



# La Lettre

newsletter

Lettre de l'AAE – N° 99 – sept.-oct. 2016

# MARS

LE LONG CHEMIN  
DU RÊVE À LA RÉALITÉ

THE LONG PATH FROM  
DREAM TO REALITY

Photomontage d'après "Ares Vallis in perspective" © ESA/DLR/FU Berlin (G. Neukum),  
Galileo © ESA - Pierre Carril, ESA/CNES/Arianespace  
Optique Vidéo du CCSG, P. Baudon.  
"Rosetta's comet" © ESA/Rosetta/Navcam - CC BY-SA IGO 3.0.

AAE Newsletter – No. 99 – Sept-Oct 2016



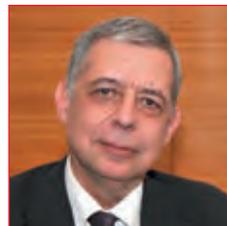
L'expérience  
CONSERT et ses  
résultats scientifiques

*CONSERT and its  
scientific results*



Le déploiement  
de la constellation  
Galileo

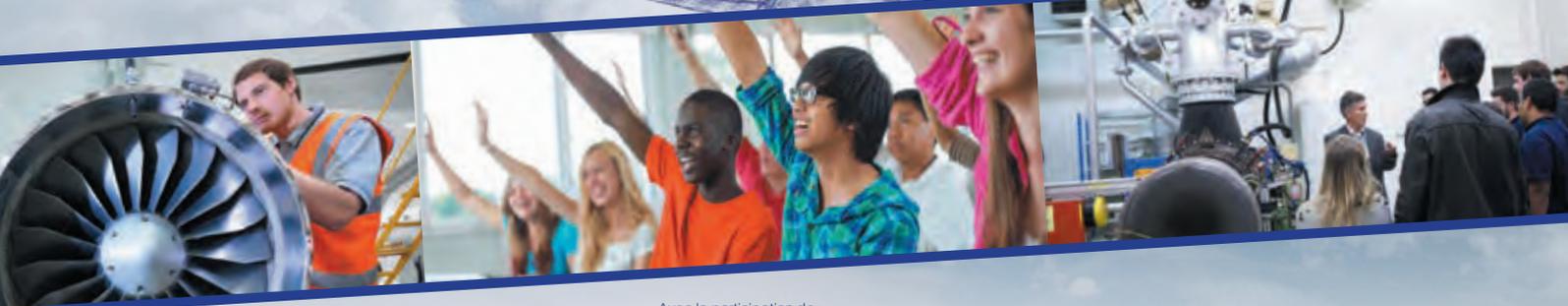
*Deployment of the  
Galileo Constellation*



Hommages  
*Homages*

# Aéronautique : attirer et former les jeunes

## Aeronautics: How to attract and train young people



Partenaires / Partners :



AIRBUS

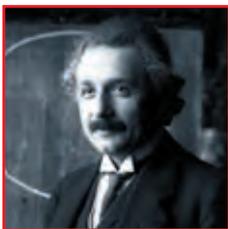


GIFAS



### Sommaire

### Summary



Édito :

**Albert Einstein,  
encore et toujours**

*Albert Einstein lives on*

p. 3



**Vie de l'Académie  
Life of the Academy**

p. 12



Science :

**Mars : le long chemin  
du rêve à la réalité**

*Mars: the long path from  
dream to reality*

p. 4



**Hommages  
Homages**

p. 14



Innovation :

**Le déploiement de la  
constellation Galileo**

*Deployment of the  
Galileo Constellation*

p. 8



**Publications  
Publications**

p. 15



Focus :

**L'expérience CONSERT et ses  
résultats scientifiques**

*CONSERT and  
its scientific results*

p. 10



**Agenda  
Calendar**

p. 16



# Albert Einstein, encore et toujours (la théorie avant les mesures)

En 1915, Albert Einstein publiait ses travaux sur la relativité générale qui bouleversaient notre compréhension de l'Univers, de son espace-temps et des relations masse-énergie.

Actuellement, les systèmes de navigation par satellites GPS, ou bientôt Galileo, corrigent le ralentissement des horloges des satellites lié au champ de gravitation terrestre, phénomène issu de la relativité générale. C'est absolument nécessaire à la précision de ces systèmes.

Mais, le 14 septembre 2015, les scientifiques mesuraient pour la première fois le passage d'ondes gravitationnelles dans leurs interféromètres géants LIGO, en attendant les mesures de l'interféromètre VIRGO. Ces ondes étaient engendrées par la fusion de deux trous

noirs d'une trentaine de masses solaires chacun. C'est une confirmation de la théorie de la relativité.

S'il a fallu 100 ans pour l'obtenir, c'est que les paramètres à mesurer sont extrêmement petits. La variation de longueur que l'on doit détecter est de l'ordre de  $10^{-22}$  ! C'est mesurer la distance Terre-Soleil avec une précision de 1 Angström ( $10^{-10}$  m). C'est donc une victoire de la théorie mais aussi de l'expérimentation qui, à l'aide des technologies développées aujourd'hui, a pu mettre au point des détecteurs aussi sensibles.

Le 26 décembre 2015 un nouveau train d'ondes était détecté. En juin dernier, l'Agence spatiale européenne annonçait que les résultats du satellite Lisa Pathfinder démontraient la faisabilité d'un interféromètre encore plus grand destiné à la détection des ondes gravitationnelles. Trois satellites formeront un immense interféromètre de Michelson dans l'espace pour faire la chasse à de nouveaux passages d'ondes...

Nul ne doute que l'étude des ondes gravitationnelles ne fait que commencer. Il s'agit d'ondes qui ne sont pas électromagnétiques, mais d'ondes d'espace-temps. Nous avons donc beaucoup à en apprendre. Quelle est la masse du graviton, particule associée à

ces ondes ? Peut-on trouver des moyens de focaliser ces ondes ?

Einstein a aussi stipulé l'égalité de la masse grave, c'est-à-dire placée dans un champ de gravité, et de la masse inerte, responsable de l'inertie des corps. Ce postulat est jusqu'à présent vérifié au sol à quelques  $10^{-13}$ . Néanmoins certaines théories proposées pour l'unification de la relativité générale et de la mécanique quantique, telles que la théorie des cordes ou de supergravité, prévoient une possible violation de ce principe à des échelles inférieures. Microscope, un satellite lancé en avril dernier par l'agence spatiale française, le CNES, doit permettre d'obtenir une précision de  $10^{-15}$  à l'aide d'un système d'accéléromètres ultrasensibles développé par l'ONERA.

Quelle extraordinaire vision d'Albert Einstein dans les postulats qu'il a posés et les théories qu'il a développées pour que cent ans après, autant de scientifiques construisent des instruments pour les vérifier. Mais aussi, quels progrès remarquables des techniques et technologies pour qu'en cent ans, une autre génération de scientifiques soit capable de vérifier les conséquences des théories avec des précisions inimaginables par Einstein lui-même.

*to be supplemented by the VIRGO interferometer) to measure gravitational waves generated by two merging black holes of around 30 solar masses each. The findings provided direct confirmation of the theory of relativity.*

*If this demonstration took 100 years to accomplish, it is because the measurements involved are minute: the variation in wavelength is of the order of  $10^{-22}$ ! This is the equivalent of measuring the distance between the Earth and the Sun to an accuracy of an angstrom ( $10^{-10}$  m). It represents a victory for theory but also for experimentation thanks to the technologies that have enabled such sophisticated detectors to be developed.*

*On 26 December 2015, a new wave package was detected. Last June, the European Space Agency announced that results from Lisa Pathfinder had validated the feasibility of developing an even larger interferometer for observing gravitational waves. Three satellites will form an immense, space-based Michelson interferometer to detect new wave movements...*

*Of course the study of gravitational waves is only just beginning. We have much to learn from these waves which are not electromagnetic, but ripples in the fabric of space-time. What is the*

*mass of a graviton, the particle associated with these waves? Can we find a way of focusing the waves?*

*Einstein also postulated the equivalence of gravitational mass – i.e. the force exerted on an object in a gravitational field – and inertial mass, which measures a body's resistance to being accelerated by a force. This assumption has been validated on the ground to around  $10^{-13}$ . However certain theories put forward in an attempt to unify general relativity and quantum mechanics – such as the string theory or supergravity – predict a possible violation of this principle at smaller scales. Microscope, a satellite launched last April by French space agency CNES, should obtain an accuracy of  $10^{-15}$  by using a system of ultra-sensitive accelerometers developed by French research agency ONERA.*

*What extraordinary vision Albert Einstein demonstrated in his assumptions and theories to lead all these scientists to design instruments to test them out a hundred years later. But also, what staggering technological progress has been made in the past hundred years to enable today's scientists to verify the results of his theories with an accuracy unimaginable by Einstein himself.*



**Philippe COUILLARD**

Président de l'AAE, ancien président-directeur général d'EADS Launch Vehicles

President of AAE, Former CEO of EADS Launch Vehicles

# Albert Einstein lives on (theory before measurement)

In 1915, Albert Einstein published his research on general relativity, revolutionising our understanding of the Universe, space-time and the equivalence of mass and energy.

The corrections that have to be made to the atomic clocks in the GPS and (shortly) Galileo satellite navigation systems to counterbalance the slowing effect of the Earth's field of gravity were already explained in the theory of general relativity. These adjustments are essential to the accuracy of both systems.

