sera obtenue que lorsque nous disposerons d'une théorie quanti-

Au-delà d'ACT : de la véritable science-fiction

Les activités de l'Advanced Concepts Team de l'ESA rappellent parfois la science-fiction, mais elles restent fondées sur de solides bases scientifiques. Mais l'ESA est parfois également disposée à aller plus loin et à se laisser inspirer par la réelle science-fiction. C'est pour cette raison que l'agence spatiale européenne parraine régulièrement un concours de science-fiction destiné à susciter des idées novatrices pour les futures missions spatiales et à stimuler la curiosité des jeunes à l'égard de la science et des technologies. Il s'agit de la *Clarke-Bradbury International Science Fiction Competition*, organisée pour la première fois en 2003 et dont la deuxième édition est programmée pour 2005. Ce concours porte le nom de deux célèbres auteurs de SF : Arthur C. Clarke et Ray Bradbury. En 2005, le thème de la compétition était : l'ascenseur spatial. L'idée d'un ascenseur pour rejoindre l'espace – en tendant un câble entre la surface terrestre et un satellite en orbite géostationnaire en un point fixe au-dessus de la Terre – est par ailleurs un thème qui est à plusieurs reprises dans l'œuvre de Arthur C. Clarke.

que de la pesanteur, ce qui peut-être permettra alors la protection contre la pesanteur.

Un maigre espoir, mais qui n'empêche pas l'idée de refaire régulièrement surface. Elle prend souvent des formes totalement fantasques. De nombreux engins 'anti-pesanteur' proposés permettraient de créer un 'perpetuum mobile' et violent, par voie de conséquence de réaliser l'une des lois de la physique les plus élémentaires, celle de la conservation de l'énergie. Mais il y a aussi des propositions de systèmes anti-pesanteur moins farfelues (mais dont l'inconvénient est d'être très voraces en énergie). Aux USA, la NASA a ainsi étudié le plan du physicien russe Podkletnov, suggérant que la pesanteur pouvait être réduite d'environ deux pour cent au-dessus d'un disque supraconducteur entraîné à grande vitesse. Cette analyse s'est déroulée dans le cadre du programme *Breakthrough Propulsion Physics* qui s'est penché sur diverses spéculations jusqu'à l'arrêt de son financement en 2003, par crainte notamment de gaspiller de l'argent à des spéculations qui manquent de fondements scientifiques.

En 2001, l'Advanced Concepts Team de l'ACT a commandé une étude sur la maîtrise de la pesanteur à Orfeu Bertolami de l'Université technique de Lisbonne et Martin Tajmar de l'entreprise autrichienne ARC Seibersdorf. Les conclusions de l'étude sont sans appel. Sans exclure catégoriquement la possibilité de maîtrise de la pesanteur, les deux chercheurs soulignent qu'aucune méthode crédible n'a été proposée à ce jour. Bertolami affirme «qu'aucune des propositions n'a semblé convaincante et suffisamment détaillée. D'un point de vue expérimental et théorique, elles ne remplissent pas les conditions d'une rigueur scientifique.»

De plus, les deux chercheurs formulent une seconde conclusion particulièrement intéressante : même si un jour des technologies anti-pesanteur s'avèrent possibles, elles ne seraient pas aussi utiles dans l'espace qu'on ne le pense généralement.

«Presque tous les concepts proposés pour modifier ou réduire la pesanteur considèrent intuitivement que la manipulation de la pesanteur améliorerait automatiquement la propulsion (la propulsion des engins spatiaux)», écrivent Tajmar et Bertolami. Mais, concluent-ils «en termes de propulsion, le gain serait modeste et ne constituerait nullement une avancée majeure.» La technique pourrait, il est vrai, déboucher sur d'autres applications très intéressantes, comme la création de microgravité (ou 'impesanteur') sur Terre. Les deux chercheurs n'ont pas examiné toutes les méthodes de maîtrise de la pesanteur proposées, mais bien toutes les suggestions qui à leurs yeux présentaient des bases physiques relativement solides.

