

# La Gazette

**Groupe  
Régional  
Midi-Pyrénées**

**N° 27**

**Mars - Juin  
2013**



**Midi-Pyrénées**

ISAE campus SUPAERO  
Résidence 2  
10, avenue Edouard Belin  
31400 Toulouse

Téléphone : 05 62 17 52 80  
Télécopie : 05 62 17 52 81  
Messagerie : aaafitlse@aol.com  
Site : www.3af-mp.fr

## Editorial

Bonjour,

Le 14 mai 2013, Airbus Opérations SAS a signé une convention de partenariat avec l'Association Aéronautique et Astronautique de France (3AF). Par ce partenariat, Airbus Operations SAS veut renforcer ses liens avec l'association notamment :

Sa participation dans les groupes techniques dans le domaine aéronautique (Exemple : aviation générale, aérodynamique, matériaux, ...)  
Augmenter sa participation dans l'association, notamment de ses jeunes Ingénieurs. Ceci leur permettra d'acquérir des compétences élargies dans des secteurs aéronautiques et astronautiques qui leur sont moins familiers.

Par signature de cette convention, Michel SCHELLER, Président de la 3AF, officialise une coopération existant de longue date entre la 3AF et Airbus et permet ainsi de préciser la nature, l'organisation et le contenu du partenariat,



afin de développer les actions qui permettront de dynamiser cette coopération et notamment avec le groupe régional Midi-Pyrénées. Ces actions ont pour objectif de diffuser la culture et le savoir aéronautique (avec rayonnement national et international) débouchant sur la mise en place de manifestations scientifiques et techniques.

Cette signature a également été l'occasion pour le Président SCHELLER de rencontrer Charles CHAMPION, Exécutif Vice Président Engineering d'Airbus, pour échanger sur les intérêts mutuels de ce partenariat et les futures actions qui en

découlent.

Jean-Pierre METIVIER  
Vice President Integration & Strategie  
Engineering Senior Site Representative



Jean-Pierre METIVIER et Michel Scheller

## Sommaire

- 1 Editorial
- 2 Formation : systèmes embarqués
- 3 Les nouvelles de l'Aéronautique
- 4 Le dirigeable du futur est prêt
- 7 EUROTOUR ISAE 2013
- 10 Musée d'aviation légère de la Montagne Noire
- 11 Les nouvelles de l'Astronautique
- 12 Histoire et perspectives des techniques d'atterrissage planétaire
- 13 Impact des rayonnements ionisants sur les missions d'exploration spatiale habitées
- 19 2012DA14, à la poursuite d'un astéroïde géocroiseur
- 22 TCHELIABINSK et le risque d'impact
- 26 Les revues de presse de Mathieu
- 30 Les hommes de l'air et de l'espace
- 31 Les temps sont difficiles ! ...
- 32 Programme des conférences 2013
- 33 ERTS<sup>2</sup> 2014
- 34 ETTC 2013

## Formation : systèmes embarqués

Avez-vous déjà suggéré «systèmes embarqués Toulouse formation» au grand Google ?

En ce mois de mai 2013, celui-ci m'a répondu en premier d'aller voir l'INP de Grenoble, ou sinon l'UPS ou le LAAS pour des formations en électronique embarquée.

Le CISEC (Club Inter-associations – 3AF, SEE, SIA – des Systèmes Embarqués Critiques) n'a pas l'intention de répondre à cet épiphénomène mais plutôt d'inscrire une formation durable dans le paysage toulousain.

Il s'agit de proposer aux étudiants un cycle de conférences (une dizaine) qui aborderont les systèmes embarqués dans différents domaines d'activité (aéronautique, espace, automobile et peut-être agricole et médical) et au travers de disciplines transverses (sûreté de fonctionnement, compatibilité électromagnétique, automatisme – drones, environnement normatif comparé et d'autres à décider).

Un premier galop d'essai a été effectué dans les locaux de l'ISAE SupAero en 2012. Bien que l'accès ait été ouvert au-delà de cette école, cette expérience nous a au moins montré la nécessité d'éviter les vacances et plus généralement le printemps si nous voulons une audience un peu fournie.

Cette deuxième campagne sera organisée avec l'école doctorale systèmes (EDSYS) pour l'année universitaire 2013-2014 et sera ouverte à tous.



Pascal Traverse, CISEC



**Groupe  
Régional  
Midi-Pyrénées**



**Les  
Nouvelles  
de  
l'Aéronautique**

## «Le dirigeable du futur est prêt»

Le nouveau type de dirigeable Christian de Pescara (brevet FR 02 02422 (14 revendications)) sera américain parce qu'un organisme français, dont je tairai le nom, n'a pas pris en charge en 2001 l'extension de mon brevet à d'autres pays. Qui l'eût cru, de la part d'un inventeur de 60 ans, en France, (ce n'est pas mon unique brevet) qui a été, par ailleurs, lauréat du Ministère de la Recherche français en 2001 ! Avec 2 fois 30 ans, aucune aide financière possible des instances régionales sauf l'admission en incubateur régional d'Aquitaine !

Quel plaisir pour moi que de trouver un article intitulé "Le dirigeable du futur est prêt" (cf. page 48 du n°1146 de mars 2013 de la revue « Science et Vie ») ! (Voir la photo jointe ci-contre (Crédit : Revue « Science et Vie »)).



Preuve, s'il en est, que mon brevet était crédible : en effet, la société californienne Aeros Corporation utilise un système interne auto-contrôlé de compression de l'hélium ! Lors du déchargement de charges du dirigeable, un système comprimé de l'air dans des ballasts est utilisé pour l'alourdir. C'est en souvenir du travail fait avec mon père Raoul de 1960 à 1965 que j'ai proposé la motorisation de mon dirigeable avec de nouveaux générateurs à pistons libres Pescara. Ce brevet devant être complété par d'autres solutions que j'aurais divulgué dans le cas d'extension du brevet.

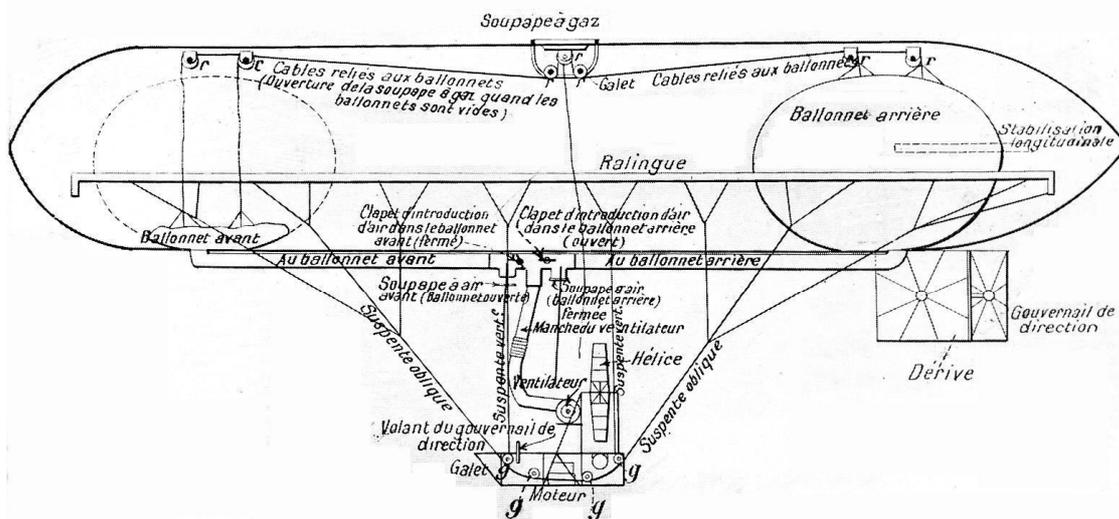
J'ai également proposé ce type de motorisation au projet de dirigeable gros porteur d'Aerospace Adour Technology dont j'ai été membre fondateur.

Ce projet est animé par Marc Sénépart, domicilié à Laloubère près de Tarbes, a été élaboré à partir de son association Force pour l'Innovation la Recherche Scientifique et Technique venue s'installer à Hélioparc à Pau que j'avais rejoint en 2000 pour créer AAT S.A.

Marc Sénépart, inventeur, était devenu un architecte aérien dont l'extension de son brevet à d'autres pays a été pris en charge par l'Institut Français du Pétrole.

Ce projet **FIRST/AAT** repose principalement sur l'innovation consistant à comprimer et à détendre directement les gaz entre ballasts et enceintes variables grâce au laçage des ballons par d'énormes câbles commandés par des treuils. Ce projet est principalement en concurrence avec le projet Allemand CARGOLIFTER (dépôt de bilan début juin 2002).

Le Projet FIRST/AAT propose la réalisation d'un dirigeable gros porteur de 250 tonnes de charge utile, de 300 m de long sur 75 m de haut. Il doit voler à une vitesse de 160 km/h de moyenne pour des parcours autonomes de 6000 à 10000 km à l'altitude de vol de 2000 m.