On 14 September 2015, scientists used the gigantic LIGO interferometers (soon

# Mars : le long chemin du rêve à la réalité

Alors qu'aucun pays n'a encore décidé d'envoyer un homme sur Mars, des initiatives plus ou moins sérieuses d'entreprises privées relayées par les médias et le cinéma laissent suggérer que l'événement sera désormais possible dès le milieu des années 2020. Ces initiatives montrent, si besoin était, que l'exploration humaine de l'espace reste un sujet très présent dans les esprits et surtout très médiatique. Elles traduisent aussi l'impatience



**Jacques VILLAIN**

Ancien directeur des affaires spatiales internationales, SAFRAN, AAE

Former director of international space affairs, SAFRAN, AAE

## Mars: the long path from dream to reality

While no country has yet to decide on sending a manned expedition to Mars, some (not always totally realistic) private initiatives have received much media and movie coverage, apparently pointing to the possibility of such an event by the mid-2020s. These initiatives reveal, if proof were needed, the fascination exerted by human space exploration over our minds and our media. They show we are impatient for a new step in space exploration. It has to be said that,

de voir s'engager une nouvelle étape dans l'exploration spatiale. Il est vrai qu'après la magnifique aventure d'Apollo d'il y a presque 50 ans, l'homme n'en finit pas de tourner autour de son berceau, la Terre. Alors qu'en est-il réellement de son désir d'espace ?

### Un nombre de destinations très limité

Malgré l'imagination débridée de la science-fiction, à échéance d'une cinquantaine d'années, le nombre des destinations accessibles à l'homme est très limité. Les grosses planètes du système solaire sont à écarter : trop lointaines, de gravité trop grande et gazeuses. Exit aussi Mercure et Vénus, trop chaudes et trop inhospitalières. Quant à voyager hors du système solaire, n'y pensons même pas. Il nous faudrait plus de 80 000 ans pour rallier Proxima du Centaure, l'étoile la plus proche ! Restent Mars, objet de fantasmes depuis des siècles, et ses satellites, quelques astéroïdes et un retour sur la Lune.

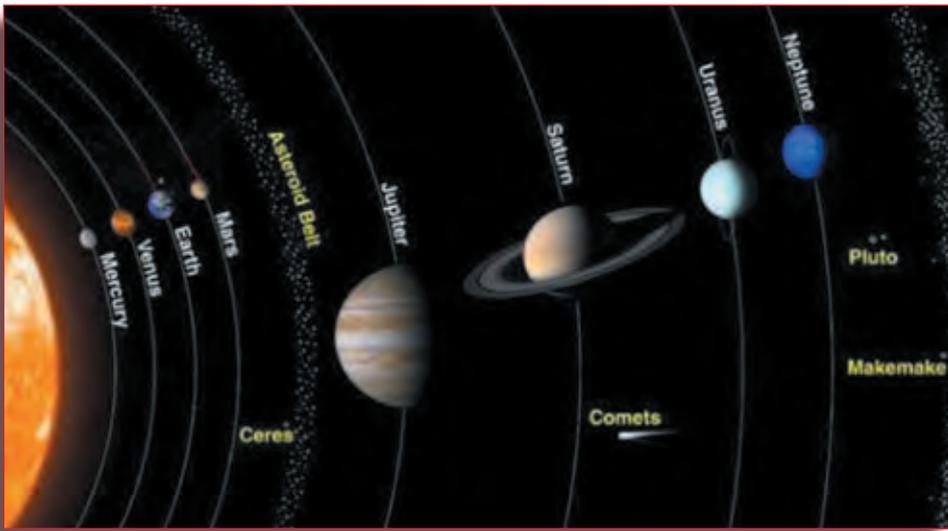
since the glorious Apollo adventure nearly 50 years ago, mankind has been endlessly travelling around its cradle, the Earth. What of its desires for space travel now?

### A limited number of destinations

Except in the fertile imagination of science fiction writers, the number of destinations accessible to humanity within the next fifty or so years remains very limited. The larger planets of the solar system can be ruled out immediately on as being too far away, gaseous and with too strong a gravitational field. Mercury and Venus can also be rejected as too hot and inhospitable. And there is no point even thinking of travelling outside the solar system: it would take us over 80,000 years to reach Proxima Centauri, the nearest star! All that remains is Mars – an object of fantasy for centuries past –, together with its satellites, a few asteroids and the prospect of a return to the Moon.

Les raisons qui motivent les Terriens à voyager dans l'espace sont diverses. Il s'agit d'abord de relever un défi technologique et humain ; relever des défis est dans la nature humaine. Il s'agit aussi d'apporter une réponse aux sempiternelles questions, d'où venons-nous, où allons-nous et sommes-nous seuls dans l'Univers ? L'exploration du système solaire et de l'Univers, qu'elle se fasse avec des sondes automatiques ou par l'homme, *in situ*, a donc pour objectif premier d'améliorer nos connaissances. Lorsqu'il s'agit de sondes automatiques, l'investissement financier reste modéré et acceptable par les économies des grandes nations. En revanche, l'introduction de l'homme dans la boucle change complètement le coût. On ne parle plus de centaines de millions de dollars ou d'euros mais de centaines de milliards. Souvenons-nous qu'Apollo a coûté plus de 200 milliards. Pour Mars, il faudra peut-être multiplier cette valeur par au moins deux. Une autre raison a justifié, naguère, Apollo, c'est la confrontation politique du

The reasons driving us to travel into space are multiple. First and foremost, the technological and human challenge, after all meeting challenges is in our very nature. Another reason is to find answers to the eternal questions: Where do we come from? Where are we going? Are we alone in the Universe? The main goal then of any manned or robotic exploration of the solar system and the Universe is the enhancement of knowledge. In the case of automatic probes, the financial investment is reasonable and acceptable to the economies of the major nations. Introducing humans into the loop drives the cost up from a few hundred million dollars or euros to several hundred billion. Apollo for instance cost over 200 billion dollars. For Mars, this sum would have to be doubled at the very least. A further reason invoked to justify Apollo was the political confrontation of capitalism and communism, in other words the use of space as a means for power and prestige. And of course the need for discovery and adventure (so dear to astronauts) and wonder



capitalisme et du communisme, c'est-à-dire l'utilisation de l'espace comme moyen de puissance et de prestige. L'exploration pure et simple et le besoin d'aventure, chers aux spationautes, et leur émerveillement du spectacle offert par la Terre dont ils retiennent la beauté et la fragilité est une autre raison. Enfin, l'exploitation des ressources des astres (minerais, hélium-3, énergie) est aussi une idée évoquée depuis longtemps mais là, il s'agit d'une vision à très long terme comme le vieux rêve lié à l'implantation de colonies humaines dans l'espace.

### Pourquoi aller sur Mars ?

S'agissant de Mars plus particulièrement, quelles peuvent être les raisons ? En ce qui concerne l'amélioration de sa connaissance, l'homme n'est sans doute pas utile. On peut même penser que les perfor-

mances des sondes automatiques vont encore s'améliorer accroissant, du même coup, l'acquisition des connaissances. À l'inverse de la Lune, naguère, les conditions d'une confrontation politique prenant Mars en otage ne sont pas réunies même si un antagonisme politique et spatial semble se dessiner entre les États-Unis et la Chine. Mais, ce qui a fonctionné pour la Lune peut très bien ne pas être pertinent pour Mars. Il y a aussi, bien sûr, l'exploration mais il est difficile d'imaginer qu'un pays dépensera plusieurs centaines de milliards de dollars dans le seul but de l'exploration humaine de Mars, d'autant que les difficultés actuelles de l'économie mondiale ne l'autorisent guère et sans doute pour de nombreuses

années encore. Se dessinent notamment de nouvelles priorités terrestres telles que la lutte contre le dérèglement climatique et la protection de l'environnement qui vont mobiliser les budgets et les énergies. Quant à implanter des colonies sur Mars, il faut reporter cela au XXII<sup>e</sup> siècle ou plus tard tant rendre Mars habitable relève de l'utopie. Quand on voit ce qu'a coûté l'envoi de douze hommes sur la Lune, le budget qu'il faudra pour en transporter plusieurs dizaines voire plusieurs centaines sur Mars est démesuré et difficilement supportable par un seul pays et même par plusieurs. Enfin, il paraît difficile de justifier le voyage humain sur Mars pour le seul émerveillement de quelques spationautes privilégiés. Il est donc bien difficile de trouver une raison convaincante pour justifier ce voyage, ou plus précisément de justifier la gigantesque dépense qu'il faudra y consentir. La NASA qui a publié, en octobre 2015, un document sur le vol vers Mars n'aborde pas ce point essentiel et s'en tient au défi technologique et humain que ce voyage représente ainsi

*at the spectacle of the Earth's beauty and fragility. One final justification has long been the idea of exploiting the natural resources (minerals, helium-3, energy) of celestial bodies, but this is a very long-term vision akin to that of setting up human colonies in space.*

### Why travel to Mars?

*So what are the reasons specifically to travel to Mars? If we are talking of furthering knowledge, then human presence would not seem particularly useful since one can assume that more and more sophisticated automatic probes will gather ever more information. The conditions for a Moon-style political confrontation around Mars do not exist, although one can see the emergence of low-level political/space antagonism between the US and China. But what worked for the Moon is not necessarily suitable for Mars. There is of course the question of exploration, but it is difficult for a country to justify spending several hundreds of billions of dollars simply to send humans to Mars, particularly considering the difficulties of the global economy for some years to come. Moreover new global priorities are emerging, such as the fight against*



Illustration © NASA

*climate change and the protection of the environment, which will monopolise budgets and energies. As for setting up colonies on Mars, this ambition will have to be put off to the 22<sup>nd</sup> century or beyond; the idea of making Mars habitable seems more than ever a utopia. When one considers the cost involved in sending a dozen humans to the Moon, the budget required to transport some tens or even hundreds of humans to Mars is out of all proportion and too heavy to bear by*

*several countries let alone one on its own. Finally, it would be difficult to attempt to justify human space travel to Mars simply for the wonderment of a few privileged astronauts. It is thus not easy to find a convincing reason to justify this voyage, or more precisely to justify the gargantuan expenditure it would require. NASA, in its paper on spaceflight to Mars published in October 2015, does not tackle this essential question, restricting itself to the technological and human challenge that*

qu'à l'idée de faire avancer la science et de poursuivre l'exploration du système solaire. Mais ce sont ces mêmes objectifs qui sont à l'origine des attermolements depuis plus de 50 ans.