Tous les scientifiques travaillant sur l'option anti-pesanteur ne partagent pas les conclusions de Tajmar et Bertolami. D'après James Woodward de la California State University de Fullerton, «même si elles sont correctes, je les juge inintéressantes et sans la moindre pertinence.» Il pense qu'en dehors de celles évaluées par Tajmar et Bertolami, il existe d'autres manières de réaliser l'anti-pesanteur et que cela vaut la peine de poursuivre les recherches.

Bertolami indique que le rapport n'était pas destiné à mettre un terme à ce type de recherche. «Nous avons recommandé à l'ESA de suivre ces recherches d'un œil critique. Mais il est préférable de ne pas y investir trop de moyens. Il nous semble que les idées conventionnelles en matière de propulsion sont nettement plus efficaces.»

Pour l'exploration future de Mars, la synergie hommes-robots sera déterminante.
© NASA



'Biomimicry'

ou la nature, source d'inspiration

Depuis toujours, concepteurs et inventeurs ont trouvé l'inspiration dans la nature pour résoudre des problèmes technologiques. Les premiers bricoleurs qui ont essayé de construire un avion ont donné des ailes à leur machine, à l'image de celles des oiseaux. C'est ni plus ni moins copier la solution imaginée par la nature plutôt que d'en imaginer une nouvelle. Rien de surprenant à cela puisque, depuis des milliards d'années, la vie sur Terre tente de trouver des réponses nouvelles et plus pointues à toute une série de problèmes pratiques. La méthode utilisée par la vie pour résoudre les problèmes porte le nom d'évolution. C'est une méthode qui ne comporte qu'un gros inconvénient: elle est extrêmement lente. Mais pour un ingénieur qui peut reprendre telle quelle une solution existante, peu importe que la nature ait mis des millions d'années pour la trouver.

Un exemple célèbre de technologie littéralement copiée de la nature est celui du velcro, système de fermeture pratique pour les vêtements. Il est également utilisé dans l'espace, car c'est un mode de fixation flexible, insensible aux vibrations.

L'inventeur du velcro, le Suisse George de Mestral, s'est un jour étonné au début des années quarante, après une promenade avec son chien, que des graines de bardane restaient collées à ses vêtements et au pelage de son chien. Il les a examinées au microscope et a constaté que leur extraordinaire pouvoir adhésif était dû à un système microscopique de crochets et de boucles. De Mestral a eu ainsi l'idée de reproduire ce système et le velcro vit ainsi le jour.

Est-ce qu'un robot sur Mars pourra un jour avoir cette forme? Au lieu d'un véhicule sur roues, le robot ressemblera à un grand ballon léger propulsé par le vent. © ESA



Un robot, copie conforme d'un insecte ou d'une plante

Il est probable qu'au cours des prochaines décennies, nous observerons, y compris dans la conquête spatiale, de nombreux nouveaux exemples de technologies empruntées à la nature ('biomimicry' ou 'biomimétisme'). Aux USA, la NASA étudie par exemple la possibilité d'équiper les futurs robots martiens de pattes plutôt que de roues. Un robot, équipé de six ou huit pattes, se déplaçant comme un insecte, pourrait escalader sans problème les terrains difficiles, qui sont d'un accès difficile, voire impossible, pour un véhicule monté sur roues.

Les concepteurs cherchent également l'inspiration dans la conception du cerveau animal pour les systèmes de commande informatiques chargés de coordonner les mouvements des pattes de ces robots. Au fil des millions d'années, les insectes ont imaginé des méthodes extrêmement efficaces pour maîtriser les mouvements de leurs pattes, quelles que soient les circonstances.

Mais d'autres modes de déplacement présents dans la nature inspirent les concepteurs d'engins spatiaux. Pourquoi sur une planète, un robot ne pourrait-il pas par exemple être propulsé par le vent ? Cette énergie est gratuite, ne nécessite aucune source et peut assurer la propulsion d'un engin de reconnaissance durant des mois, voire des années. L'utilisation de voiles n'est pas envisagée, mais on s'intéresse plutôt à la coception d'un robot sphérique ultra léger, roulant sur le sol, poussé par le vent. On s'inspire de plantes comme l'amarante ou le 'chardon russe' (*Salsola kali*). Cette plante ressemble à un arbuste sphérique ordinaire, mais à l'automne, elle se débarrasse de son tronc, tandis que la sphère est ensuite emportée par le vent dans le désert. Tout en roulant, la