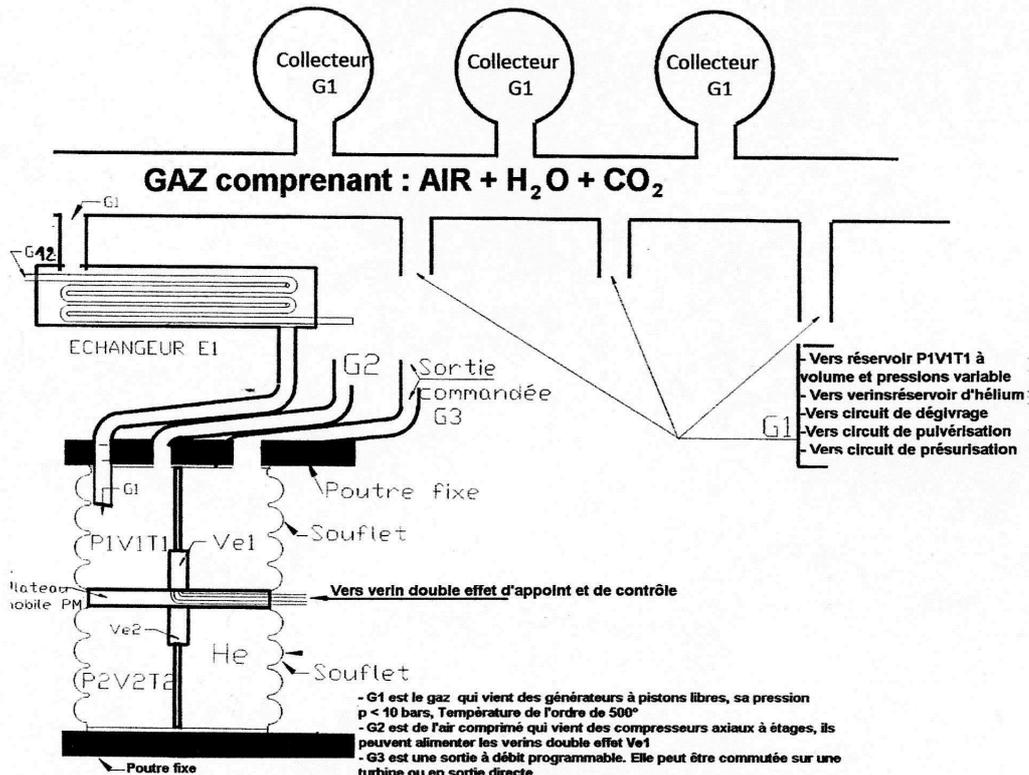
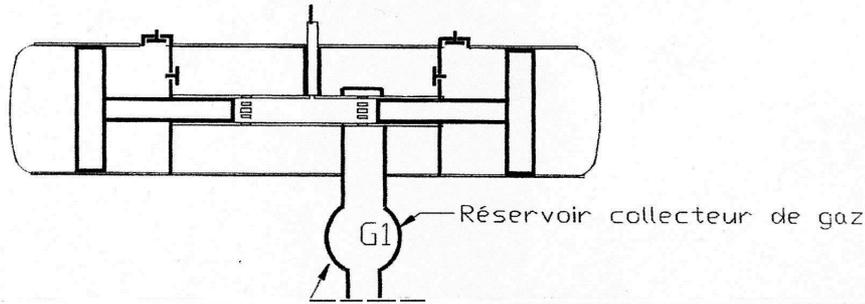
Le " Parseval " à deux ballonnets intérieurs

Mes recherches en matière d'antériorité me firent remarquer que sans doute le **Perceval** du début du siècle dernier permettait d'imaginer des variations de volume de ballons inclus dans le dirigeable.

Il est évident qu'il y a aura quelques différences entre les projets tenant compte de problèmes de sécurité, d'industrialisation et d'une motorisation particulière assurée par un générateur à pistons libres Pescara nouvelles techniques. En d'autre terme, dans mon projet, l'enveloppe extérieure ne sert que de protection de un à plusieurs modules commandés, par vérins ou compression ou décompression d'hélium ou de gaz propres (générateurs à pistons libres Pescara au gaz ) qui sont décrits dans mon brevet. Il est plus facile de piloter des compressions ou des décompressions avec des vérins (comme je le propose dans le schéma suivant qui a servi à déposer mon brevet) que de tendre ou de détendre des gros câbles animés par des treuils. L'annonce de la revue « Science et Vie » ne permet pas de savoir ce que les américains ont prévu pour faire fonctionner leur dirigeable. Mes propos montrent une fois de plus que la France pouvait redevenir pionnière dans les dirigeables.

L'évaluation du projet FIRST/AAT fut confiée à un spécialiste de l'ONERA qui n'eut pas l'occasion d'examiner mon brevet qui apportait d'autres solutions et qui aurait été complété par des additifs si j'avais été épaulé. Entre temps, le capital d'A.A.T., qui était de 250.000 francs, passa à 1 million d'euros (Kbis au tribunal de Commerce de Pau) grâce à l'évaluation par un commissaire aux apports du brevet de Marc Sénépart (400.000 euros) et de l'évaluation d'une stratégie de montage d'une plate-forme technique d'industriels majeurs en technologies nécessaires à l'élaboration du dirigeable ( facture de 250.000 euros) etc... C'est ainsi que nous rencontrâmes Air Liquide à Paris. Parallèlement, ayant rencontré le service en conseil juridique de l'I.F.P. à Ruel Malmaison pour la gestion du brevet de M. Sénépart et le début d'une nouvelle relation pour mon brevet « Nouveau type de dirigeable » estimé par le commissaire aux apports 250.000 euros. Le chef de service en conseil juridique de l'IFP. nous a déconseillé d'élaborer le capital d'une société naissante avec la propriété industrielle de Brevets. Suite à plusieurs réunions avec le sous-préfet de Pau chargé de la ré-industrialisation du bassin de Lacq et devant le peu de garantie, j'ai proposé une licence plutôt qu'un apport au capital, trouvant exagéré son évaluation, comme mes conseillers (ancien de SOFREA et mon avocat), cette évaluation faite surtout pour avoir une présentation surfaite (comme le démontre l'avancement en 2013 de ce projet qui n'a pas vu la création de la plate-forme industrielle). Aujourd'hui AAT, dont le PdG est devenu M. Sénépart, est installée Avenue du Docteur Doucet, 32290 Aignan.

# GENERATEUR à PISTONS LIBRES PESCARA



Fonctionnement: P1V1T1 reçoit du gaz G1 qui a traversé un échangeur pour diminuer suffisamment sa température qu'il doit supporter. le réservoir P1V1T1 à soufflet peut agir sur le déplacement du plateau mobile PM qui agit à son tour sur la capacité de P2V2T2 permettant de comprimer par exemple l'hélium qui pourra agir comme un ressort. Ve1 et Ve2 agiront en contre réaction ou en accord.  
Du point de vue aérostique P1V1T1 peut être en dépression ou en équilibre avec l'extérieur. Le contrôle de G1 et de G2 en relation avec Ve1 Ve2 permet de fixer la capacité, la pression, donc le poids embarqués.

Préparation du brevet "Nouveau type de dirigeable" motorisé par un générateur à pistons libres Pescara;

Schéma modifié en deux parties le 19/03/2011.

Bureau privé Pateras-Pescara

Nouveau type de dirigeable

schéma 1

Stabilisateur variateur de poids

Schéma dessiné le 20/09/2000 par C. de Pescara

Nota : Mes chiffres concernant les évaluations des brevets sont disponibles au tribunal de commerce de Pau qui a enregistré pour l'augmentation de capital d'A.A.T. de « deux cent cinquante mille francs » (légal pour une S.A. période en francs) a un million d'euros, les estimations du commissaire aux apports ( factures, brevets )

## EUROTOUR ISAE 2013

Manon Courbière  
Photos : Manon Courbière et Paul Richier

Paul, Benjamin et moi sommes tous trois étudiants à l'ISAE. Pilotes privés ou encore en formation pour Benjamin, nous avons la passion des choses qui volent. Au-delà du DR400, Paul et moi apprécions le vol silencieux des planeurs et leur jeu avec l'ascendance, pratiqué à Graulhet et à Nogaro dans le cadre des activités aériennes ISAE. Quand à Benjamin, c'est depuis un plus gros avion, Cessna Caravan ou PC6, qu'il s'élance régulièrement le week-end au-dessus des contreforts ariégeois.

Si l'Eurotour ISAE a un peu d'histoire, c'est seulement la quatrième année qu'il s'incarne dans sa forme actuelle. Auparavant, trois étudiants partaient déjà aux Etats-Unis, accompagnés de l'instructeur et chargé des opérations aériennes ISAE Daniel Vacher, louaient un avion sur place et s'en allaient dans les universités locales pour présenter la formation Supaéro. Désormais, l'Ensica s'est jointe à l'événement et l'évolution des choses a fait que nous nous contentons de l'Europe (la variété des paysages y étant suffisante pour nous contenter largement !). Le TB20 du Centre Aéronautique et Spatial de l'école, équipé d'une installation de mesure, est maintenant utilisé.



*Installation à bord du TB20*

Après nous être associés pour prendre la suite de Jonathan, Jean-Baptiste et Alexandre, partis l'année dernière, nous avons rapidement commencé à travailler sur la préparation du projet. En juin 2012, nous commençons déjà à tracer des plans de vol reliant les universités partenaires de notre école. Notre choix s'est rapidement tourné vers l'Italie, la Suisse et l'Allemagne, intéressantes par leur proximité de la France. Quelques hésitations au sujet de l'Espagne et de la République Tchèque, qui ont finalement été stoppées par la direction de l'international de l'ISAE et par nos impératifs financiers. C'est décidé, nous partions à Politecnico di Milano, TU Munich et enfin l'EPFL Lausanne.

Mais nous n'en étions qu'au début de la préparation. Restaient les contacts à effectuer, les plans de vol à dessiner (en repérant les aéroports proches des universités et limitant toutefois leurs taxes), la documentation à préparer, et surtout le budget à rassembler ! L'ISAE soutient habituellement le projet d'une manière assez conséquente, par la mise à disposition de l'avion TB20 utilisé et de l'instructeur Daniel Vacher, mais aussi par un apport couvrant approximativement les frais d'essence et les taxes d'aéroport. Les autres frais logistiques (hôtel, repas, transport aéroport/université/hôtel) restent à notre charge pour environ 1200€ au total sur le trajet sélectionné. Pour les couvrir, nous avons notamment sollicité l'aide de 3AF qui nous a répondu favorablement et a contribué au financement du voyage.



*Paul, Benjamin et Manon devant le TB20 F-GSAO*

Peu à peu le voyage a pris forme dans ses moindres détails, de réunion en réunion, d'appels téléphoniques en e-mails. Deux semaines avant le départ, donné pour le dimanche 21 avril, nous avons commencé notre préparation en termes de pilotage en nous appropriant l'avion TB20 et en passant le FCL055, sésame donnant le droit de parler anglais à la radio. Déjà accompagnés de Daniel Vacher, nous avons chacun effectué deux vols de maniabilité sur le TB20 pour découvrir les subtilités de son calage variable et de son train rentrant. Au sol, nous avons également découvert son GPS, fort pratique pour libérer en vol son attention de la navigation et profiter du paysage !

Cette préparation fut aussi l'occasion de tester notre expérience de facteurs humains, réalisée pour le compte du Centre Aéronautique et Spatial de l'ISAE. En effet, afin de rentabiliser au maximum notre Eurotour, nous avons décidé pour Benjamin et moi de l'associer à notre projet obligatoire de deuxième année. Nous allions réaliser pendant l'intégralité des vols des mesures d'électrocardiogramme sur le pilote, analysées par la suite pour relier la fréquence cardiaque à la charge de travail en fonction des phases de vol. Pour nous éviter de mauvaises surprises, nous avons donc utilisé nos deux vols d'entraînement pour « répéter » cette expérience.