## Il faut une vision de long terme

Il serait donc déraisonnable de se lancer dans l'aventure martienne sans en avoir une vision à long terme sur 50 ou 100 ans. Pas simple. Que veut-on y faire ? Implanter des colonies si cela est possible ? Exploiter les ressources martiennes ou se limiter à l'exploration ? Eu égard à l'investissement initial considérable à consentir, décider d'aller sur Mars demande donc qu'un enjeu clair soit défini et si possible profitable aux Terriens. Et il faut bien dire que les agences spatiales et notamment la NASA sont en panne sur ce point. Dans le passé, les annonces volonta-

ristes sans objectif précis de quelques présidents américains (uniquement républicains) n'ont guère été suivies d'effet.

Comme le montre l'histoire de l'exploration, la perspective d'une activité économique et industrielle est un facteur essentiel de motivation de l'exploration. Mars n'y échappera pas. L'exploration pour l'exploration atteint vite des limites surtout si elle coûte cher. Il s'agirait alors d'exploiter les ressources martiennes... à condition qu'elles existent et que ce soit réaliste. Mais, aujourd'hui, on ne les connaît pas. On voit donc à quel point donner le signal du départ vers Mars est difficile. Autant dire que les attermolements que nous connaissons depuis Apollo risquent de se prolonger.

Face à l'immobilisme des États et des agences spatiales, des sociétés privées tentent de prendre le relais, au moins au



Le SLS ou *Space Launch System* est un lanceur lourd en cours de développement à la NASA qui pourra éventuellement servir au transport de spationautes tant vers Mars que vers d'autres destinations. Pour l'heure, hormis les vols habités vers l'ISS, aucun autre programme de vol habité américain n'est décidé.

*The SLS or Space Launch System is a heavy launcher currently being developed by NASA, which could be used for transporting astronauts to Mars or other destinations. To date, aside from manned flights to the ISS, no other manned American spaceflight programme is planned.*

Photo © NASA

Illustration © ESA-David Ducros, "Schiaparelli separating from Trace Gas Orbiter", 2015.

L'orbiteur TGO a été lancé le 14 mars 2016 avec Schiaparelli, un démonstrateur de rentrée atmosphérique et d'atterrissage. Il va chercher des preuves de la présence de méthane et d'autres gaz atmosphériques qui pourraient indiquer des processus biologiques ou géologiques actifs sur Mars. TGO servira également de relais de communication pour le rover et la plate-forme scientifique d'études de la surface qui seront lancés en 2018.

niveau des intentions, tant pour les vols habités autour de la Terre que pour le voyage martien. Une question fondamentale se pose alors : dans ce monde où toute action entrepreneuriale doit se justifier par un retour sur investissement, celui-ci est-il compatible avec le voyage spatial ? Notons, en effet, qu'un programme spatial peut s'étaler sur plusieurs décennies. Dans la mesure où il y aurait un retour sur investissement, ce qui est loin d'être certain, l'économie de l'entreprise peut-elle s'accommoder de délais

*the voyage represents. It makes the case for scientific progress and the pursuit of our exploration of the solar system, the same goals that have been the object of prevarications for over 50 years now.*

## A long-term vision is needed

*It would therefore not be reasonable to launch ourselves into a Mars expedition without a long-term vision spanning 50 or 100 years. Not so simple. What do we want to accomplish there? Set up colonies if that were feasible? Exploit Martian resources, or restrict ourselves to exploration? Given the significant initial investment, the decision to go to Mars thus requires a clear goal which benefits humans if possible. But the space agencies, particularly NASA, are silent on this aspect. In the past, some ambitious announcements by a few (Republican) presidents, lacking concrete goals, have not been followed up by action.*

*As illustrated in the history of exploration, the prospect of economic and industrial activity is an essential motivation for exploration, and Mars is no exception to this rule. Exploration for exploration's sake soon reaches its limits, especially if*



*TGO was launched on 14 March 2016 with Schiaparelli, the entry, descent and landing demonstrator module. It will search for evidence of methane and other atmospheric gases that could be signatures of active biological or geological processes on Mars. TGO will also serve as a communications relay for the rover and surface science platform that will be launched in 2018.*

aussi longs ? Un tel projet spatial s'accorde donc difficilement avec un rapide retour sur investissement tant recherché par les entreprises. Aussi, malgré les quelques initiatives privées, le vol humain restera probablement du domaine des États, les seuls, en outre, capables de dégager les importants fonds nécessaires à l'investissement.

D'autres défis techniques et humains considérables s'ajoutent à ces considérations. À titre d'exemple, la durée d'un tel voyage

*it is expensive. Exploiting the resources of Mars... why not? As long as they exist and the goals are realistic. But for the moment we do not know. Which explains why firing the starting gun to Mars is difficult. And why the prevarication that has existed since Apollo is likely to continue.*

*Faced with this lack of action on the part of states and space agencies, private companies are attempting to take up the slack, at least on a level of intentions, both for manned flight around the Earth and space travel to Mars. A fundamental question then arises: in a world where entrepreneurial action must be justified by return on investment, can this be compatible with space travel? A space programme is likely to span several decades. Even given that there would eventually be a return on investment, which is far from certain, can private enterprise deal with such a long time span? Such a space project is hardly consistent with the kind of rapid return on investment sought after by companies. Therefore, apart from a few private initiatives, it is safe to conclude that human spaceflight will probably remain the domain of states,*



sera de l'ordre de trois ans, durée jamais testée ; il faudra protéger l'équipage des rayonnements ; on ne sait pas faire atterrir un vaisseau sur Mars ; il faudra une grande quantité de carburant pour décoller de Mars, le succès de la mission dépendra essentiellement de la bonne entente entre les membres de l'équipage confinés dans un volume réduit pendant trois ans. Mais, n'est-il pas vrai que le propre de la conquête de l'espace a toujours été de surmonter des difficultés jugées a priori insurmontables ?

Alors ira-t-on sur Mars un jour ? On peut répondre par l'affirmative, à condition de ne pas avancer de date. Le voyage vers Mars sera un défi considérable. Mais la difficulté de l'entreprise et son coût feront

que l'aventure se limitera probablement à un seul voyage, « pour le sport » disait naguère Hubert Curien et, comme de la Lune, l'exploit une fois accompli, on se détournera de Mars.

L'homme dans l'espace, c'est d'abord un rêve millénaire et souvent le rêve estompe les difficultés de son accomplissement. En revanche, il n'y a pas d'accomplissement sans rêve. Mais, force est aussi de constater que bien des rêves restent à l'état de rêves.

Jacques Villain est l'auteur du livre : *Irons-nous vraiment un jour sur Mars ?* Éditions Vuibert, 2009.

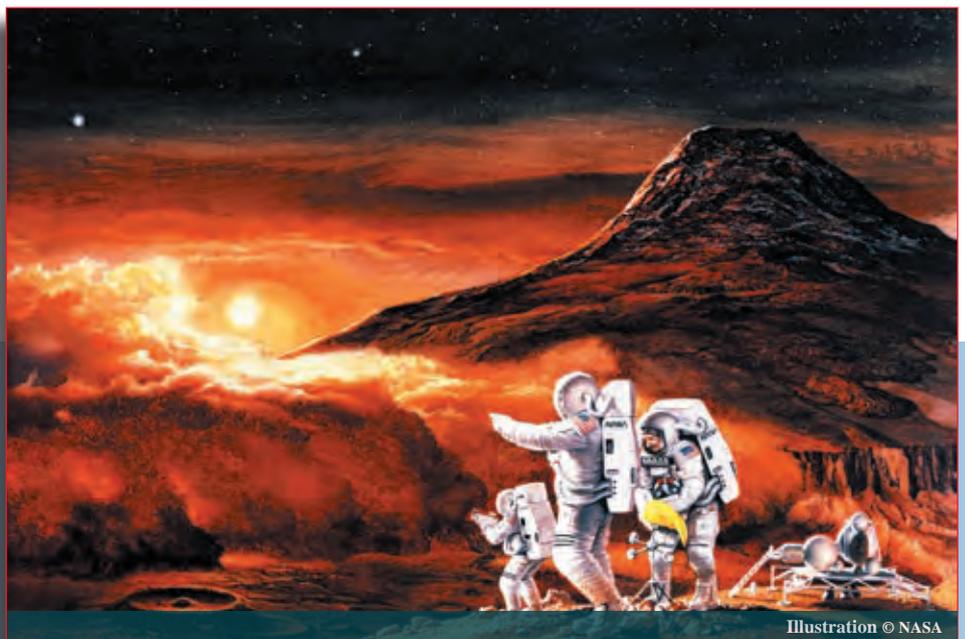


Illustration © NASA

*the only players capable of investing the significant funds necessary.*

*Other major technical and human challenges also have to be considered. For example, the duration of such a trip would be about three years, a period that has never been tested; the crew would have to be protected from radiation; we do not know how to land a spacecraft on Mars; it would require a large amount of fuel to take off from Mars; success of the mission would depend mainly on the good relations between crew members confined in a small space for three years... Then again, surely the essence of space conquest is to overcome difficulties judged insurmountable at first sight?*

*So will we travel to Mars someday? We can answer in the affirmative, as long as we do not set a date. The voyage to Mars will be a formidable challenge. But the difficulty and cost of the enterprise will mean that the adventure will probably be limited to a single voyage and, like the Moon, once the feat has been accomplished, we will turn away from Mars.*

*Dreams of mankind in space go back millennia and such dreams often blur the difficulties of their accomplishment. There can be no accomplishment without dreams; but it is also true that many dreams remain just so: dreams.*

Jacques Villain is the author of "Irons-nous vraiment un jour sur Mars ?", Vuibert, 2009.