plante dissémine ses graines. Les sphères atteignent parfois la taille d'une petite automobile. La NASA a déjà étudié le concept d'un robot basé sur un principe identique et l'ACT a demandé à l'Université d'Helsinki de se pencher sur cette idée. Un projet de véhicule a été réalisé dans le cadre de cette étude, véhicule qui peut être piloté dans une certaine mesure grâce au déplacement d'un ballast à l'intérieur de la sphère. La version américaine se contenterait de suivre la direction du vent. Ce genre de robot pourrait servir sur Mars où le vent est fréquent. Pour pouvoir fonctionner, il faudra impérativement que les instruments scientifiques à l'intérieur de la sphère soient extrêmement légers.

Muscles artificiels

Des muscles artificiels construits dans des matériaux spéciaux qu'on appelle polymères électroactifs remplaceront-ils un jour les éléments électromécaniques des vaisseaux spatiaux ? Les robots de l'espace vont-ils se déplacer à la force des muscles plutôt qu'à l'aide de moteurs ? L'Advanced Concepts Team a demandé à des chercheurs des Universités de Reading et de Pise d'évaluer cette idée.

Selon Gálvez, «à court terme les applications sont limitées et seront mises en œuvre pour compléter et non pour remplacer les moteurs électriques. Par exemple, quand il s'agit d'atténuer les vibrations dans les satellites, comme celles des panneaux solaires lors de l'exécution d'une manœuvre, des muscles artificiels peuvent activement compenser ces vibrations. A plus long terme, ces matériaux pourraient introduire toute une série de nouvelles méthodes de travail, de concepts innovants, comme le véhicule cité plus haut, qui ne se déplacerait plus sur la planète à l'aide de roues, mais en se contractant ou en s'étirant.»

A quand le déploiement d'activités industrielles sur la Lune? Le retour, prévu en 2018, d'hommes sur notre satellite naturel devrait préparer cette étape. © NASA

Sites internet :

Tous les détails sur l'Advanced Concepts Team et le programme Ariadna peuvent être consultés sur le site de l'ACT. Parmi d'autres éléments, les rapports complets de tous les projets de recherche menés par l'équipe.
<http://www.esa.int/gsp/ACT/index.html>

L'adresse internet du pendant américain, le NASA Institute for Advanced Concepts (NIAC) est la suivante :
<http://www.niac.usra.edu/>



L'Amérique aussi se livre à d'audacieuses recherches

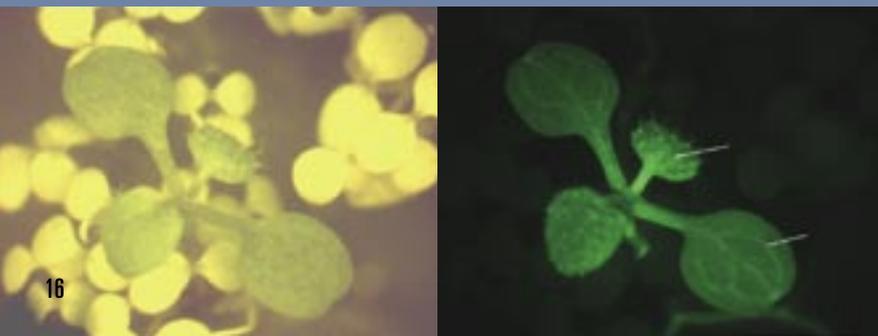
La NASA, la *National Aeronautics & Space Administration* dispose également d'une division de recherche de pointe. Le NIAC (*NASA Institute for Advanced Concepts*), homologue américain de l'ACT a été créé en 1998. Parallèlement, et indépendamment du NIAC, la NASA a eu également un programme *Breakthrough Propulsion Physics* qui a notamment examiné s'il était possible de voyager plus vite que la lumière, de voyager dans le temps, d'exploiter les trous noirs en astronautique, de manipuler la pesanteur et autres idées extrêmes du même acabit. Mais le programme Breakthrough Propulsion Physics a été arrêté en 2003 sans avoir produit de résultats exploitables. Le NIAC donne la priorité à des technologies susceptibles de trouver des applications concrètes.