Enfin, la période juste avant notre départ nous a également permis de contacter des journalistes qui ont couvert cet événement. Ainsi France 3 Toulouse, France Bleu et Sud Radio ont-ils réalisé un sujet sur notre Eurotour. Du côté des médias écrits, nous pouvons citer essentiellement la Dépêche du Midi et 20 Minutes, mais aussi de nombreux sites internet spécialisés.

Dimanche 21 avril, c'est finalement le grand départ. Tout est prêt, le stress est un peu présent, car nous avons été prévenus : il y aura de l'imprévu. Notre objectif est de nous poser ce soir à Milan. A cause de nuages bas que l'on voit déjà se profiler sur les cartes météo, nous n'atteindrons jamais le petit aérodrome de Bresso, situé non loin de l'université où nous nous rendons. Mais nous ne le savons pas encore... Une fois tout le matériel installé à bord de l'avion, et un dernier bilan masse et centrage effectué (car nous décollons à la masse max pour profiter de la plus grande autonomie possible), il est l'heure de partir. Je pilote sur le premier segment qui nous amènera de Lasbordes à Montpellier-Candillargues.

Comme nous rencontrons déjà des nuages et qu'il nous faut passer les reliefs de la Montagne Noire et les contreforts du Massif Central, je passe on top. Le GPS m'aide bien à retrouver ma route au-dessus du coton. A Montpellier, nous changeons de pilote, et c'est Paul qui se met aux commandes. Nous demandons un transit côtier, qui nous fait découvrir les nombreuses stations et petites villes en bord de mer. A Cuers, un nouveau changement, après une petite incursion dans les terres. C'est enfin la frontière italienne qui arrive, et avec elle le passage de la radio en anglais. Une grande inspiration, et ça passe pour Benjamin, qui demande avec succès la poursuite du transit. Ce n'était pas bien méchant... Notre problème majeur est maintenant la dégradation progressive de la météo, qui va nous empêcher de passer les petits reliefs nous séparant de la plaine du Pô. Après quelques tentatives, nous nous apercevons que cela ne passera pas, et nous résignons à nous poser à Albenga, une petite ville côtière, où nous passerons la nuit.

Le lendemain, rendez-vous est donné tôt à l'aéroport pour maximiser nos chances d'atteindre Milan en début d'après-midi pour y donner une conférence. La météo ne s'est guère améliorée et nous devons nous contenter d'un saut de puce en avion au-dessus de la mer jusqu'à Gênes.

Nous y sommes entourés de gros-porteurs ! Ne pouvant poursuivre le vol vers Milan, nous louons une voiture à l'aéroport. Nous recevrons finalement un très bon accueil à Politecnico di Milano et rencontrerons des étudiants très intéressés par les échanges avec l'ISAE. Nous profitons de la soirée pour découvrir la ville et les spécialités culinaires locales !

Mardi matin, il nous faut revenir à Gênes pour rendre la voiture et retrouver notre TB20. La météo s'est bien améliorée mais elle ne permet pas le passage des Alpes. Notre escale à Munich est définitivement compromise. Après nous être délestés du prix non négligeable des taxes d'aéroport, nous mettons le cap vers la France et plus précisément Carpentras. Cette fois-ci, c'est à moi de découvrir les joies de la radio en anglais ! Le vol se déroule sans encombre. A Carpentras, Paul passe aux commandes, et il profite de son vol vers Annecy pour longer le massif du Vercors et aller titiller les sommets environnants. Nous passons la nuit à Annecy.



*St-Tropez, le long du transit côtier*



*Nuages et montagnes sur le vol Carpentras - Annecy*

L'escale de Munich ayant été annulée, nous avons pu avancer notre conférence à l'EPFL de Lausanne au mercredi. Nous décollons d'Annecy dans la matinée et en profitons pour faire un détour dans la vallée de Sallanches, d'où nous aurons une belle vue sur le Mont Blanc. Le vol est fantastique. Il se termine en apothéose par l'arrivée sur le lac Léman, au-dessus duquel nous réalisons un grand plongeon qui nous fera perdre les 10 000 pieds nous séparant du terrain de Lausanne. Une fois posés, nous nous rendons à l'université polytechnique de Lausanne au sein de laquelle un très bon accueil nous est fait également.

Malheureusement le lendemain, il est déjà temps de rentrer. Nous décollons à la fraîche de Lausanne (pour bénéficier des meilleures performances moteur, la piste étant assez courte), et mettons le cap vers Saint Etienne. Après un ravitaillement rapide à Saint Etienne, nous reprenons la route vers Lasbordes où nous arrivons en fin de matinée. Au total, nous aurons parcouru pendant cet Eurotour plus de 2000km, et effectué 12h de vol découpées en 9 segments. Nous aurons présenté l'ISAE dans deux universités et reçu un accueil chaleureux dans l'une comme dans l'autre. Nous aurons également rassemblé 12h d'enregistrements d'électrocardiogramme, point très positif pour le succès de notre expérience de facteurs humains. Mieux encore, nous revenons avec des souvenirs plein la tête et l'envie de repartir très vite, via nos aéroclubs, et pourquoi pas tous les trois ?

Nous remercions l'ISAE et nos sponsors 3AF et Société Générale, ainsi que notre instructeur Daniel Vacher, pour nous avoir permis de mener à bien ce très beau projet.



*Et encore des montagnes !*

## Musée d'aviation légère de la Montagne Noire

Visite du Groupe de travail Patrimoine le 26 avril 2013

Guy Destarac  
Photos : Jean-Michel Duc



Le groupe de 11 personnes s'est retrouvé à l'Hôtellerie du Lac à Saint Ferréol pour un déjeuner très convivial. Ce petit monde a rejoint ensuite le musée, sous une météo maussade.

Le terrain de la Montagne noire, ayant hébergé des activités vol à voiles des années 1930 à nos jours, on retrouve là des matériels représentatifs de cette activité depuis ses tous débuts.

Nous avons été accueillis par les membres de l'A.P.P.A.R.A.T (Association pour la Préservation du Patrimoine Aéronautique et la Restauration d'Avions Typiques), en particulier, MM. Bernard Gabolde, Jean-Paul Lopez et Claude Andrieu.

La visite s'est déroulée en deux parties : les matériels (avions et planeurs) dans le hangar, une exposition et une vidéo dans les locaux de l'ancienne cantine.

Nos guides passionnés, nous ont fait parcourir plus de cent ans de l'histoire de l'aviation légère régionale à partir des expérimentations de Clément Ader dans le Lauragais avec le planeur oiseau.

Parmi les nombreuses machines présentées, nous avons pu voir le Nord 2000 qui a gagné la médaille de bronze au « Wenlock Olympian Gliding » organisé en parallèle des derniers jeux olympiques de Londres. (Voir photo ci-contre)

En conclusion, une visite très intéressante de ce petit musée, animé par un groupe de volontaires méritants qui, avec peu de moyens maintiennent la flamme de l'aviation populaire dans ce lieu mythique. Le seul problème que nous avons eu a été avec la météo, car, si la pluie nous a accueilli, c'est le brouillard qui nous a accompagné au retour.



# La Gazette

Groupe  
Régional  
Midi-Pyrénées



# Les Nouvelles de l'Astronautique

## «Histoire et perspectives des techniques d'atterrissage planétaire», encore une belle soirée de partenariat 3AF MP - Cité de l'espace

Pierre Bousquet

La dernière conférence d'astronautique organisée par la 3AF le mercredi 22 mai dernier a – une fois de plus – rencontré un grand succès. Une centaine de personnes se sont déplacées pour écouter Grégory Jonniaux nous livrer un exposé très complet sur les techniques d'atterrissage extra-terrestres. Gregory est ingénieur d'études sur le site d'As-trium à Toulouse, où il est en charge du développement de technologies innovantes pour les atterrisseurs des futures missions vers les corps du système solaire (en particulier la Lune, Mars et les astéroïdes). Son métier le porte donc vers le futur et la prospective, mais il nous a fait partager au cours de sa conférence sa passion pour l'histoire des missions planétaires, en illustrant son propos par des anecdotes peu connues par les non spécialistes.



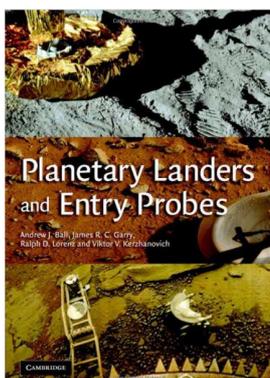
Après une présentation très didactique des principes fondamentaux mis en œuvre pour les atterrissages robotiques, nous avons passé en revue les grandes premières sur les corps les plus accessibles à travers les missions Luna 9,

Venera 4 et Mars 3, ainsi que les réussites sur des objets plus lointains (Titan, lune de Saturne, et astéroïdes). Le propos était constamment illustré par des images d'archives particulièrement bien choisies, qui ont mis en évidence la complexité des techniques mises en œuvre. Ce point de vue, d'ingénieur était très complémentaire des trois conférences martiennes à caractère scientifique auxquelles nous avons pu assister à la Cité de l'Espace ces 6 derniers mois (Sylvestre Maurice, Jean-Pierre Bibring et Philippe Lognonné).

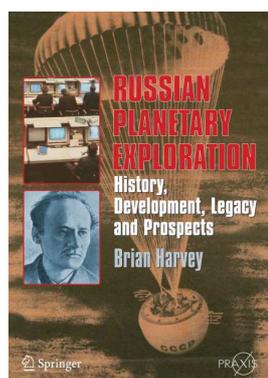
La conférence a été prolongée par une discussion avec un public visiblement averti. La sonde Rosetta qui atteindra sa comète cible en août 2014 est revenue plusieurs fois dans le questionnement. Le temps imparti à tout juste permis à Gregory Jonniaux de nous mettre en appétit en évoquant quelques technologies qui pourraient être mises en œuvre dans le futur. La tentation est grande de le faire revenir pour une conférence entière sur les atterrissages de demain !