# Le déploiement de la constellation Galileo est en bonne voie

## Un grand programme de l'Union européenne

Galileo est un programme européen pour mettre en place et exploiter, sous le contrôle de l'Union européenne (UE), un système mondial de radionavigation par satellites qui assure l'autonomie stratégique de l'Europe dans un domaine technologique majeur. Les principaux services offerts par Galileo seront :

- un service ouvert : disponible gratuitement pour tous les utilisateurs,



**Paul FLAMENT**

Chef de l'unité Galileo, DG GROW, Commission européenne

Head of the Galileo unit, DG GROW, European Commission

# Deployment of the Galileo Constellation is underway

## A major EU programme

Under European Union (EU) management, the Galileo programme is aimed at developing and operating a global satellite navigation system in order to ensure Europe's strategic autonomy in this key technological field. The main services proposed by Galileo will be:

- an open service: free and available to anyone, it will offer positioning quality accurate to a metre;

il offrira une précision de localisation métrique ;

- un service public réglementé : consacré aux utilisateurs autorisés par les gouvernements, ce service est réservé aux applications sensibles qui exigent une continuité de service garantie. Il utilise des signaux robustes et cryptés ;
- une contribution au service de recherche et sauvetage du système international COSPAS-SARSAT : les équipements embarqués sur les satellites Galileo permettront la réception et le relai en temps réel des messages émis par les balises de détresse aéronautiques, maritimes et terrestres à la fréquence "406 MHz" ;
- un service commercial : ce service utilisera des signaux cryptés permettant l'authentification du service rendu et offrira une qualité de positionnement améliorée pour les utilisations professionnelles.

## La situation actuelle de la constellation

Le déploiement des satellites de la constellation Galileo progresse significativement. Le lancement réussi de deux nouveaux satellites le 24 mai 2016 porte à quatorze le nombre des satellites déjà en orbite.

Douze satellites supplémentaires sont en construction. Ils seront mis en orbite par paquets de quatre par la fusée Ariane-5. Le premier lancement par Ariane-5 est prévu au mois de novembre 2016 et les deux suivants respectivement en 2017 et 2018. Un autre lot de satellites sera commandé à partir de fin 2016 en vue d'un déploiement à partir de la fin de l'année 2019 ou du début de l'année 2020. Le déploiement devrait ainsi comprendre vingt-quatre satellites en orbite en 2018 et être terminé à la fin de l'année 2020 avec une constellation complète de trente satellites.

- a regulated state service: restricted to users authorised by their governments, this service is designed for sensitive applications requiring guaranteed continuity of service. It uses robust, encrypted signals;
- a contribution to the international COSPAS-SARSAT search and rescue system: equipment on board Galileo satellites will receive and retransmit, in real-time, distress messages emitted by air, sea and land emergency beacons on the "406 MHz" frequency;
- a commercial service: this service will use encrypted signals enabling service authentication and will offer high-precision positioning for professional use.

Twelve more satellites are being built and will be placed in orbit in groups of four by the Ariane-5 launcher. The first launch is planned for November 2016 and the next two are due to take place in 2017 and 2018. Another batch of satellites will be ordered in late 2016 with a view to deployment in late 2019 or early 2020. Twenty-four satellites should therefore be in orbit by 2018 with the full constellation of thirty satellites in place by late 2020.

## Initial services in late 2016

Thanks to the fourteen satellites already in orbit, the system will be partially operative by late 2016. At this stage, Galileo will be offering initial services within the open service, the regulated public service and for search and rescue. These initial services will introduce three key improvements on GPS alone: enhanced positioning accuracy, better availability and good continuity of service. The market for

## The present situation

Deployment of the Galileo constellation is progressing well with the successful launch of two new satellites on 24 May 2016 bringing the number of satellites now in orbit to fourteen.

## Les services initiaux dès la fin de l'année 2016

Les quatorze satellites déjà en orbite permettent une mise en service partielle du système dès la fin de l'année 2016. Galileo offrira alors des services initiaux pour le service ouvert, pour le service public réglementé et pour la recherche et sauvetage. Par rapport au seul système GPS, les services initiaux de Galileo apporteront trois améliorations-clés pour les utilisateurs finaux : une meilleure précision de positionnement, une disponibilité accrue et une bonne continuité de service. Parallèlement, le marché des récepteurs compatibles avec les signaux Galileo se développe d'ores et déjà.

Les services initiaux seront progressivement améliorés au fur et à mesure du déploiement du reste de la constellation. Les différentes étapes permettront d'atteindre une

capacité opérationnelle complète à la fin de l'année 2020.

## La préparation de l'exploitation

Il est impératif que les utilisateurs du monde entier soient satisfaits des services offerts par Galileo. L'UE en attend d'importants retours sur investissement au profit des citoyens et des entreprises. Aussi l'Agence du GNSS européen (GSA), mise en place par l'UE, entretient-elle un dialogue constant avec les communautés d'utilisateurs. Un travail important a notamment été fait en direction des acteurs des appareils de téléphonie mobile et des transports routier, ferroviaire et maritime, afin de les aider à se préparer à l'utilisation de Galileo.

En outre, les liens tissés avec les industriels qui fabriquent les composants électroniques

et les récepteurs de navigation garantissent un traitement optimal des différents signaux émis par le système. Une campagne de tests a été organisée en coopération avec l'Agence spatiale européenne (ESA/ESA) et le centre commun de recherche de la Commission européenne. Parmi d'autres, ST Microelectronics en Europe pour le secteur automobile, Broadcom et Qualcomm aux États-Unis, ainsi que Mediatek à Taiwan pour les smartphones, ont déjà annoncé la mise sur le marché de puces compatibles avec Galileo.

## La gouvernance de Galileo

La Commission européenne supervise l'ensemble du programme Galileo et en assure la responsabilité sur le plan budgétaire. Elle délègue d'une part la conception du système et la fourniture des éléments qui le constituent à l'ESA, et d'autre part la préparation de l'exploitation du système et de la fourniture des services à la GSA.

Le rôle de cette dernière est appelé à croître de manière substantielle dans un avenir proche, puisqu'elle prendra la responsabilité de la phase d'exploitation de Galileo dès janvier 2017.



La constellation complète de Galileo sera composée de 30 satellites sur trois plans orbitaux (dont deux pièces en redondance par orbite). Ainsi la plus grande flotte de satellites européens jamais lancée sera opérationnelle dans le nouvel environnement des orbites de moyenne altitude, offrant des services de navigation partout dans le monde.

*The complete Galileo constellation will consist of 30 satellites along three orbital planes (including two redundancies per orbit). The result will be Europe's largest ever fleet of satellites, operating in the new environment of medium-altitude orbits, providing worldwide navigation coverage.*

Illustration © ESA-Pierre Carril

receivers compatible with the Galileo signals is already developing.

These initial services will be progressively extended and enhanced as the remainder of the constellation is deployed, with full operational capability being met by the end of 2020.

## Preparing for operation

It is vital that services offered by Galileo meet the expectations of users the world

over. The EU also expects a high return on investment on behalf of its citizens and businesses. The European GNSS Agency (GSA), set up by the EU, is therefore maintaining close dialogue with communities of users. Great efforts have been made to reach out to the players involved in the mobile telephone industry and road, rail and maritime transport, in order to help them prepare for Galileo.

Preparatory work with manufacturers of electronic components and navigation

receivers, involving a series of tests organised in cooperation with the European Space Agency (ESA) and the European Commission's Joint Research Centre, will guarantee optimal processing of the different signals emitted by the system. Indeed players such as ST Microelectronics in Europe, for the automobile sector, Broadcom and Qualcomm in the US, and Mediatek in Taiwan for smartphones, have already started marketing chips compatible with Galileo.

## Governance

The European Commission oversees the entire Galileo programme, with responsibility for the financial side. System design and supply of constitutive elements is delegated to ESA and system operation and services provision to GSA.

The role of the latter will soon assume greater importance since it is to take responsibility for the operational phase of Galileo in January 2017.



# Mission Rosetta et Philae : expérience CONSERT et ses résultats scientifiques

Après l'extraordinaire succès de son atterrissage sur la comète 67P C-G, l'atterrisseur Philae a fonctionné pendant 55 heures en effectuant des mesures sur la surface, puis est entré en hibernation. Ses dix instruments ont été mis en marche et ont effectué une série d'observations.

Le radar bistatique CONSERT<sup>1</sup>, qui a fonctionné entre la sonde Rosetta et l'atterrisseur Philae du 12 au 15

1. CONSERT : *COmet Nucleus Sounding Experiment by Radiowave Transmission*, voir *La Lettre* de l'AAE, janv.-fév. 2015.



## Wlodek KOFMAN

Directeur de Recherche au CNRS, IPAG, Grenoble, France. Professeur au Space Research Centre, PAS, Varsovie, Pologne.

Director of research at CNRS, IPAG, Grenoble, France. Professor at Space Research Centre, PAS, Warsaw, Poland.

## The Rosetta and Philae mission: CONSERT and its scientific results

After its highly successful landing on comet 67P/C-G, the Philae lander made measurements from the surface for 55 hours before entering into hibernation. All 10 of its instruments were activated and carried out a series of observations.