En juin, le NIAC a publié sa sélection de douze thèmes qui feront l'objet de recherche cette année, la Phase 1 Awards. Il s'agit à chaque fois d'un projet de recherche d'une durée de six mois. Par thème, le budget s'élève à 75000 dollars et, comme le fait l'ACT, sa consœur européenne, ces bourses sont attribuées à des chercheurs extérieurs à l'organisation spatiale, à des universités ou des entreprises. Le but est de poursuivre la recherche sur les idées les plus prometteuses dans le cadre du 'Phase 2 Award', un projet doté d'un budget de 400 000 dollars et pouvant se prolonger durant deux ans.

Une série similaire de douze projets de recherche succincts a déjà été réalisée en 2004. Voici quelques exemples des thèmes que le NIAC a fait explorer.

- un engin spatial destiné au transport interplanétaire alimenté par des positrons (les anti-particules des électrons ordinaires) (2005);
 - un observatoire infrarouge 'Deep Field' construit à proximité de l'un des pôles lunaires (2004);
 - des micro-organismes génétiquement manipulés, spécialement développés pour pouvoir survivre sur Mars (2004);
 - des plantes génétiquement modifiées susceptibles de survivre sur Mars. La dissémination de ces plantes sur la planète rouge pourrait marquer le début d'une modification volontaire du climat et de l'atmosphère de la Planète Rouge, pour les rapprocher de ceux de la Terre. Les plantes pourraient transformer le dioxyde de carbone de l'atmosphère martienne en oxygène (2004);
 - un écran électrostatique protégeant une base lunaire contre les rayonnements nocifs de l'espace (2004);
 - un ascenseur allant de la Lune à l'espace (2004);
 - un puissant laser alimenté par l'énergie solaire, capable notamment de propulser des vaisseaux spatiaux à l'aide de son faisceau concentré d'énergie (2004);
 - une 'camera obscura' de la taille d'un terrain de football pour photographier des exo-planètes ou planètes qui gravitent autour d'étoiles autres que le Soleil (2004).
- Le 'déploiement de nanorobots', qui utilisent des nanosystèmes, est l'un des projets de recherche les plus stupéfiants de la NASA, réalisé dans les laboratoires de l'agence spatiale, indépendamment du NIAC. L'idée consiste à construire des robots miniatures de la forme d'un tétraèdre (sorte de pyramide à la base triangulaire). Le tétraèdre se déplace en étirant ou rétrécissant ses côtés (à l'aide de panneaux coulissants). En allongeant et raccourcissant alternativement l'une et l'autre face, le tétraèdre peut par exemple rebondir à la surface d'une planète. Un seul nano-robot ne peut pas accomplir de miracle. Mais c'est la multiplication des tétraèdres qui rend l'idée intéressante : ils peuvent se fixer l'un à l'autre de toutes les façons possibles et imaginables pour constituer de plus gros volumes. Des milliers de nano-robots, en se combinant, pourraient ainsi former par exemple un grand robot, équipé de bras préhensiles et d'outils. Ils peuvent modifier leur configuration en un clin d'œil et se transformer, en devenant par exemple un petit véhicule pour transporter des chargements ou servir d'abri à un astronaute. Sur terrains dif-

Dans les laboratoires terrestres, on modifie génétiquement une plante en lui inoculant un gène d'un extrémophile (un micro-organisme qui survit dans de conditions extrêmes). A l'avenir, cette technique pourrait être utilisée pour développer des plantes qui peuvent survivre sur Mars et qui pourraient transformer cette planète avec une atmosphère riche en oxygène et un climat agréable. © NASA



faciles, les nano-robots peuvent s'accrocher l'un derrière l'autre et se déplacer à la manière d'un serpent. Les possibilités sont infinies. Les ingénieurs du *Goddard Space Flight Center* ont déjà construit un prototype de robot tétraèdre. Il atteint pour l'instant la taille d'un mètre, mais de plus petits exemplaires dont la production en série est moins chère devraient suivre prochainement.