Pour ceux qui n'ont pas pu se rendre à cette conférence, elle est disponible en intégralité depuis la page facebook de notre partenaire, la cité de l'Espace par : <https://fr-fr.facebook.com/cite.espace.toulouse>

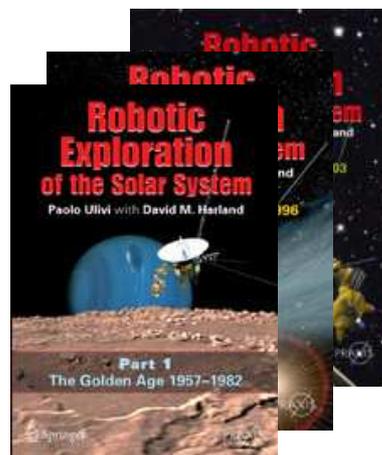
Par ailleurs, le conférencier a recommandé à ceux qui souhaiteraient approfondir ces sujets la lecture de plusieurs ouvrages que je livre à votre attention ci-dessous.



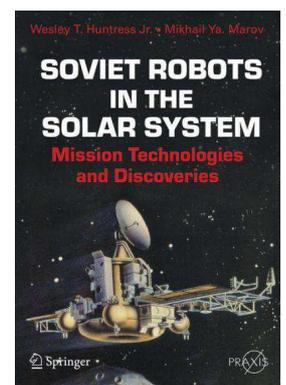
A.Ball & al (Cambridge)



B.Harvey (Springer)



P.Ulivi & D.Harland (Springer)



W.Huntress & M.Marov (Springer)

## Impact des rayonnements ionisants sur les missions d'exploration spatiale habitées

Marc Rieugnié, EOS

Les rayonnements ionisants sont omniprésents dans l'environnement spatial. L'atmosphère terrestre nous en protège presque totalement au niveau de la mer. Si le champ magnétique terrestre assure aussi une certaine protection en orbite basse, il n'en est pas de même à grande distance de la Terre, et les astronautes en mission d'exploration y seront donc exposés. C'est pourquoi il est important d'évaluer le risque qu'ils peuvent représenter, dans le contexte de missions futures d'exploration humaine.

### SOURCES DES RAYONNEMENTS IONISANTS

Il y a quatre sources principales de rayonnements ionisants dans le système solaire :

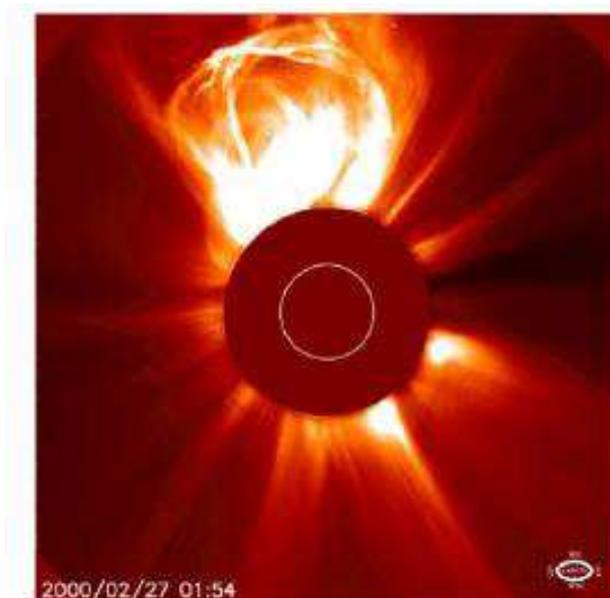
Le vent solaire, émis en permanence par le soleil, constitué principalement d'électrons et de protons avec une énergie de l'ordre du keV.

Les événements énergétiques transitoires solaires, éruptions solaires ou plus exactement éjections de masse coronale. Ces événements, d'une durée de quelques heures à quelques jours, génèrent une quantité considérable de protons et de noyaux d'atomes plus lourds, avec des énergies de l'ordre du MeV et jusqu'à plusieurs dizaines de MeV.

Les rayons cosmiques anormaux, constitués d'atomes ionisés une seule fois, sont des atomes neutres ionisés par les autres sources et accélérés par le champ magnétique solaire. Leur énergie caractéristique est de l'ordre de 100 MeV.

Les rayons cosmiques galactiques, constitués de noyaux d'atomes avec les abondances normales dans l'univers, produits par des événements extrêmement énergétiques en dehors du système solaire. Leur énergie caractéristique est de l'ordre du GeV.

Les sources de rayonnements ionisants les plus importantes sont les rayons cosmiques galactiques (GCR) et les protons de haute énergie issus d'événements solaires transitoires. En effet, d'une part le flux de rayons cosmiques anormaux est faible devant celui de rayons cosmiques galactiques d'énergie individuelle plus élevée, et d'autre part il est facile de se protéger du vent solaire constitué de particules de faible énergie.



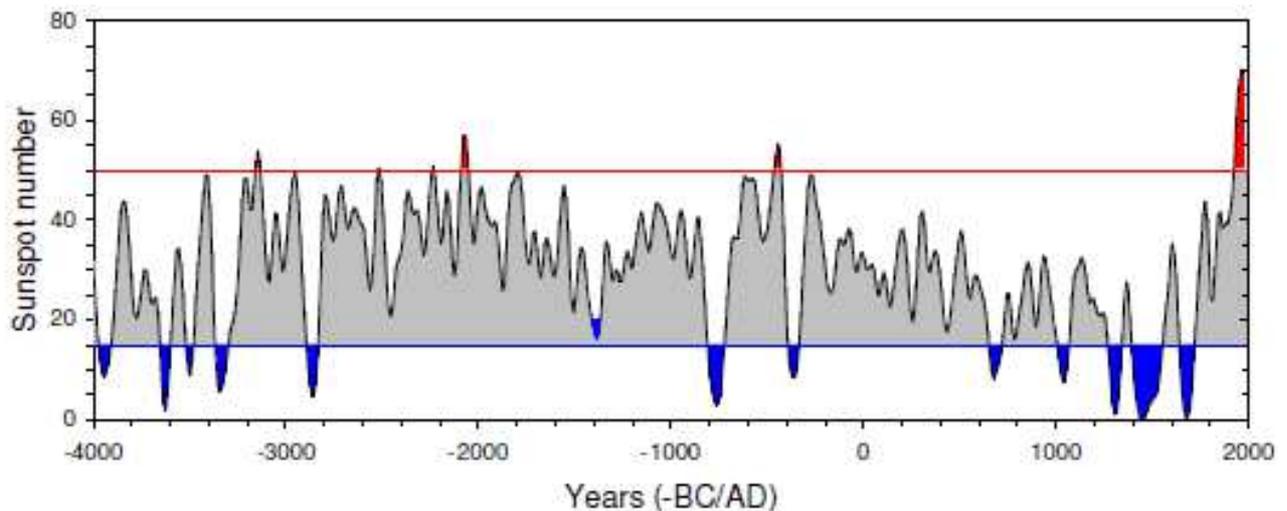
Exemple de CME (SOHO) [10]

Toutes ces sources de rayonnements sont variables en fonction de l'activité magnétique solaire. Celle-ci est variable à toutes les échelles de temps. Elle a son origine dans les courants de plasma à l'intérieur du soleil, qui produisent diverses manifestations externes : champ magnétique global, taches, boucles magnétiques, éruptions, éjections de masse coronale. Tous ces phénomènes sont liés au moins statistiquement.

Les événements énergétiques solaires sont liés aux éjections de masse coronales (CME) produites par une restructuration des lignes de champ magnétique solaire. Celles-ci accompagnent souvent les éruptions solaires observables dans le domaine des rayons X. Bien qu'on connaisse des précurseurs des CME, on ne sait pas prévoir précisément quand elles vont se produire. On ne sait pas non plus prévoir quel va être le flux de particules de haute énergie reçu au niveau de la Terre d'après l'observation de la CME et/ou de l'éruption au voisinage du soleil à mieux qu'un ordre de grandeur près.

La fréquence des événements transitoires solaires suit le cycle d'activité solaire de 11 ans en moyenne, dont les taches solaires sont la manifestation la plus visible, qui est lui-même modulé à plus long terme. On ne sait pas la prévoir à une échéance supérieure à deux ans dans le meilleur des cas.

Ce cycle détermine aussi l'intensité du champ magnétique solaire global. Celui-ci limite le flux de GCR dans le système solaire interne. Le flux de GCR est donc plus faible quand l'activité solaire et la probabilité de CME sont plus grandes. Les cinquante dernières années ont été marquées par une activité solaire particulièrement intense par rapport à son niveau des deux mille dernières années, déterminé à l'aide de marqueurs isotopiques sur la Terre. On peut donc s'attendre à une fin prochaine de cette période et à une augmentation du flux de GCR dans les prochaines décennies, jusqu'à 50% ou plus. Les événements énergétiques solaires pourraient devenir plus rares, mais plus puissants selon certains modèles.



Variations d'activité solaire depuis 6000 ans [1]

Les sources de rayonnements ionisants sont donc variables à toutes les échelles de temps, et nos moyens de prévision sont aujourd'hui très limités. La prévision des événements solaires à court terme (effets d'une CME observée, mécanisme de déclenchement de la CME) et à long terme (niveau d'activité solaire) doit faire l'objet d'un programme de recherche soutenu, d'autant plus que les effets potentiels dépassent le seul domaine spatial.

### EFFETS DES RAYONNEMENTS ET DOSES RECUES

Ces rayonnements ionisants ont des effets sur la matière vivante et aussi sur la structure des matériaux. Les matériaux des systèmes électroniques, contrôlés à très petite échelle, sont particulièrement vulnérables. Ces effets sont maintenant bien connus. On peut distinguer des effets de dégradation à long terme et des effets immédiats des impacts de particules de très haute énergie. Les effets à long terme sur l'électronique sont négligeables devant les effets sur l'homme : dans un vaisseau spatial, l'équipage mourra bien avant les composants électroniques ! Par contre l'architecture des systèmes doit tenir compte des impacts de particules à très haute énergie, pouvant mettre instantanément hors d'usage des composants discrets, pour garantir la sécurité des astronautes.