The bistatic radar CONSERT<sup>1</sup>, which operated in transponder mode between the Rosetta probe and the Philae lander from 12 to 15

1. CONSERT: *COmet Nucleus Sounding Experiment by Radiowave Transmission*, c.f. AAE newsletter Jan.-Feb. 2015.

novembre 2014 (CONSERT fonctionne en mode *transponder* ; la sonde envoie un signal et l'atterrisseur répond, les deux ont un récepteur et un émetteur), a effectué des mesures de triangulation pour localiser Philae, ainsi que des observations en tomographie en transmission à travers la comète 67P C-G pour déterminer la structure interne du noyau et ses propriétés physiques<sup>2</sup>. CONSERT a enregistré les signaux radar qui se sont propagés entre la sonde et l'atterrisseur et a mesuré leur temps de propagation. Les trois mesures de triangulation (en utilisant différentes parties de l'orbite de Rosetta à des moments bien séparés dans le temps et dans l'espace) ont été effectuées en visibilité directe, entre la sonde et Philae, et ont permis de déterminer la distance entre Rosetta et Philae pour chaque position orbitale de la

2. *Properties of the 67P/Churyumov-Gerasimenko interior revealed by CONSERT radar*, W. Kofman et al., *Science*, American Association for the Advancement of Science, 2015.

November 2014 (CONSERT sends a signal from the probe and the lander responds, both have a receiver and a transmitter), made triangulation measurements to locate Philae and tomographic observations by transmitting a signal through the comet in order to determine the internal structure and physical properties of the nucleus<sup>2</sup>. CONSERT recorded the radar signals sent between the probe and lander and measured their transmission time. The three triangulation measurements (using points on the Rosetta orbit clearly separated in time and space) were made in direct visibility between the probe and Philae and were used to determine the distance between Rosetta and Philae for each orbital position of the probe during this measurement process. By using the data achieved by triangulation and tomographic observation, it was possible to determine the most likely

2. *Properties of the 67P/Churyumov-Gerasimenko interior revealed by CONSERT radar*, W. Kofman et al., *Science*, American Association for the Advancement of Science, 2015.

sonde pendant les mesures. L'ensemble de ces données, de triangulation et à travers la comète, nous ont permis de déterminer la zone la plus probable, de diamètre 40 mètres, où se trouve Philae<sup>3</sup>. La figure 1 montre cette zone sur la surface de la comète.

La forme de la comète a été une surprise pour la communauté scientifique ; vue de l'extérieur, elle est composée de trois parties qui semblent distinctes : la tête et le corps, reliés par une zone rétrécie, le cou. Les signaux CONSERT ont traversé la tête de la comète, avec des distances parcourues comprises entre 200 et 800 mètres et une profondeur d'une centaine de mètres. Les figures 2a et 2b indiquent

3. *Philae localization from CONSERT/Rosetta measurement*, A. Herique et al., *Planetary and Space Science*, Pergamon, 2015.

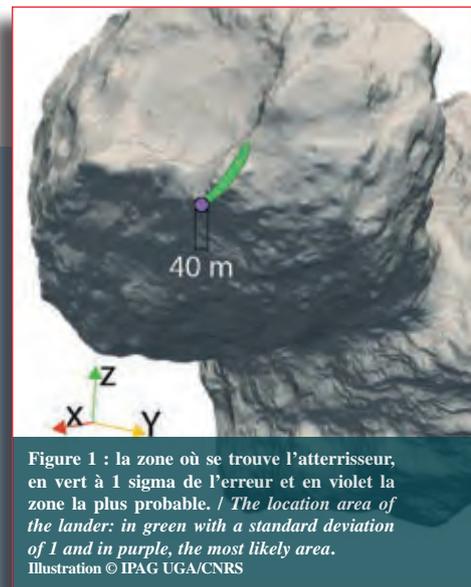


Figure 1 : la zone où se trouve l'atterrisseur, en vert à 1 sigma de l'erreur et en violet la zone la plus probable. / The location area of the lander: in green with a standard deviation of 1 and in purple, the most likely area. Illustration © IPAG UGA/CNRS

location of Philae, within a diameter of 40 metres<sup>3</sup>. Figure 1 shows this area on the surface of the comet.

The shape of the comet came as a surprise to the scientific community. Seen from close up, it is composed of three distinct sections: a head and a body, connected by a narrower area, the neck. The signals

3. *Philae localization from CONSERT/Rosetta measurement*, A. Herique et al., *Planetary and Space Science*, Pergamon, 2015.

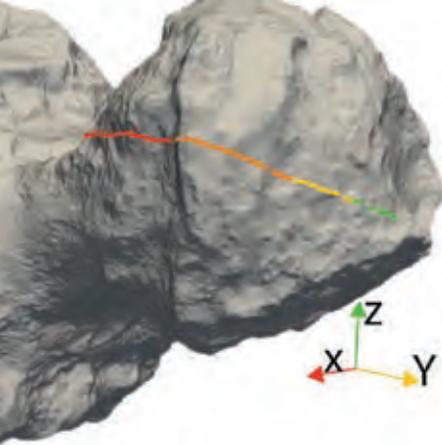


Figure 2a et 2b : la trace sur la surface des différentes séquences de mesure est visualisée sur le modèle de forme noyau. Pour chaque sondage, l'intersection de la ligne droite entre Philae et Rosetta, et la surface du noyau est indiquée par une couleur. Pour chaque sondage, l'intersection de la ligne droite entre Philae et Rosetta, et la surface du noyau, est indiquée par une couleur : verte = signal avec rapport signal sur bruit (SNR) fort ; orange = SNR positif, mais faible ; jaune = SNR proche de zéro, seule est possible la détection statistique du signal ; rouge = pas de détection de signal.

Ci-contre, figure 2a : la trace sur la surface des mesures, le soir du 12/11/2014, sur la partie ouest.

Figure 2a and 2b: The surface track of the different measurement sequences is displayed on the model of the nucleus. For each sounding, the intersection of the straight line between Philae and Rosetta and the surface of the nucleus is indicated by a colour. The colour indicates the quality of the received signals: green = signal with high signal to noise ratio (SNR); orange = SNR positive but low; yellow = SNR near to zero, only statistical signal detection possible; red = no signal detection.

In the adjacent image, figure 2a: the surface track of the measurements taken on the evening of 12/11/2014 on the western part.

Illustration © IPAG UGA/CNRS

la trace sur la surface de la comète des signaux qui sont passés par l'intérieur de la tête et ont atteint la sonde. Des mesures de très bonne qualité ont été obtenues des deux côtés de la tête et ont été analysées. La forme du signal n'indique pas de diffusion, ni d'inhomogénéités, ce qui implique que l'intérieur de la tête de la comète est homogène à des échelles entre 1 et 10 mètres. Nos mesures n'excluent pas des variations lentes des propriétés diélectriques. Après des simulations tridimensionnelles de la propagation du signal à travers la comète, contrainte par les mesures, nous avons déterminé que la constante diélectrique moyenne de milieu était de  $1.27 \pm 0.05$ . Cette valeur, de 27% seulement supérieure à la constante diélectrique du vide, indique que les matériaux cométaires sont très poreux. À partir des observations d'autres instruments (Rosina, Miro, Virtis...) nous savons que la comète est composée de glaces ( $H_2O$ ,  $CO_2$ ,  $CO$ ) et de poussières (silicates, matériaux organiques composés de CHON), avec un rapport de masse poussière/glace variant de 1 à 6. L'analyse des mesures de CONSERT nous amène à la conclusion que la porosité des matériaux à l'intérieur de la tête de la comète est comprise entre 75% et 85% et que les propriétés diélectriques sont proches

de celles de chondrites carbonées et d'un mélange de silicates et de matière organique<sup>4</sup>. Les résultats de CONSERT indiquent que la matière à l'intérieur de la comète 67P C-G est effectivement très primitive, du type de celle qui a été à l'origine de notre système solaire.

Les mesures de CONSERT ne sont pas encore complètement analysées. Nous avons déjà interprété les temps de propagation à travers la comète, il nous reste à examiner les amplitudes et à comprendre pourquoi les signaux sont atténués lorsqu'ils se propagent à travers la tête et le corps de la comète. Les signaux acquis dans cette configuration ont un rapport signal sur bruit faible, puis très faible, les signaux devenant non détectables. Pour pouvoir étudier et en comprendre les raisons, estimer les atténuations à l'intérieur de la comète, et donc mieux

4. Mineralogical Implications of CONSERT Permittivity Characterization of 67P, A. Herique et al., Science, AAAS, 2015. Conférence "From Giotto to Rosetta", 50<sup>th</sup> ESLAB Symposium.

transmitted by CONSERT over distances of 200 to 800 metres passed through the head of the comet at a depth of around 100 metres. Figures 2a and 2b shows the path of the signals on the surface of the comet as they passed through the head before reaching the probe. High quality measurements obtained from both sides of the head section have been analysed. The shape of the signal indicates neither dispersion nor inhomogeneities, suggesting that the inside of the head of the comet is homogeneous at scales between 1 and 10 metres. Our measurements do not exclude the possibility of slow variations in the dielectric properties. After three-dimensional simulation of the signal's propagation through the comet, constrained by measurements, it was determined that the average relative permittivity of the comet was  $1.27 \pm 0.05$ . This value, only 27% higher than the relative permittivity of vacuum, indicates that the cometary matter is very porous.

On the basis of observations from other instruments (Rosina, Miro, Virtis...) we know that the comet is composed of ice ( $H_2O$ ,  $CO_2$ ,  $CO$ ) and dust (silicates, organic materials composed of CHON), with a dust/ice mass ratio ranging from 1 to 6. An analysis of CONSERT measurements

leads to conclude that materials inside the head of the comet have a porosity of 75% and 85% and dielectric properties similar to those of carbonaceous chondrites and a mixture of silicates and organic matter<sup>4</sup>.

CONSERT findings confirm that the material inside comet 67P/C-G is very primitive, of the kind that was at the origin of our solar system.