L'innovation récompensée

Depuis peu, la NASA recourt à une méthode inédite pour stimuler l'innovation technologique : en dehors des recherches qu'elle accomplit elle-même ou de celles qu'elle finance dans les universités (comme l'ESA), elle promet une récompense en monnaie sonnante et trébuchante à toute personne qui réalise une avancée technologique déterminée. La NASA espère ainsi motiver un grand nombre d'inventeurs potentiels, des jeunes chercheurs universitaires aux bricoleurs du dimanche, en passant par les entrepreneurs créatifs. L'agence aérospatiale américaine perpétue ainsi une longue tradition de récompenses accordées à des accomplissements technologiques (par exemple le prix remis à l'issue de la première traversée en avion de l'océan Atlantique à Charles Lindbergh).

Les récompenses remises dans le secteur astronautique ont récemment fait la une avec le *Ansari X-prize* décerné pour le premier vol 'touristique' dans l'espace, qui était intégralement financé par des fonds privés : il fut remporté en 2004 par le vaisseau *SpaceShipOne*, conçu par l'ingénieur en aéronautique Burt Rutan. Dans la foulée de l'Ansari X-prize, des voix se sont élevées pour que des prix substantiels soient promis à des réalisations plus audacieuses, comme le premier vol habité vers Mars. En espérant que le secteur privé puisse mener à bien ce genre de projet pour un prix inférieur à celui d'une agence publique comme la NASA. Mais, par prudence, il a été provisoirement décidé de maintenir les récompenses à un niveau plus modeste et de les réserver à des réalisations spécifiques, moins ambitieuses.

Les deux premiers *Centennial Challenge* ont été lancés en avril 2005, suivis d'un troisième en mai. Un prix de 250 000 dollars récompensera celui qui, au plus tard le 1^{er} juin 2008, réussira à mettre au point une méthode adéquate pour extraire de l'oxygène respirable des roches lunaires. Il est établi que les roches lunaires recèlent d'importantes quantités d'oxygène, mais sous la forme d'un composé chimique. S'il était possible d'extraire l'oxygène de ces roches, cela rendrait un énorme service aux futures expéditions lunaires habitées : les astronautes devraient emporter nettement moins d'oxygène dans leurs bagages, ce qui réduirait sensiblement les coûts de lancement des matériaux. Extraire l'oxygène par réaction chimique des roches de silicate est facile à



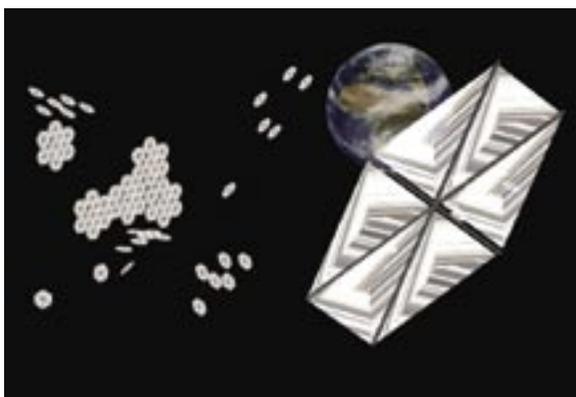
Projet de bouclier de protection électrostatique mis en place au-dessus d'une base lunaire. Il protégerait les astronautes contre les effets nocifs du rayonnement cosmique. La possibilité d'un tel bouclier a été examinée par la NASA Institute for Advanced Studies. © NASA



réaliser dans un laboratoire terrestre, mais aucune méthode n'a encore été mise au point pour obtenir ce résultat sur la Lune. La technique devrait être simple et nécessiter un minimum d'entretien. Elle doit pouvoir fonctionner dans un environnement spatial hostile et ne pas être trop énergivore. Les candidats devront prouver les qualités de la technique proposée sur un matériau volcanique terrestre, le JSC-1 qui présente de nombreuses similitudes avec la roche lunaire.