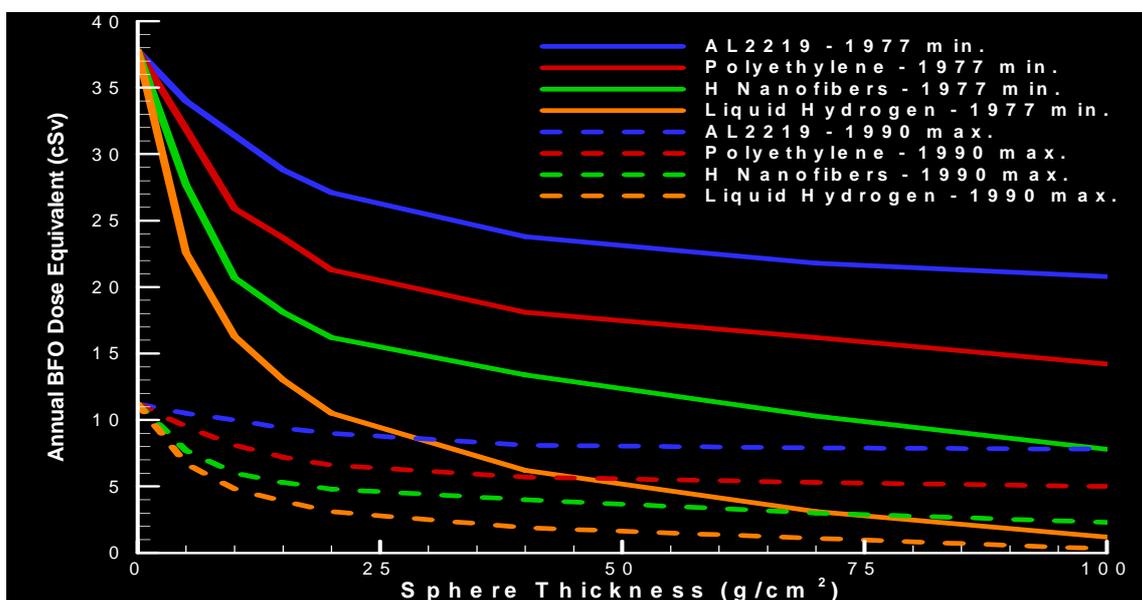
Les effets des rayonnements ionisants sur l'homme sont de deux ordres : des effets dus à l'accumulation à long terme de doses faibles, amenant à augmenter les risques de cancer, de maladies cardiovasculaires et de troubles neurologiques, et des effets dus à des doses élevées reçues en un temps court, amenant à court terme stérilité, vomissements, brûlures, atteintes immunitaires. Les effets des ions lourds de très haute énergie des GCR sont encore très discutés : les incertitudes sur leur impact à long terme sont grandes. Les effets possibles, outre le risque de cancer avec des mécanismes de déclenchement peut-être différents de ceux liés aux rayonnements de plus faible énergie, sont des problèmes cardiaques ou neurologiques à long terme. D'autre part, le cristallin est affecté par les impacts d'ions lourds, entraînant un risque élevé de cataracte à moyen terme. La recherche sur ces sujets doit se poursuivre, à bord de l'ISS et par des expériences au sol.

Les orbites basses bénéficient de la protection du champ magnétique terrestre. Toutefois les astronautes, hors du bouclier atmosphérique, y sont exposés à des doses de rayonnements non-négligeables. Des limites ont été définies pour l'exposition chronique sur l'ensemble de la carrière d'un astronaute, due principalement aux rayons cosmiques, et pour les expositions à court terme dues aux événements solaires. Le principe est toujours de limiter l'exposition au plus bas niveau raisonnablement possible (ALARA). Les approches sont différentes entre la NASA et les autres agences spatiales, mais aboutissent à des doses limites similaires. Les limites données par la plupart des agences sont basées sur les recommandations de l'ICRP (International Commission on Radiological Protection). On arrive ainsi à une exposition maximale à long terme de 1000 mSv sur une carrière d'astronaute. La NASA utilise une approche amenant à une limite à long terme variable selon l'âge et le sexe (croissante avec l'âge, inférieure pour les femmes). On va ainsi de 370 mSv (femme, 25 ans) à 1470 mSv (homme, 55 ans). Il s'agit de limiter à une augmentation de risque de mourir d'un cancer de 3% quel que soit l'individu. Aucun astronaute n'a approché les limites définies par les diverses agences spatiales à ce jour, la dose reçue au cours d'une mission type de l'ISS étant d'environ 70 mSv. Pour comparaison, la limite acceptable d'exposition à la radioactivité artificielle (hors médecine) du public en France est fixée à 1 mSv/an et la dose effectivement reçue, très majoritairement due à l'irradiation naturelle et médicale, est d'environ 4 mSv/an.

Les chiffres ci-dessus se rapportent aux missions en orbite basse. On n'a pas défini de dose acceptable pour les missions d'exploration. Hors de la magnétosphère terrestre, le débit de dose dû aux GCR est plus de quatre fois supérieur à celui de l'orbite basse. D'autre part, les missions d'exploration au-delà de l'orbite lunaire seront nécessairement longues, ce qui amène à se poser la question des moyens de protection contre les rayonnements ionisants.

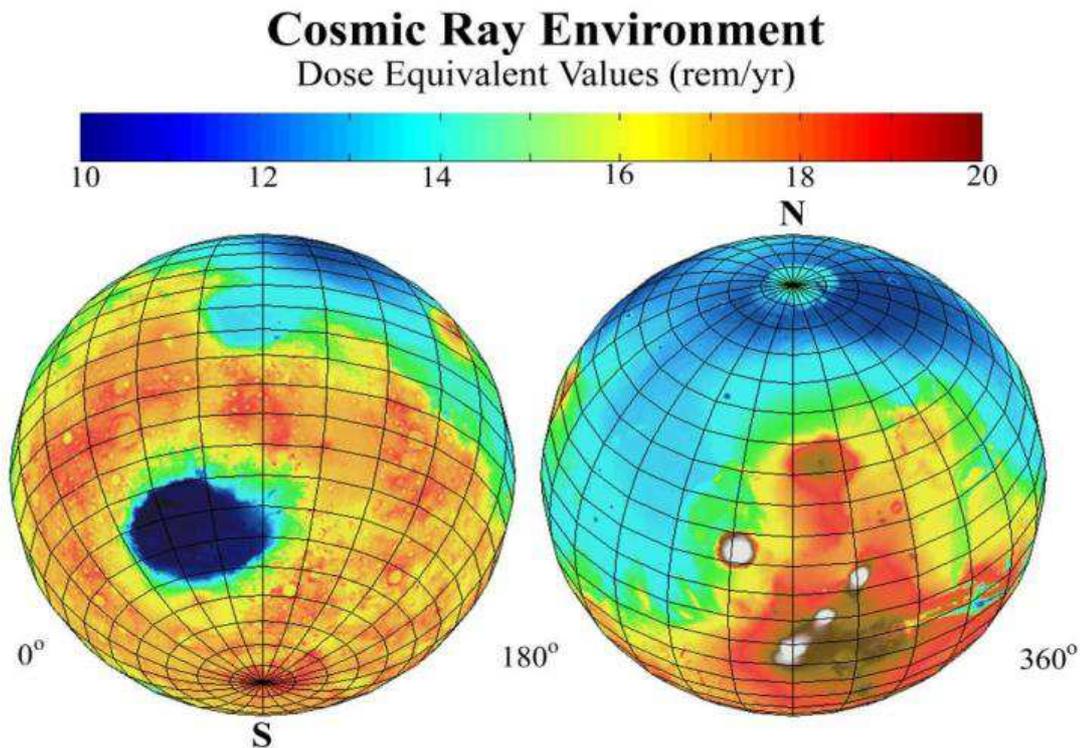
### COMMENT S'EN PROTEGER ?

Le seul moyen permettant de se protéger aujourd'hui contre les rayonnements de haute énergie est un blindage, qu'il soit dédié ou conçu par une architecture astucieuse des composants existants. Le blindage doit être constitué si possible de matériaux de faible numéro atomique (forte proportion d'hydrogène) pour limiter les rayonnements secondaires dus aux impacts des particules sur les atomes du blindage. En effet, un matériau constitué d'éléments lourds, s'il est soumis à un rayonnement ionisant de haute énergie (au-delà du MeV), va générer un rayonnement secondaire constitué des débris de noyaux soumis aux impacts, qui peut se révéler plus nocif que le rayonnement incident. Le polyéthylène est particulièrement efficace, de même que l'eau. S'il est possible de se protéger efficacement des CME avec des épaisseurs cumulées raisonnables, de l'ordre de 10cm, les mêmes épaisseurs n'atténuent les GCR de plus haute énergie moyenne que de 20% environ.



Atténuation des doses dues aux GCR à la surface lunaire par divers matériaux [23]

A la surface d'une planète, la situation est plus favorable car on peut tenir compte de l'effet de l'atmosphère éventuelle, mais aussi de l'écran constitué par la masse de la planète sur la moitié de la sphère céleste. L'atmosphère martienne assure une certaine protection contre les GCR, qui sera mieux évaluée à la suite des mesures de l'instrument RAD sur Curiosity. A la surface d'une planète, il serait aussi possible d'utiliser les matériaux du sol pour constituer une protection : une couche de l'ordre du mètre assure une protection équivalente à celle des couches atmosphériques terrestres au-dessus de la troposphère. Des expériences de l'ESA sont en cours pour améliorer notre connaissance des capacités de blindage des matériaux artificiels ou naturels.



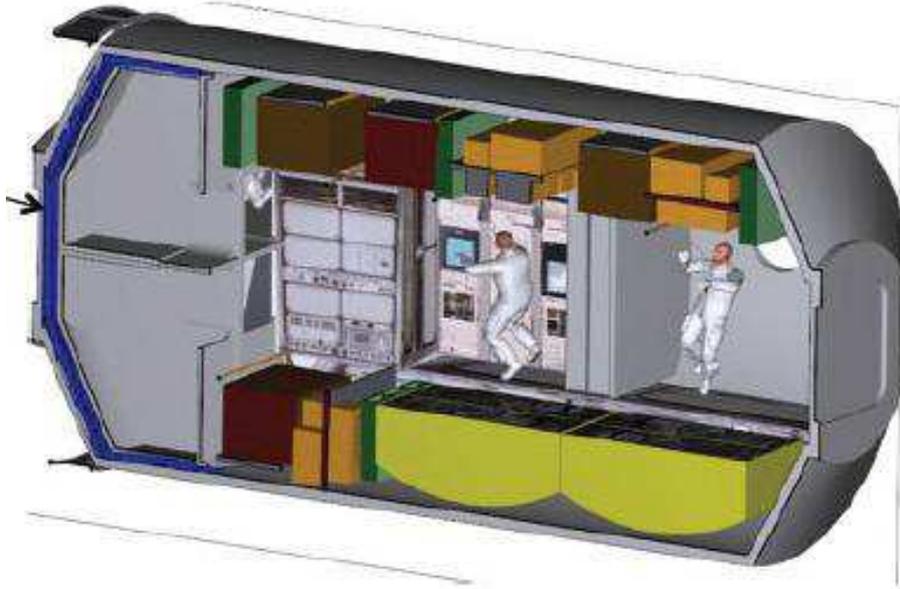
Doses reçues à la surface martienne – Expérience MARIE/Mars Odyssey (2002, proche d'un maximum solaire)  
image NASA/JPL/JSC

### CONSEQUENCES POUR LES MISSIONS D'EXPLORATION

Une fois posé le problème des rayonnements ionisants, quelles sont les conséquences pour les missions d'exploration habituellement évoquées ?