The measurements provided by CONSERT have not been yet fully analysed. Propagation times across the comet have been interpreted, but we must now examine the amplitudes and try to understand why signals are attenuated when they pass through the head and the body of the comet. Signals acquired in this way have a low, then very low, signal to noise ratio, with signals finally becoming undetectable. To understand why this is the

4. Mineralogical Implications of CONSERT Permittivity Characterization of 67P, A. Herique et al., Science, AAAS, 2015. Public lecture "From Giotto to Rosetta", 50<sup>th</sup> ESLAB Symposium.

caractériser les matériaux, nous devons disposer d'un modèle numérique local de l'endroit où se trouve Philae, afin de décrire le comportement de l'antenne. En effet son interaction avec le milieu environnant change les propriétés de l'antenne, son gain et sa polarisation. Nous attendons donc l'image de Philae sur la surface et le modèle de terrain environnant. A défaut, nous devons travailler à partir d'hypothèses.

L'expérience CONSERT a montré qu'il est possible d'explorer l'intérieur des comètes pour connaître leur structure et leur composition. Nous pensons aussi qu'avec les techniques radar il sera possible d'explorer les astéroïdes. Des missions dans le cadre de la défense planétaire sont actuellement à l'étude.

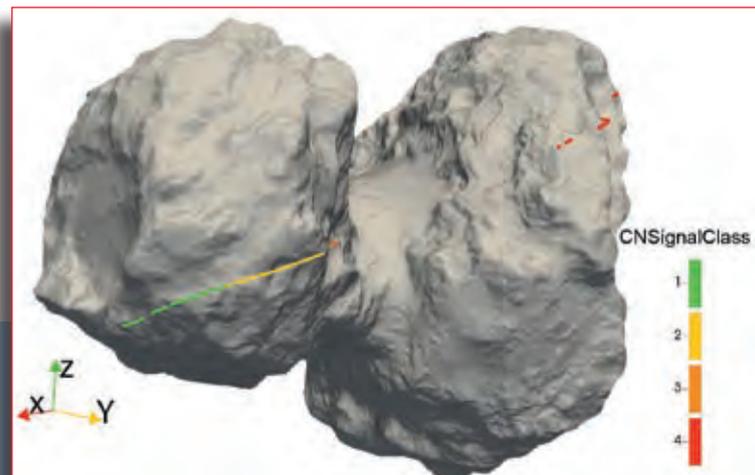


Figure 2b : la trace sur la surface des mesures de la matinée du 13/11/2014, sur la partie est. / The trace on the surface of measurements taken on the morning of 13/11/2014 on the eastern part.

Illustration © IPAG UGA/CNRS

case, to estimate attenuation inside the comet and therefore better characterise the materials, we must build up a local digital model of the whereabouts of Philae in order to describe the behaviour of the antenna. The antenna's interaction with the surrounding environment changes its properties in terms of gain and polarisation. We are therefore waiting for the image of Philae on the surface and the model of the surrounding terrain. Failing that, we will have to work on the basis of assumptions.

The CONSERT experiment has shown that it is possible to explore the inside of comets in order to learn more about their structure and composition. We believe that it will also be possible to explore asteroids by means of radar techniques. Missions within the framework of defence of the planet are currently under consideration.



# Vie de l'Académie

## Hommage à André Turcat

Le 21 mai au musée Aeroscopia à Toulouse, l'hommage à André Turcat a réuni, en présence de membres de sa famille, des maires de Toulouse et de Blagnac, de la rectrice, de représentants d'Airbus et des associations de Terre d'envol, une grande partie de la communauté aéronautique dont de jeunes élèves du lycée Saint-Exupéry de Toulouse qui avaient conduit un travail de mémoire sur *Concorde* et d'anciens ayant participé au programme, assurant ainsi un relais intergénérationnel, à la fois émouvant et plein d'enthousiasme. Cette cérémonie a donné lieu au dévoilement du buste d'André Turcat et à la remise d'un hors-série de *La Lettre* de l'Académie dédié à son fondateur, André Turcat.

## Séance de juin

Celle-ci s'est tenue dans la région parisienne les 16 et 17 juin. Lors de la séance privée à l'ONERA Palaiseau, les aca-

démiciens, accueillis par le directeur technique, notre confère Thierry Michal, ont entendu un hommage rendu par le général Lucien Robineau à notre confrère récemment disparu, Patrick Facon, avant de procéder à l'élection des nouveaux membres et correspondants et à l'attribution des prix et médailles 2016. L'assemblée a également adopté l'Avis n°7 de la commission Défense : *Pour une conduite rigoureuse des Programmes de systèmes de défense en coopération européenne*. À l'issue de ces votes, deux membres récemment élus ont prononcé leurs discours de réception : le prof. David John Ewins, sur "Exciting Vibrations - The Role of testing in an era of supercomputers and uncertainty", et Thierry Prunier, sur "Être ingénieur, animer des équipes, créer des avions". L'après-midi a été consacré à la visite des nombreux laboratoires de l'ONERA, qui fêtait ses 70 années au service de la recherche et de l'industrie aéronautique.

Le lendemain, les participants se sont retrouvés à l'usine d'Airbus Helicopters

à la Courneuve, centre d'excellence de fabrication des pales ou, accueillis par Cédric Lanouette, ils ont pu apprécier les progrès considérables réalisés sur ces productions, notamment en termes de fiabilité et de durée de vie.

## Conférence

La première conférence de l'AAE en Italie s'est tenue à l'Université Sapienza de Rome le 14 juin, grâce à notre confrère Roberto Somma, sur le thème "Space-based Radar in Europe".

## Distinctions

Nos félicitations à nos confrères Gilbert Guillaume, élevé à la dignité de grand officier de la Légion d'honneur, Sébastien Candel et Brigitte Revellin-Falcoz au grade d'officier, Cathy Clerbaux et Bruno Stoufflet au grade de chevalier.

## Partenariat

L'Académie se félicite que le groupe Akka Technologies apporte son soutien en tant que partenaire.



Jean-Claude CHAUSSONNET

Secrétaire général de l'AAE, Ancien président d'Airbus France

Secretary general of AAE, Former President and General Manager, Airbus France



Les membres présents à la séance de l'AAE du 16 et 17 juin, ici devant l'ONERA à Palaiseau. Members present at AAE's session of 16-17 June, here at the entrance to ONERA Palaiseau.

## June session

This session was held in Paris on 16-17 June. On the first day, at the ONERA Palaiseau site, Academy members were greeted by the CTO, fellow member Thierry Michal, for the private session, at which tribute was paid by general Lucien Robineau to our recently departed member, Patrick Facon. Participants then proceeded to elect new members and correspondents and award prizes and medals for 2016 (see opposite). The Assembly also adopted Opinion No.7, drawn up by the Defence Commission, on: "A robust management system for Joint European defence programmes". Two newly elected members then gave their acceptance speeches: Prof. David John Ewins, on "Exciting Vibrations - The Role of testing in an era of supercomputers and uncertainty", and Thierry Prunier on "Life as an engineer: leading teams, creating planes". The afternoon was devoted to visiting the many labs of ONERA, which this year celebrates 70 years of research on behalf of the aviation industry.

The next day, welcomed by Cédric Lanouette to the Airbus Helicopters factory in la Courneuve, a centre of excellence for the manufacture of blades, participants were able to admire the immense progress made especially in terms of robustness and lifespan.

## New lecture cycle

The first lecture in a new AAE cycle in Italy was given at the University Sapienza of Rome on 14 June, by our colleague Roberto Somma, on the theme "Space-based radar in Europe".

## Distinctions

Our warmest congratulations to fellow members nominated to the Legion of honour: Gilbert Guillaume, raised to the rank of Grand officer, Sébastien Candel and Brigitte Revellin-Falcoz, Officer, Cathy Clerbaux and Bruno Stoufflet, Knights.

## Partnership

The Academy is delighted to announce that the Akka Technologies Group is supporting AAE as a corporate partner.

# Life of the Academy

## Tribute to André Turcat

A tribute was paid to André Turcat on 21 May at the Aeroscopia Museum in Toulouse in the presence of family members, the mayors of Toulouse and Blagnac, the rector and representatives of Airbus and the associations of Terre d'envol. Many members of the aviation community were present, including pupils from Lycée Saint-Exupéry in Toulouse, who had carried out a project on *Concorde*, and *Concorde* pioneers who had agreed to take part in this project, thus providing a relay between generations that was both moving and enthusiastic. A bust of André Turcat was unveiled at this ceremony and a special edition of the AAE newsletter dedicated to its founder, André Turcat, was presented to participants.

## Prix et médailles 2016

Le **Grand prix** est décerné à Fabrice Brégier, Airbus, pour son rôle déterminant dans l'excellence du développement du programme A350XWB, dont un point remarquable fut la livraison en fin 2014, comme



Le premier A350XWB lors du premier vol, en 2013. / The first A350XWB on its maiden flight in 2013.

promis, du premier exemplaire, un -900, de cette nouvelle grande famille d'avions. À travers cette reconnaissance, l'Académie désire honorer l'ensemble des fonctions de la société Airbus qui ont réalisé plusieurs premières mondiales pendant ce développement.

La **médaille de vermeil** est décernée à

- Didier Flament, ESA, Mariluz de Mateo, SESAR, et Jean-Marc Pieplu, Thales Alenia Space/GSA, pour leur responsabilité dans la réalisation et le succès du projet de système EGNOS, complément des systèmes de positionnement par satellites développé par Thales Alenia Space sur contrat ESA à partir d'un concept du CNES.

Les **médailles de l'Académie** sont décernées à :

- Christophe Bailly, École centrale de Lyon, pour la réalisation de ses travaux sur les simulations numériques des sources sonores dans les écoulements.
- André Borschberg, pilote, pour son vol entre le Japon et Hawaï sur Solar Impulse ; d'une durée de 117 heures 51 mn il constitue le record du monde de durée pour un vol en solitaire sans ravitaillement.
- Timothy Warner, Alireza Arbab et Bruno Chenal, Constellium, pour la réalisation de leurs travaux sur le nouvel alliage d'aluminium AIRWARE®, désormais présent sur les nouveaux programmes aéronautiques.