Les deux autres *Centennial Challenges* portent sur la mise au point de technologies pour un futur ascenseur spatial. L'idée d'un ascenseur spatial se résume à un câble tendu entre le sol et une station spatiale en orbite géostationnaire à 36.000 km d'altitude (cela devrait en principe être possible, un satellite positionné à cette altitude pouvant rester suspendu à un point de l'orbite géostationnaire, c'est-à-dire fixe par rapport à la surface terrestre). Une sorte d'ascenseur pourrait alors monter et descendre le long de ce câble. En principe, cette formule de déplacement dans l'espace devrait être nettement moins coûteuse que les actuelles fusées et navettes spatiales. Mais il reste au préalable encore de nombreux obstacles technologiques à surmonter, le principal d'entre eux étant qu'il faut un matériau suffisam-

Prototype américain de robot en forme de tétraèdre. Dans le futur, ces robots devraient être produits en série et dans des formats plus compacts. Mis ensemble comme les mailles d'un tricot, ils pourraient former un groupe d'explorateurs particulièrement performants et flexibles. On remarquera les tubes cylindriques et télescopiques qui forment la squelette du robot. © NASA



Essais de petits engins spatiaux qui pourraient être mises en réseaux pour former, selon les besoins, de grandes infrastructures. © ESA



Pour les prochaines expéditions scientifiques sur la Lune, beaucoup de nouvelles technologies devront être développées. © NASA

ment résistant pour la fabrication du câble. On envisage notamment des matériaux ultra résistants, conçus à partir de 'nano-tubes de carbone', c'est-à-dire des molécules de carbone tubulaires particulièrement robustes.

Un Centennial Challenge de 50.000 dollars sera attribué à celui qui développera le matériau le plus solide pour la fabrication d'un câble. Une somme équivalente

récompensera celui qui construira un 'robot ascensionnel' qui sera capable d'escalader sur cinquante mètres un câble en moins de trois minutes, et ce, en étant alimenté en énergie par un faisceau lumineux. Ce dernier prix nourrit l'espoir de voir un futur ascenseur spatial peut-être approvisionné en énergie par une station laser terrestre, qui projetterait un puissant faisceau de lumière vers le ciel.

Innovations se rapprochant des applications

Même si l'Advanced Concepts Team est le pilier de la recherche dans les technologies potentiellement révolutionnaires à l'ESA, c'est loin d'être le seul département de l'ESA effectuant de la recherche de pointe. L'*Innovation Triangle Initiative* issue de la Technology Strategy Section de l'ESA et dirigée par Marco Guglielmi est l'une des autres initiatives déployées dans ce domaine. L'ITI a pour mission d'étudier des technologies innovantes, mais néanmoins plus proches de la phase d'application que celles étudiées en général par l'ACT. Les trois éléments auxquels l'intitulé 'Innovation Triangle Initiative' fait allusion sont la créativité de l'inventeur, les besoins de l'utilisateur et l'expérience de production de l'industrie. L'ITI a démarré en mars 2004 et, en l'espace d'un an, a déjà procédé à l'évaluation de 27 types de nouvelles technologies. Quelques exemples :

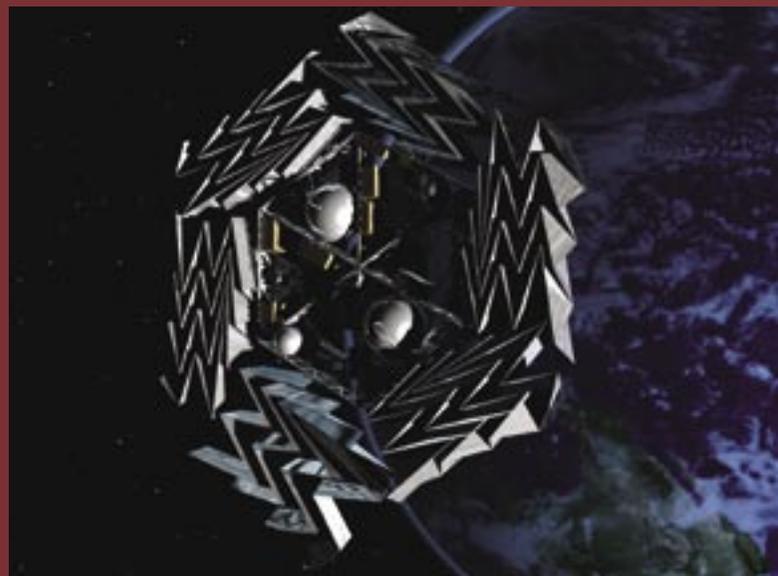
Textile intelligent pour de grandes structures dans l'espace