Le risque des missions lunaires courtes est lié aux événements solaires : les doses cumulées dues aux GCR sont bien en dessous des limites acceptées aujourd'hui en orbite basse, comme l'ont montré les missions Apollo. Les doses reçues étaient de l'ordre de 12 mSv par mission. Les événements solaires mettant en danger la vie des astronautes sont rares sur une mission de l'ordre de la semaine, ce qui a conduit à considérer ce risque comme inférieur aux autres risques de la mission et donc à le négliger dans les spécifications initiales de l'architecture Constellation de la NASA. Cependant le MPCV/Orion a pu être conçu pour assurer une bonne protection sans grever le devis de masse. Noter que les neuf missions Apollo vers la Lune n'ont pas connu d'événement solaire important.

Les missions longues (plus de six mois) hors de la magnétosphère terrestre sont des missions à risque d'un point de vue radiologique. Les événements solaires deviennent aussi un risque sérieux pour la vie des astronautes du fait de l'allongement des missions, rendant nécessaire un abri blindé et des moyens d'alerte. Moyennant ces précautions, les risques des rayonnements ionisants à court terme peuvent être maîtrisés. Par contre, on ne sait pas se protéger efficacement contre les GCR qui déterminent le risque à long terme. Le risque de mourir d'un cancer serait augmenté de plusieurs % pour les participants à ces missions. En conséquence, dans l'hypothèse d'une station spatiale au point de Lagrange L2 du système Terre-Lune, souvent avancée aujourd'hui comme étape suivante de l'exploration, celle-ci devrait être visitée plutôt qu'occupée en permanence, à moins de pouvoir assurer une rotation des équipages plus rapide que sur l'ISS.



Deep Space Habitat (avant-projet NASA) : protection par réservoir d'eau [32]

En ce qui concerne les missions à plus grande distance, le problème de la protection contre les événements solaires se pose de manière différente d'une mission lunaire. Alors que l'alerte peut être assurée par les moyens destinés à la Terre pour une mission lunaire (satellites d'observation solaire en orbite terrestre ou au point de Lagrange Terre-soleil L1), ce n'est plus possible pour des missions lointaines. Elles doivent donc disposer de leur propre moyen d'alerte, ou se reposer sur un réseau d'observation solaire couvrant la totalité du soleil et plus seulement l'axe soleil-Terre. Les quantités de provisions emportées pour la mission, constituées d'eau et de matières à forte teneur en eau, facilitent la constitution d'un blindage efficace contre les rayonnements de haute énergie. Avec un bon agencement interne du vaisseau, on peut ainsi créer un réduit bien protégé contre les événements solaires.

Les missions minimales vers un astéroïde proche amènent à des doses de 200 à 500 mSv, dues principalement aux GCR, ce qui approche la limite à long terme en orbite basse donnée par la NASA pour certaines personnes. Pour une mission vers Mars, qui est aujourd'hui le but ultime de l'exploration spatiale, la dose reçue cumulée serait de l'ordre de 800 à 1000 mSv, donc proche de la limite donnée aujourd'hui pour une carrière d'astronaute, quelle que soit l'agence ou la personne concernée. Ces valeurs sont applicables quel que soit le phasage de la mission par rapport au cycle d'activité solaire : le risque d'événement énergétique solaire et d'exposition résiduelle qui lui est liée compense la réduction de flux de GCR en période de forte activité. L'augmentation de flux de GCR attendue dans les prochaines décennies, si elle accroît certainement les risques à long terme cités ci-dessus, ne remet pas en question les conclusions générales.

Dans le cadre d'une mission d'exploration lointaine, on est donc dans le domaine d'une augmentation du risque de décès à long terme de quelques %, mais pas dans le domaine de la certitude de décès, ni dans celui des effets des radiations à court terme : les GCR ont un débit de dose faible et on peut arriver à contenir les doses dues à un événement solaire important dans les limites acceptées aujourd'hui. Par contre, il y a un risque élevé de dommages au cristallin dus aux ions lourds entraînant une cataracte à moyen terme. Le risque de dommages neurologiques à long terme est aussi une inconnue. Le seul moyen envisageable de réduire les risques à long terme de l'exposition aux GCR serait d'utiliser des moyens de propulsion avancés permettant de diminuer le temps de mission.

## Bibliographie

- [1] « A History of Solar Activity over Millenia » Ilya G. Usoskin, *Living Rev. Solar Phys.* (2008 rev. 2010), cité Avril 2012
- [2] « Cosmic Ray Modulation : an Empirical Relationship with Solar and Heliospheric Parameters », H. Mavromichalaki, E. Paouris, T. Karalidi, *Solar Phys.* (2007)
- [3] « Prediction of Galactic Cosmic Ray Intensity Deduced from that of Sunspot Number », P. Lantos, *Solar Phys.* (2005)

- [4] « Long Term Variations of Cosmic Rays and Terrestrial Environment », Ilya G. Usoskin, *Frontiers of Cosmic Rays Science* (2003)
- [5] « An Analysis of Solar Energetic Particle Spectra Throughout the Inner Heliosphere », Douglas J. Patterson, (2002)
- [6] « Solar Energetic Particles Variations », D.V. Reames, (2002)
- [7] « Carrington Flare of 1859 as a Prototypical Worst-Case of Solar Energetic Particles Event », L.W. Townsend, E.N. Zapp, D.L. Stephens, J.L. Hoff, *IEEE Transactions on Nuclear Science* (2003)
- [8] « Cosmic Rays in the Current Deep Solar Activity Minimum », Y. Stozhkov, N. Svirzhevsky, G. Bazilevskaya, M. Krainev, A. Svirzhevskaya, V. Makhmutov, V. Logachev, E. Vashenyik, *22nd European Cosmic Ray Symposium in Turku, Finland* (2010)
- [9] « Solar Cycle Prediction », K. Petrovay, *Living Rev. Solar Phys.* (2010), cité Avril 2012
- [10] « Coronal Mass Ejections : Models and their Observational Basis », P.F. Chen, *Living Rev. Solar Phys.* (2011), cité Avril 2012
- [11] « Space Weather : The Solar Perspective », R. Schwenn, *Living Rev. Solar Phys.* (2006 rev. 2010), cité Avril 2012
- [12] « The Theory of Anomalous Cosmic Rays », J.R. Jokipii, J. Giacalone, *Space Science Reviews* (1998)
- [13] « Solar Climate Change could Cause Rougher Space Weather », *Royal Astronomical Society Press Release*, Friday, 30 March 2012
- [14] Centre Canadien d'hygiène et de sécurité au travail, [www.cchst.ca](http://www.cchst.ca)
- [15] Institut national de recherche et de sécurité pour la prévention des accidents du travail et des maladies professionnelles (INRS), <http://www.inrs.fr/accueil/risques/phenomene-physique/rayonnement-ionisant/effet-sante.html>
- [16] « Space Radiation Organ Doses for Astronauts on Past and Future Missions », F.A. Cucinotta, *Space Physiology and Medicine* (2007), [http://ntrs.nasa.gov/archive/nasa/casi.ntrs.nasa.gov/20070010704\\_2007005310.pdf](http://ntrs.nasa.gov/archive/nasa/casi.ntrs.nasa.gov/20070010704_2007005310.pdf)
- [17] « Overview of Solar Energetic Particle Event Hazards to Human Crews », L.W. Townsend, *Solar and Space Physics and the Vision for Space Exploration conference* (2005)
- [18] « Space Radiation Cancer Risk Projections for Exploration Missions : Uncertainty Reduction and Mitigation », F.A. Cucinotta, W. Schimmerling and Al., *NASA TP-2002-210777* (2001)
- [19] « Radiation Risk Acceptability and Limitations », F.A. Cucinotta (2010)
- [20] « Biological Effects of Space Radiations », G. Reitz, *ESA Workshop on Space Weather proceedings* (1998)
- [21] « The spatial distribution of galactic and anomalous cosmic rays in the heliosphere at solar minimum », Z. Fujii, F.B. McDonald, *Advances in Space Research* 35 (2005)
- [22] « Galactic Cosmic Ray Composition, Spectra, and Time Variations », E.M. Wiedenbeck, *Solar and Space Physics and the Vision for Space Exploration conference* (2005)
- [23] « Radiation on Planetary Surfaces », M.S. Cloudsley et al., *Solar and Space Physics and the Vision for Space Exploration conference* (2005)
- [24] « Shielding Space Explorers From Cosmic Rays », E.N. Parker, *Space Weather* (2005)
- [25] « The Cosmic Ray Radiation Dose in Interplanetary Space – Present Day and Worst-Case Evaluations », R.A. Mewaldt et al., *29<sup>th</sup> International Cosmic Ray Conference Pune* (2005)
- [26] « Plymouth Rock : An Early Human Mission to Near Earth Asteroids Using Orion Spacecraft », J. Hopkins et al. (2010)
- [27] « Lunar soil as shielding against space radiation », J. Miller et al., *Radiation Measurements* (2009)
- [28] « Exploration Systems Architecture Study – Final Report », NASA (2005) [http://www.nasa.gov/exploration/news/ESAS\\_report.html](http://www.nasa.gov/exploration/news/ESAS_report.html)
- [29] « Human Exploration of Mars Design Reference Architecture V5.0 », NASA (2009)
- [30] « The ISECG Global Exploration Roadmap », K. Laurini, *Human Space Exploration Community Workshop on the GER*, (2011)

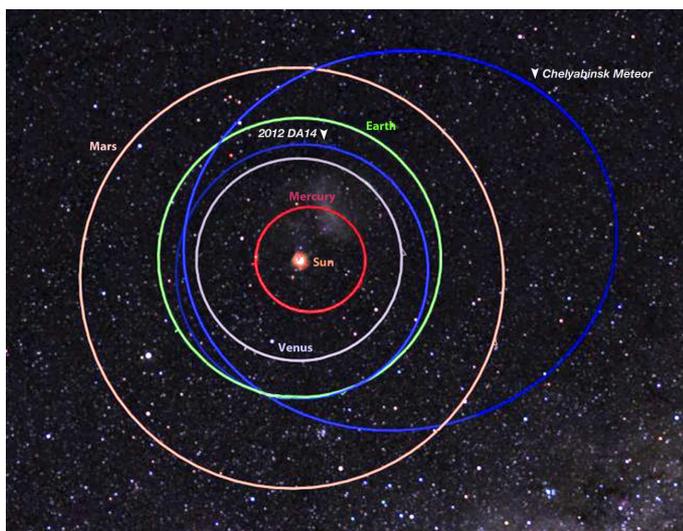
## 2012DA14, à la poursuite d'un astéroïde géocroiseur

Marc Rieugnié, EOS

L'astéroïde 2012DA14 (voir cimage ci-dessous) a été repéré en début 2012 par l'observatoire de la Sagra, en Andalousie. C'est un observatoire équipé de télescopes robotisés spécialisé dans la recherche des petits corps du système solaire. On a déterminé rapidement qu'il ferait un passage très proche de la Terre un an plus tard. L'orbite initiale de l'astéroïde avait une période voisine de celle de la Terre, mais avec une excentricité et une inclinaison sensibles : excentricité de 0,108 l'amenant à orbiter entre 134 et 166 millions de km du soleil, inclinaison de 10,3°. C'est donc un géocroiseur car il coupe l'orbite de la Terre. Il n'a été vu que parce qu'il était passé près de la Terre une première fois l'an dernier : sa taille était estimée à 40m.