## Prizes and Medals 2016

The **Grand Prize** is awarded to Fabrice Brégier, Airbus, for his decisive role in the excellence of the A350 XWB programme, notably the delivery in late 2014, as promised, of the first plane in this new family of aircraft, a - 900. The Academy wishes this award to honour all Airbus departments who contributed to many world firsts established in the course of developing this aircraft

The **Vermillion medal** is awarded to

- Didier Flament, ESA, Mariluz de Mateo, SESAR, and Jean-Marc Pieplu, Thales Alenia Space/GSA, for their responsibility in the development and success of the EGNOS system; designed to complement satellite positioning systems, this programme was carried out by Thales Alenia Space on contract to ESA on the basis of an initial concept from CNES.

The **Medals of the Academy** are awarded to:

- Christophe Bailly, École centrale de Lyon, for his work on numerical simulations of sound sources in flows
- André Borschberg, pilot, for his flight between Japan and Hawaii on Solar Impulse; this flight, lasting 117 hours 51 mins, constitutes the world record for solo flight without refuelling
- Timothy Warner, Alireza Arbab and Bruno Chenal, Constellium, for their realisation of the new aluminium alloy AIRWARE®, now present on new aeronautical programmes.

## Le transport aérien sera-t-il tout automatique en 2050 ?

Le colloque organisé par l'AAE "Le transport aérien sera-t-il tout automatique en 2050 ?" a réuni, au Centre de conférences de Météo-France à Toulouse les 1 et 2 juin dernier, 150 participants dont près d'un quart constitué d'étudiants en études supérieures. L'AAE se félicite de ce taux de participation pour un sujet difficile qui sera à traiter sans nul doute dans le futur par ces mêmes acteurs, soit en tant que chercheurs, soit en

1. Se reporter à l'article d'Alain Garcia, dans *La Lettre* de l'AAE n°98, p. 10 et 11.



tant qu'industriels, développeurs ou utilisateurs. D'après les commentaires recueillis, le niveau des interventions fut élevé, à la satisfaction des participants. Le prochain rendez-vous sera la publication en début 2017 du dossier de l'AAE : "Aviation plus automatique, interconnectée, à l'horizon 2050", qui s'inspirera du contenu de ce colloque.



## Will Air Transport be Fully Automated by 2050?

The conference organised by AAE on "Will air transport be fully automated by 2050?", at the Météo-France International Conferences Centre in Toulouse on 1 and 2 June last, attracted 150 participants, a quarter of whom students in higher education. AAE welcomes this turnout for a difficult subject which will no doubt be dealt with in the future by these same actors, whether as researchers or industrialists, developers or users. Feedback indicated a high level of satisfaction with the quality of the presentations. The next milestone will be publication in early 2017 of an AAE dossier on "Aviation in 2050: greater automation and interconnectivity,"

1. See also Alain Garcia's article in the AAE newsletter No.98, pp. 10 et 11.





## Patrick Facon

Notre confrère Patrick Facon, emporté par un cancer le 29 mai 2016, était un historien renommé de l'aéronautique, de l'aviation militaire, de la guerre aérienne et des relations internationales. Jeune professeur d'histoire et géographie, il était entré en 1976, à 27 ans, au Service historique de l'Armée de l'air. Il y servit plus de trente années, chercheur puis directeur de recherche à partir de 1980, avant de rejoindre le Centre d'études stratégiques aérospatiales, consécutivement à la fusion des services historiques des trois armées.

Docteur en histoire en 1977, maître-assistant en 1978, docteur d'État habilité à diriger des recherches en 2000, il contribua grandement par ses écrits à faire connaître l'histoire de l'aéronautique, tout en dirigeant les travaux de nombreux étudiants. Il était également chargé de cours à l'École de l'air, à Saint-Cyr, à l'École de guerre, au Collège interarmées de défense, à Sciences-Po et à l'université de Versailles.

Auteur de centaines d'articles et d'études, il avait publié plus de trente ouvrages faisant autorité et renouvelant l'historiographie, notamment sur l'aviation dans la Campagne de France de 1940, la Bataille d'Angleterre, la stratégie aérienne et le bombardement stratégique, sur l'histoire politique de la France depuis 1940. Il avait récemment composé une monumentale *Histoire de l'Armée de l'air*<sup>1</sup>, encadrée d'une préface et d'une postface signées de deux chefs d'état-major successifs de l'Armée de l'air.

Élu à l'Académie en 1996, Patrick Facon avait reçu la Médaille de l'aéronautique et le Prix Corbay de l'Académie des sciences morales et politiques.

Lucien Robineau

1. La Documentation française, 2009.

Fellow member **Patrick Facon**, who lost his battle with cancer on 29 May 2016, was a renowned historian specialising in aeronautics and military aviation, aerial warfare and international relations. Beginning his career as a teacher of history and geography, in 1976, at the age of 27, he entered the historic service of the French air force. He served there for over thirty years as a researcher and, from 1980, as director of research, before joining the CESA strategic aerospace study centre, following the merger of the three French armed forces' historical services.

After a doctorate in history in 1977, an assistant lectureship in 1978 and a PhD entitling him to direct research in 2000, he made a significant contribution to promulgating the history of aviation through his writings, while directing the work of many students. He was also a lecturer at Saint-Cyr military academy, the French Joint Defence College/War School, the Paris Institute of Political Studies and the University of Versailles.

The author of hundreds of articles and studies, he published over thirty authoritative books enhancing the historiography of aviation during the Battle of France in 1940 and the Battle of Britain, aerial strategy and strategic bombing and the political history of France since 1940. He recently composed a monumental *Histoire de l'Armée de l'air*<sup>1</sup>, whose preface and afterword were signed by two successive Heads of Staff of the French air force.

Elected to AAE in 1996, Patrick Facon received the Médaille de l'aéronautique and the Corbay prize of the Académie des Sciences Morales et Politiques.

Lucien Robineau

1. La documentation française, 2009.

## Horst Rauck



Notre membre honoraire Horst Rauck est décédé le 19 juin 2016 suite à une courte maladie grave. Pour ses collègues et amis sa mort arrivait inattendu parce que nous l'avons rencontré début juin à l'événement de l'aéro-salon de Berlin encore en pleine joie de vivre.

Horst Rauck est né le 22 mai 1938 à Offenbach en Allemagne. Il a fait des études dans la faculté de l'ingénierie et de l'aérospatial à l'Université technique de Darmstadt et finit comme ingénieur diplômé en 1966. La même année il est entré dans l'entreprise MAN-Turbo, une filiale de la MAN AG. Au début de sa vie professionnelle il était en charge du développement des centrifuges à gaz pour l'enrichissement d'uranium et des systèmes d'énergie renouvelable. Dans les années suivantes son activité majeure était dédiée à la contribution du développement des composants pour les lanceurs Ariane, ce qui le relie étroitement avec l'industrie spatiale de la France. Depuis 1986 Horst Rauck était membre du bord exécutif et entre 1996 et 2002 il a dirigé MAN Technologie comme CEO. De plus il a exercé plusieurs mandats dans les comités consultatifs de l'association de l'industrie allemande aérospatiale (BDLI) et du DLR. Dans les dernières années son engagement dans le spatial n'a pas cessé. Il était très actif comme président de l'Association des amis de la DLR (GvF DLR), comme membre de l'International Academy of Astronautics (IAA) et finalement dans l'Académie de l'air et de l'espace.

Son engagement professionnel national et international dans l'aérospatial était reconnu par des ordres de mérite par la République fédérale d'Allemagne en 2000, par l'Administration cosmonautique de la Russie (RKA) en 2001 et par la République française (chevalier de la Légion d'honneur) en 2006.

Wolfgang Koschel

Honorary member **Horst Rauck** passed away on 19 June 2016 after a short, serious illness. To his colleagues and friends his death came as a blow, so full of life was he at the Berlin aero show in early June.

Horst Rauck was born on 22 May 1938 in Offenbach, Germany. He studied at the faculty of engineering and aerospace of the Technical University of Darmstadt, graduating as an engineer in 1966. In the same year he joined MAN Turbo, a subsidiary company of MAN AG. Early on in his career he was in charge of developing gas centrifuges for uranium enrichment and renewable energy systems. In the following years his activity was mainly dedicated to working on developing components for the Ariane launcher, leading to close links with the French space industry. In 1986 Horst Rauck became a member of the executive board of MAN Technologie and from 1996 to 2002 he directed the company as CEO. In addition, he served several terms in the consultative committees of the German Aerospace Industries Association (BDLI) and the DLR. His commitment to space did not cease in recent years. He was very active as president of the Society of Friends of the DLR (DLR GvF), as a member of the International Academy of Astronautics (IAA) and finally in the Air and Space Academy.

His professional commitment to aerospace was recognised nationally and internationally in the form of orders of merit from the Federal Republic of Germany in 2000, the Russian Cosmonauts Administration (RKA) in 2001 and the French Republic (Knight of the Legion of Honour) in 2006.

Wolfgang Koschel

## Nos membres publient

### Si tu peux, vas-y !

Journal d'un pilote aventurier

Gérard Feldzer

Commandant de bord chez Air France, Gérard Feldzer en a fait son credo. Il a tout piloté : avions de ligne et avions de brousse pour des missions d'Aviation sans frontières, se lançant des paris impossibles, comme la traversée de l'océan Atlantique en ballon à pédales. Mais c'est surtout un homme d'une immense générosité qui a volé au secours des réfugiés en Somalie, développé le microcrédit à Madagascar, au Vietnam, au Niger... Dans ce livre sensible, truffé d'aventures rocambolesques, Gérard Feldzer raconte sa propre histoire : celle d'un pupille de la Nation qui, enfant, a décidé de vivre tous ses rêves.