Les grandes structures de l'espace comme les antennes, panneaux solaires ou futures voiles solaires ne doivent pas obligatoirement être réalisées en métal. Il est peut-être préférable de les fabriquer à base de textile. Pas un textile ordinaire comme celui de nos vêtements, mais des fibres hightech solides et légères. L'entreprise italienne Grado Zero Space a par exemple lancé l'idée d'une fibre utilisant des nano-tubes de carbone et de nouveaux matériaux caoutchouteux, baptisés 'élastomères nématiques'. Le textile est qualifié d'intelligent car, sous l'action de l'électricité, il peut changer de forme. Il ne s'agit donc pas d'un quelconque matériau passif ; il peut jouer un rôle actif dans un équipement, par exemple pour déployer des panneaux solaires. En dehors de l'entreprise italienne, le Cavendish Laboratory de l'université de Cambridge participe à la recherche, ainsi que l'entreprise espagnole NTE. En neuf mois, les chercheurs ont fabriqué un prototype opérationnel à partir d'un morceau de tissu qui peut être plié électriquement.

Une perceuse ultra compacte

Les scientifiques apprécient que les sondes spatiales prélèvent des échantillons de sol sur d'autres planètes. Mais la perceuse ou 'taupe' mécanique nécessaire est souvent encombrante et lourde. Les entreprises italiennes D'Appolonia et STAM ont dès lors présenté un nouveau projet de 'pénétrromètre' ultra compact. Les deux entreprises coopèrent avec l'institut allemand DLR qui a conçu la perceuse pour Beagle 2, la sonde britannique qui aurait dû explorer le sol martien mais qui fut perdue au moment de son arrivée sur Mars. Grâce à un ingénieux système de pignons effectuant une sorte de mouvement de fléchissement, le nouveau système est nettement plus compact que les têtes de perceuse classiques.

Le déploiement de grandes structures spatiales pourrait servir à expédier vers les planètes des grands navires équipés de voiles solaires. © ESA



actualités

Le Sénat décerne son prix ODISSEA pour un projet sur l'espace

Ce prix a été remis le mercredi 26 octobre 2005 à Alain Sarlette, 24 ans, étudiant à l'Université de Liège, qui a été distingué par le jury pour sa thèse portant sur «la caractérisation du spin et de l'altitude de la sonde Huygens de l'ESA pendant sa descente vers Titan à partir de données utilisées pour le contrôle des opérations».

Il s'agit d'une bourse de 8000 euros qui pourra couvrir sa participation dans une organisation ou entreprise à vocation spatiale en Europe. En remettant ce prix, le Sénat entend susciter l'intérêt des jeunes pour la science, en général, et pour les questions spatiales, en particulier.

L'intitulé «ODISSEA» renvoie à la mission réalisée en novembre 2002 par la station spatiale internationale ISS à laquelle a participé notre astronaute ASE Frank De Winne. L'initiative de cette récompense revient d'ailleurs à Frank DE WINNE et à son concitoyen de Saint-Trond le sénateur Ludwig Vandenhove (sp.a-Spirit). Le sénateur Ludwig Vandenhove, président du comité organisateur a évoqué l'initiative du Prix Odissea, après quoi Dirk Frimout, président du jury, a brièvement présenté les 5 candidats. Ensuite la Présidente du Sénat a proclamé les résultats et remis le prix au lauréat.

(source : Sénat de Belgique)

Cartes postales de Vénus : concours artistique !

La sonde Venus Express de l'ESA sera la première à rendre visite à notre plus proche voisine, Vénus, depuis plus de 10 ans. Pour célébrer cet événement, la Planetary Society s'est associée à l'ESA pour inviter les jeunes et les moins jeunes de par le monde à participer au concours artistique Venus Express.

Les gagnants seront récompensés par un voyage au centre de contrôle de mission de l'ESA à Darmstadt (Allemagne) en avril 2006, pour l'arrivée de Venus Express en orbite autour de Vénus. De nombreux autres prix sont également prévus.