Les calculs ont convergé vers un passage le 15 février 2013 à 27700 km de la surface au-dessus de l'Océan Indien à 19h30TU, ce qui le rendait visible depuis l'Europe en première partie de nuit. Vue depuis la Terre, la trajectoire de l'astéroïde était presque Sud-Nord, combinant un mouvement relatif dans le plan de l'écliptique très faible et un mouvement perpendiculaire important lié à l'inclinaison de l'orbite. Il n'était pas visible à l'œil nu, mais accessible à une bonne paire de jumelles. Étant donné la distance de passage très faible, le mouvement relatif sur le ciel était assez rapide, ce qui rend le suivi difficile par la plupart des instruments astronomiques : ceux-ci sont conçus pour compenser la rotation de la Terre (15' par minute de temps), les mouvements propres étant en général négligeables (la Lune présente un écart de moins de 5% au mouvement de rotation d'ensemble). Ici, il s'agissait de suivre un objet se déplaçant au périégée à 45' par minute dans une direction presque à 90° du mouvement habituel, cette vitesse étant continument variable.

Orbite 2012da14



Pour une observation simplement visuelle, il fallait plutôt utiliser un instrument à grand champ, permettant de minimiser les conséquences des erreurs de pointage et des incertitudes de la trajectoire, sachant qu'il faudrait pointer et suivre à la main dans la plupart des cas. Le but de notre petit groupe était d'essayer de réaliser une observation scientifiquement utile : astrométrie, photométrie et éventuellement spectrométrie de l'objet. L'instrument qui devait nous permettre de réaliser la manip était le T940 de l'observatoire de Saint-Caprais (940 mm de diamètre), avec son système de pilotage par moteurs à courant continu et codeurs intégrés, utilisant des éphémérides remis à jour et calculés en temps réel pour le lieu d'observation. L'instrument peut pointer et suivre de manière rapide et précise, beaucoup plus vite que la plupart des instruments du commerce. Etant donné sa focale, son champ est très réduit. L'imagerie serait réalisée par un télescope plus petit en parallèle. Pour la spectrométrie, elle serait réalisée au foyer de l'instrument principal. Seul petit problème : nous venions d'effectuer une mise à jour majeure du logiciel de pilotage et les conditions météo n'avaient pas permis de la tester sur le ciel.

Télescope 940



A la tombée de la nuit, la petite équipe est à pied d'œuvre. Les conditions météo sont acceptables : quelques nuages à l'Est vont nous faire manquer le passage au périhélie, mais nous ne serons pas prêts de toute façon. Il y a Alain Klotz, astronome à l'IRAP, qui a mis en place et gère plusieurs télescopes robotisés dans le monde, Pierre Thierry, retraité d'Airbus, qui a mis au point le système de pilotage du T940, Michel Pujol, qui apporte la caméra utilisée pour la photométrie, et Franck Vaissière, qui va tenter d'enregistrer le passage au téléobjectif sur pied indépendant. A 20h30, Alain observe le passage de l'astéroïde sur son ordinateur, par des images qu'il a programmées sur le télescope de 1mètre Zadko, de l'observatoire de Jinjin, près de Perth (Australie). Il corrige en direct les paramètres de pilotage pour recentrer l'astéroïde qui s'échappe du champ. L'opération est délicate car la liaison internet depuis Jinjin est mauvaise : les images arrivent de manière irrégulière, on n'est jamais très sûr de la correspondance entre l'image observée et la correction.

Pendant ce temps, Pierre Thierry contrôle que le télescope de 940 pointe correctement dans le ciel. Alain le rejoint pour quelques exercices sur des cibles mobiles connues : des satellites géostationnaires, puis des satellites GPS, dont la vitesse apparente de déplacement est comparable à l'astéroïde. Si on finit par pointer des satellites géostationnaires, point de GPS dans le champ ! Quelques itérations sur le logiciel et les paramètres de pointage plus tard, toujours pareil. On se résout quand même à pointer l'astéroïde vers 22h00. On pointe d'abord une étoile à proximité pour recalibrer les coordonnées, puis l'astéroïde lui-même. Il est là : un point lumineux presque immobile alors que toutes les étoiles défilent autour de lui. Il faut ensuite le centrer dans la caméra du télescope en parallèle : on guide un Célestron 8 de 200mm avec un T940 ! C'est là qu'on s'aperçoit d'un bug sérieux : la raquette de commande ne fonctionne pas correctement. Les vitesses de correction lentes ne sont pas disponibles sur les deux axes, ce qui oblige à des corrections brutales sur l'axe vertical. De plus, ici aussi, l'astéroïde dérive dans le champ, donc il faut bien corriger de temps en temps. Le centrage et la récupération de l'astéroïde se font l'œil à l'oculaire du gros télescope, qui a quand même un champ plus grand que la petite caméra. Plusieurs films et images sont enregistrés. La réduction photométrique risque d'être difficile car il y a peu d'étoiles dans le champ de la caméra, et elles changent tout le temps, avec un temps de traversée de quelques dizaines de secondes. Christian Buil téléphone vers 23h00 : le temps est couvert sur Toulouse, il se résout à faire le déplacement pour tenter un spectre de l'astéroïde avec son tout nouveau spectromètre à faible dispersion. Pendant ce temps, l'astéroïde monte vers le Nord et s'éloigne. Sa luminosité diminue, mais il reste tout à fait accessible au T940 et sa vitesse apparente diminue aussi sensiblement, ce qui nous arrange bien.

Christian arrive vers minuit. Le spectro est assez simple à installer. Heureusement car il va falloir d'abord pointer l'astéroïde à l'œil dans le télescope, le centrer, et prier pour qu'il ne dérive pas trop pendant qu'on met en place le spectro sur le télescope. Ensuite il faut l'amener sur la fente du spectro et l'y maintenir pendant une pose de quelques minutes, avec la même raquette récalcitrante que précédemment, en observant tout ça à l'aide d'une caméra de guidage intégrée au spectro. Le premier essai voit l'astéroïde sortir du champ de la caméra au premier recalage en hauteur, avant d'avoir pu enregistrer un signal significatif. Il faut tout recommencer. Enfin nous arrivons à produire deux spectres de l'astéroïde. Le spectre de l'astéroïde est un spectre de réflexion de la lumière solaire. Seul, il ne donne aucune information, contrairement à un spectre stellaire. Il faut le calibrer par un spectre d'une étoile de type solaire pour déterminer la réflectivité fonction de la longueur d'onde et donc le type de l'astéroïde. Il faut donc aller sur une étoile de référence et recommencer toute la manip précédente. A deux heures du matin c'est dans la boîte. Il fait très froid et nous pouvons rentrer nous réchauffer.

#### Asteroid 2012 DA14 spectrum

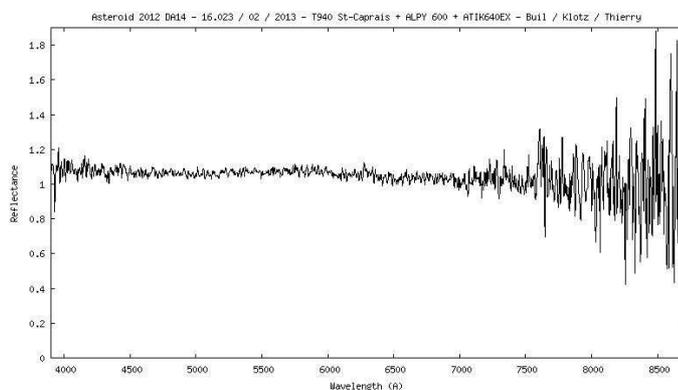
15-16 February 2013  
Saint Caprais observatory  
P & C team



10 sec. exposure with the spectrograph guiding camera  
Thank to a special programming of alt-az telescope, the asteroid is a fix object  
The vertical line is the 23 microns spectrograph entrance slit



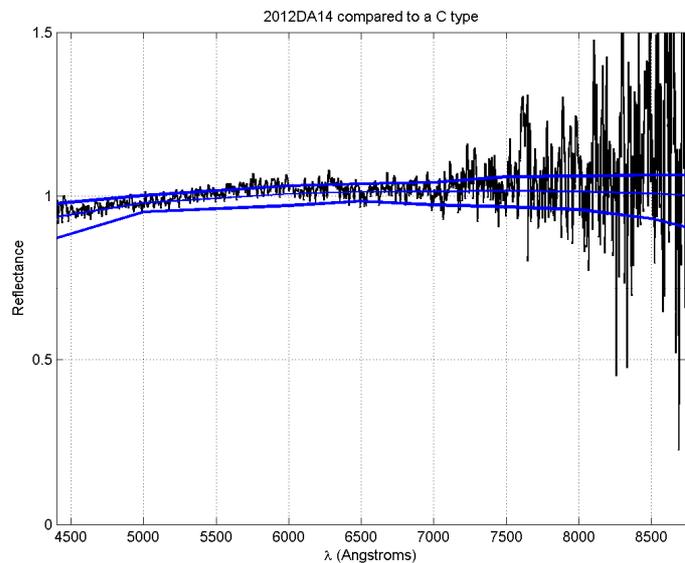
The 940-mm diameter Saint-Caprais telescope (Tarn, France)  
A compact and efficient R = 600 spectrograph is used for the observation