### Bombardements 1944

Le Havre, Normandie, France, Europe

Directeurs éditoriaux : John Barzman, Corinne Bouillot, Andrew Knapp.

Presses universitaires de Rouen et du Havre, 488 pages, 2016, 25 €

La destruction du Havre, cas extrême mais nullement isolé des bombardements alliés sur la France, est analysée dans cet ouvrage collectif dans son contexte normand, français et européen, à travers l'exemple de différentes villes.



## Partenariat

### GIMONT

#### 12<sup>e</sup> Rencontres aéronautiques & spatiales

Du 30 septembre au 2 octobre

Gimont – France

Au programme de cette 12<sup>e</sup> édition, qui a pour thème la prévention et les secours aériens : conférences, animations, expositions...

[www.gimont-aero.com](http://www.gimont-aero.com)

### MEETING AÉRIEN

Des étoiles et des ailes

le 25 septembre

Aéroport Toulouse Franczal – France

L'association "des Étoiles et des Ailes", en partenariat avec SNC Lavalin et le Premier régiment de parachutistes de Cugnaux, organise son grand meeting aérien sur l'aéroport de Toulouse Franczal.

[www.desetoiletetesdesailes.com](http://www.desetoiletetesdesailes.com)

## Partnership

### HCI-AERO 2016

International Conference on Human-Computer Interaction in Aerospace

30<sup>th</sup> Anniversary

14-16 September

Paris – France

The purpose of HCI-Aero 2016 is to highlight research and advancements in the progressive shift from human-computer interaction (HCI) to human-systems integration (HSI).

[www.research.fit.edu/hci-aero/HCI-Aero2016/Home.html](http://www.research.fit.edu/hci-aero/HCI-Aero2016/Home.html)



## Publications

## Librairie

La liste des publications se trouve sur notre site internet. Un abonnement gratuit donne accès à certaines ressources, un abonnement annuel de 100 € ouvre l'accès à l'ensemble des publications, numérisées et imprimées.

### • La Lettre – Hors-série – "Hommage à André Turcat"

Bilingue français/anglais, 52 pages, 2016, 10 €

Les années aéronautiques / Actions humanistes / Les académies / Histoire de l'art / Théologie / Réflexions d'André Turcat / Témoignages

### • Présent et futur des drones civils,

Dossier n° 40 (co-édité avec la 3AF), 2015, 15 €

### • Comment faire jouer pleinement son rôle à l'Agence européenne de défense, Avis n° 6, 2015, 10 €

• Annales 2011-2014 – Tome I Travaux, 2015, 20 €

• Annales 2011-2014 – Tome II Communications, 2015, 20 €

### • Matériaux aéronautiques

d'aujourd'hui et de demain, Dossier n° 39 (co-édité avec la 3AF), 2014, 15 €

• Aviation de combat européenne, Avis n° 5, 2013, 10 €

• Comment volerons-nous en 2050 ?, Dossier n° 38, 2013, 15 €

• Traitement de situations imprévues en vol ; une amélioration de la sécurité aérienne, Dossier n° 37, 2013, 15 €

### Avis n° 7 / Opinion No. 7

#### Pour une conduite rigoureuse des Programmes de systèmes de défense en coopération européenne

Bilingue français/anglais, 28 pages, 2016, 10 €

L'Avis n° 7 rappelle quelques règles de gestion rigoureuses qui doivent être suivies dans la conduite de Programmes de systèmes de défense en coopération européenne. Elles concernent aussi bien les instances de direction du programme au niveau étatique qu'au niveau de la maîtrise d'œuvre industrielle.



### A robust management system for joint European defence programmes

The Opinion No. 7 recalls some strict management rules which must be followed for joint European defence systems programmes. They concern both the programme management authorities at government level and the industrial prime contractor.

## Bookshop

A list of publications can be found on our website. Free access is available for a number of online resources; an annual subscription of €100 opens access to all online and printed publications.

• The newsletter – Special issue – "Homage to André Turcat", 2016, €10

• Present and future of civilian drones, Dossier No. 40, 2015, €15

• Enabling the European Defence Agency to play its role to the fullest, Opinion No. 6, 2015, €10

• Aeronautical materials: today and tomorrow, Dossier No. 39, 2014, €15 (with 3AF)

• European Combat Aviation, Opinion No. 5, 2013, €10

• Flying in 2050, Dossier No. 38, 2013, €15

• Dealing with unforeseen situations in flight; Improving air safety, Dossier No. 37, 2013, €15

• What future for European aerospace industries?, Dossier No. 36, 2013, €15

• Air traffic and meteorology, Dossier No. 35, 2012, €15

• The Eruption of the Eyjafjöll volcano, Opinion No. 4, 2011, €10

• A Long-term strategy for European space launchers, Dossier No. 34, 2010, €15

## Académie de l'air et de l'espace

Tel.: +33 (0)5 34 25 03 80 - Fax: +33 (0)5 61 26 37 56

[publications@academie-air-espace.com](mailto:publications@academie-air-espace.com)

[www.academie-air-espace.com](http://www.academie-air-espace.com)

# 2016 Agenda de l'AAE AAE Calendar



## COMMENT UN AVION DE LIGNE PEUT-IL DISPARAÎTRE AUJOURD'HUI ?

Patrick GOUDOU

14/09 – 18:00

Faculté de droit et science politique, Bordeaux



## L'A380 : QUE DEVIENT L'AVION AMIRAL DES COMPAGNIES AÉRIENNES ?

Alain FLOURENS

27/09 – 18:00

Médiathèque José Cabanis, Toulouse



Forum

## AÉRONAUTIQUE, ATTIRER ET FORMER LES JEUNES

07/10

Direction générale de l'aviation civile, Paris



## HALF A CENTURY OF SPACE RESEARCH AT THE CENTRE SPATIAL DE LIÈGE

Pierre ROCHUS

12/10 – 12:30

Académie royale de Belgique, Bruxelles



## FLYING IN 2050?

Alain GARCIA

18/10 – 14:00

Airbus, Gebäude 49, Bremen



## DRONES ET SATELLITES AU SERVICE DE L'AGRICULTURE

Michel FEUGA

25/10 – 18:00

Médiathèque José Cabanis, Toulouse



Cycle de conférences • 10<sup>e</sup> anniversaire

## SÉCURITÉ ET SÛRETÉ EN AÉRONAUTIQUE

17/11 – 14:00

Palais de la découverte, Paris



## SCIENCE ET EXPLORATION DE MARS

Sylvestre MAURICE

29/11 – 18:00

Médiathèque José Cabanis, Toulouse



## LA POLITIQUE SPATIALE ET LES VOLS HABITÉS

Franco MALERBA

30/11 – 18:00

Faculté de droit et science politique, Bordeaux

## Séance solennelle

25 novembre, après-midi

Salle des Illustres, hôtel de ville, Toulouse

Cette séance publique est l'occasion de présenter le nouveau bureau de l'AAE, d'accueillir nos nouveaux membres, de remettre le Grand prix et les médailles, d'entendre le discours du maire de Toulouse (ou de son représentant) et de se retrouver autour d'un cocktail offert par la Mairie.



En fin d'après-midi, nous entendrons une conférence d'Yves Crozet, professeur d'économie à l'université de Lyon (Institut d'études politiques), membre du Laboratoire aménagement économie transports (LAET) et président du think-tank de l'URF (Union routière de France), sur :

**"Hyper-mobilité et transport aérien : logique et limites de la recherche de vitesse"**

## Solemn plenary session

25 November, afternoon

Salle des Illustres, City hall, Toulouse

This session provides an opportunity for AAE to present its new board of governors, welcome its new members, present the Great prize and medals, hear a speech from Toulouse's mayor or representative and enjoy a cocktail courtesy of the municipality..

At the end of the afternoon, a public lecture will be given in French by Yves Crozet, a lecturer in economics at Lyon University's Institut d'études politiques and president of the think-tank Union routière de France, on:

**"Hyper-mobility and air transport : logic and limits of the search for speed"**

[www.academie-air-espace.com](http://www.academie-air-espace.com)

## Lettre de l'Académie de l'air et de l'espace

Revue bimestrielle / Two-monthly magazine / ISSN 2275-3052

Rédaction / Editorial offices (ADMINISTRATION)

Académie de l'air et de l'espace

Ancien Observatoire de Jolimont, 1 av. Camille Flammarion – 31500 Toulouse

Tel. : 33 (0)5 34 25 03 80 - Fax : 33 (0)5 61 26 37 56

Email: [publications@academie-air-espace.com](mailto:publications@academie-air-espace.com) – Internet: [www.academie-air-espace.com](http://www.academie-air-espace.com)

DIRECTEUR DE LA PUBLICATION / EDITOR: Philippe Couillard. COMITÉ DE RÉDACTION / EDITORIAL TEAM: Jean-Claude Chaussonnet, Alain Garcia, Wolfgang Koschel, Anne-Marie Mainguy, Yves Marc, Jean-Paul Perrais, Michel Vedrenne, Martine Ségur, Lindsey Jones. MAQUETTE / LAYOUT: Arnaud Ribes, Rémy Fuentes - TRADUCTION / TRANSLATION: Lindsey Jones - RELECTURE / PROOF READING: Lucien Robineau, Hugh Dibley - IMPRESSION/PRINTING: Equinox, 26 rue de l'Europe, 31850 Montrabe. Les opinions exprimées dans ce document sont celles des auteurs, conformément à la liberté d'expression cultivée par notre académie. Elles n'engagent ni l'Académie ni ses organismes partenaires. The opinions expressed in this document are those of the authors, according to the Academy's policy of freedom of expression. They do not necessarily reflect the opinions of the Academy or its partners.