Le thème du concours porte sur des «Cartes postales de Vénus». Imaginez la surface de Vénus telle qu'elle se présente d'en haut : une vue à vol d'oiseau de ce monde mystérieux ! Votre œuvre doit porter sur Vénus, pas sur la sonde spatiale. Ce concours est ouvert à tous, et est divisé en deux catégories : «Jeune» (17 ans

maximum) et «Adulte» (18 ans et plus). Une seule participation par personne est autorisée, et les participations en groupe ne sont pas possibles. Cette œuvre d'art peut être réalisée à l'aide de tout moyen artistique bidimensionnel, y compris les programmes d'illustration assistée par ordinateur. L'œuvre finie doit être au format carte postale (environ 10 x 15 cm).

Vous pouvez envoyer votre œuvre par courrier normal ou par voie électronique. Avant de commencer, veuillez lire toutes les informations relatives au concours ainsi que son règlement complet, à l'adresse suivante :

http://planetary.org/postcards_from_venus/

Les participations par courrier normal doivent être envoyées à l'adresse suivante :

Venus Express Art Contest
65 N Catalina Ave, Pasadena
Californie, 91106, Etats-Unis.

Notez que les œuvres envoyées à la Planetary Society deviennent la propriété de l'organisation et ne peuvent pas être retournées à leurs créateurs. Date limite pour la réception de toutes les participations (par courrier ou en ligne) : le 14 janvier 2006 à 7h59 temps universel.

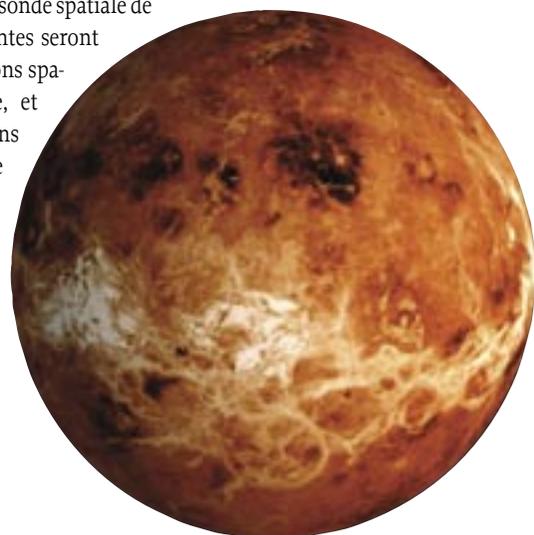
Récompenses

Les œuvres d'art seront jugées par un jury de la Planetary Society sur la base du thème, de la créativité et du mérite artistique. Pour les jeunes artistes, l'âge sera pris en compte. Le grand gagnant sera récompensé par une visite au Centre des opérations de l'ESA (Darmstadt) en avril 2006, frais de voyage, nourriture et hébergement inclus. Si le grand gagnant est âgé de moins de 18 ans, le prix comprend un séjour pour un parent ou tuteur. D'autres gagnants (un premier, un deuxième, un troisième et cinq mentions honorables) seront également sélectionnés dans chacune des deux catégories.

Deux mois après l'arrivée de Venus Express, deux autres prix spéciaux seront décernés (un pour la catégorie Jeune, un pour la catégorie Adulte) pour l'œuvre d'art ressemblant le plus à une photo de Vénus transmise par la sonde spatiale de l'ESA. Toutes les œuvres gagnantes seront exposées au Centre des opérations spatiales de l'ESA en Allemagne, et seront également publiées dans une galerie photo spéciale sur le portail de l'ESA.

Pour en savoir plus, contactez :
Susan Lendroth
The Planetary Society
Téléphone : (626) 793-5100,
poste 237
Courrier électronique :
susan.lendroth@planetary.org

(Communiqué de l'ESA
du 19 octobre 2005)



© ESA

© Guy Goossens /
Sénat de Belgique

La Belgique en route vers Vénus

Le 9 novembre, l'ESA a lancé le satellite Vénus Express depuis le cosmodrome de Baïkonour au Kazakhstan. Il s'agit de la première mission européenne à destination de Vénus. L'Institut d'Aéronomie Spatiale de Belgique (IASB) contribue de façon significative à ce projet de l'ESA avec le spectromètre à infrarouge SPICAV/SOIR. L'Observatoire Royal de Belgique (ORB) participe à l'expérience VeRa (Venus Radio Science experiment) qui consiste à utiliser des signaux radio entre Vénus Express et la Terre. ©(ESA)