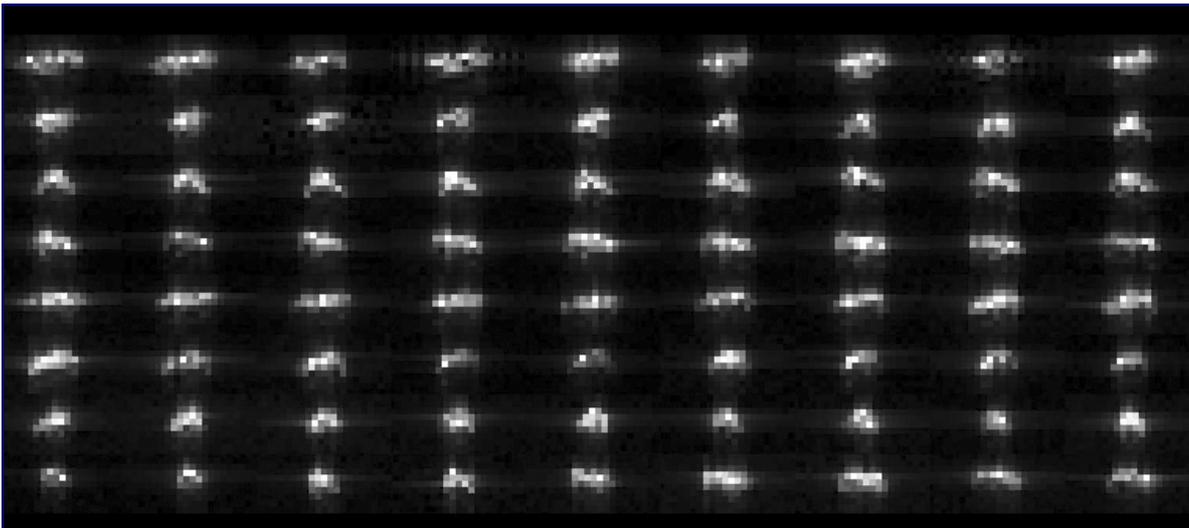
Reflectance spectrum of asteroid 2012 DA14 the Feb. 16.02 UT  
The reflectance is computed by division of asteroid observed spectrum and solar type star HD76151 spectrum

Poster 2012da14

Quels résultats ? La réduction du spectre est difficile : l'étoile de référence n'étant pas à la même hauteur que l'astéroïde, il y a des effets d'absorption différentielle fonction de la longueur d'onde qu'il faut prendre en compte. En l'absence de mesures sur le ciel ce soir-là, Christian a appliqué une correction « moyenne », nécessairement imprécise. En fait, il aurait fallu faire des spectres de plusieurs étoiles de référence à des hauteurs différentes. Ce qui est certain, c'est que le spectre semble très plat entre 400 et 800 nm. Sans correction, la comparaison avec les bibliothèques de spectres montrerait un astéroïde de type B, avec une réflectivité augmentant légèrement vers le bleu. Or cela semble incompatible avec nos observations visuelles montrant un objet plutôt orangé. Avec la correction appliquée par Christian, on aurait plutôt un astéroïde de type C, dont la réflectivité augmente légèrement vers le rouge. Une publication scientifique donne un type L, avec une pente marquée vers le rouge, qui serait compatible avec nos observations visuelles du début de nuit, mais pas avec le spectre obtenu. Y aurait-il eu une erreur de calibration ? Une erreur d'identification de l'étoile de référence ?



Spectre corrigé



2012da14 radar

L'opération a été très intéressante, et a révélé un bon potentiel du télescope pour le suivi d'objets rapides. Pierre a ensuite passé quelques jours à corriger le logiciel, pour rendre le télescope pleinement opérationnel. Qu'est devenu l'astéroïde ? Son orbite a été profondément modifiée par un passage aussi proche de la Terre. La période est passée à 317 jours, avec une distance au soleil entre 124 et 149 millions de km et son inclinaison est maintenant de  $11,6^\circ$ . Il reviendra nous voir le 16 février 2046, à environ 2 millions de km. Les observations radar faites à l'occasion de son passage ont permis de préciser sa taille : 40x20m environ.

Image orbite 2012DA14 © wikimedia – orbites de 2012DA14 et de l'objet de Tcheliabinsk  
 Image télescope 940 – soirée spectroscopie sur le télescope de 940mm à l'observatoire de Saint-Caprais (2011)  
 Image poster 2012DA14 © Christian Buil – Le montage du spectro ALPY sur le télescope, l'astéroïde à travers la caméra guide du spectro et le premier spectre de réflexion sans correction de hauteur  
 Image spectre corrigé - le spectre de réflexion corrigé comparé à un astéroïde de type C  
 Image 2012DA14 radar © NASA/JPL – Caltech – Images radar de l'astéroïde 2012DA14, avec le radio-télescope de Goldstone (70m) : on observe la forme aplatie et la rotation de l'objet.

## TCHELIABINSK ET LE RISQUE D'IMPACT

Marc Rieugnié, EOS

### Flash Tcheliabinsk



Ce vendredi 15 février un peu avant le lever du soleil, un gros caillou de 15 à 17 mètres et 10000 tonnes est venu rappeler aux habitants de Tcheliabinsk que l'espace interplanétaire n'est pas vide.

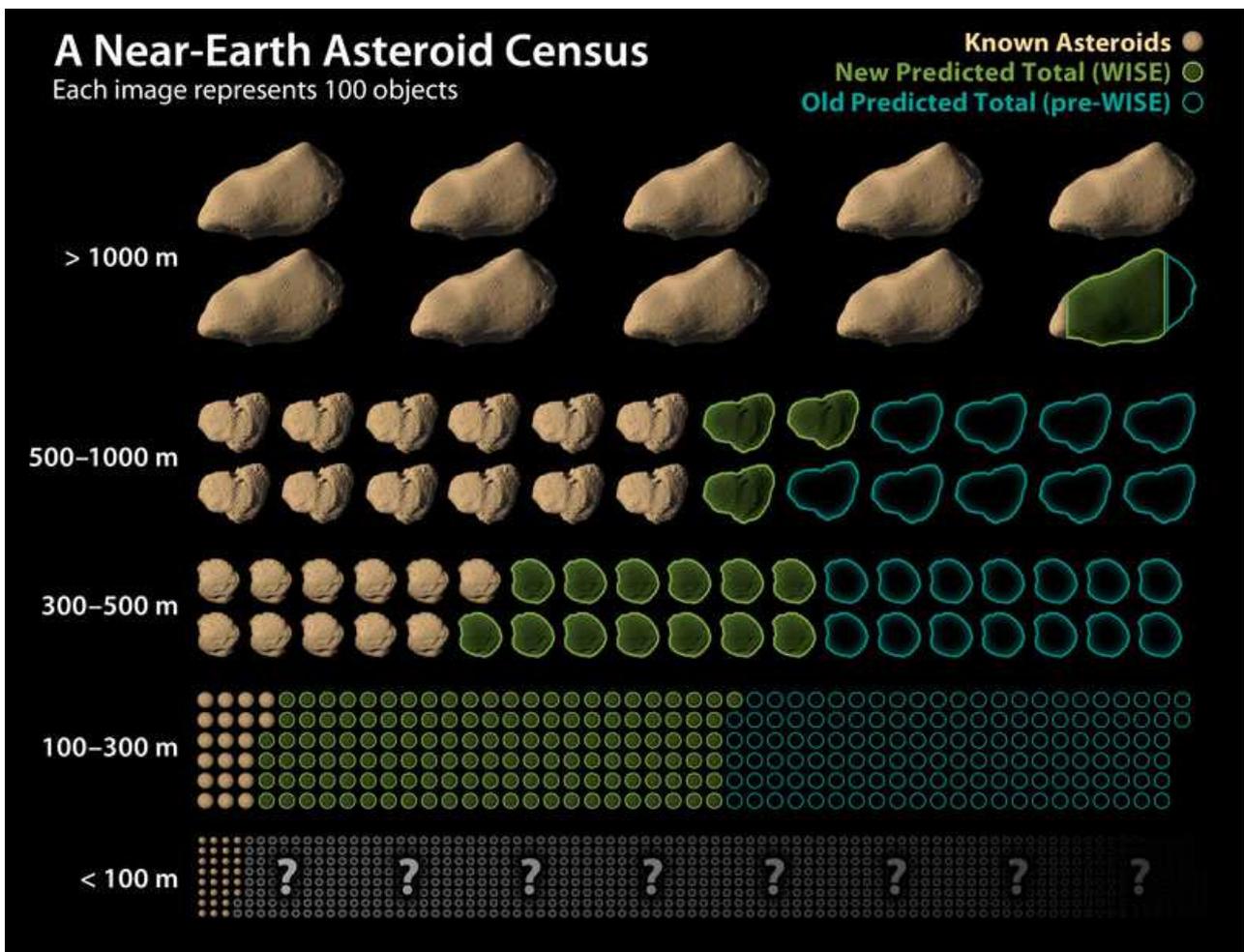
Selon les estimations de la trajectoire faites d'après les multiples vidéos des automobilistes russes, complétées par les observations des satellites, l'astéroïde avait une trajectoire qui l'amenait à passer le plus clair de son temps entre Mars et Jupiter, comme la plupart de ses congénères, mais venait couper l'orbite terrestre en s'approchant jusqu'à 115 millions de km du soleil. Ce jour-là, il est donc devenu un météore extrêmement brillant au-dessus de la Sibérie occidentale en se désintégrant à environ 20 km d'altitude, venant du Nord-est. Il a ainsi déposé l'essentiel de son énergie cinétique dans la stratosphère, soit l'équivalent de 440 kt de TNT, représentant 30 fois Hiroshima ou une tête nucléaire stratégique moyenne. Il en a résulté une onde de choc qui a brisé des dizaines de milliers de vitres et blessé plus de 1000 personnes au sol. La désintégration du petit corps a dispersé de multiples fragments de météorite sur une grande superficie. Le fragment le plus évident aurait fait un trou de plusieurs mètres dans la glace du lac de Tchebarkoul : il devait mesurer au moins 50 cm, mais on n'a retrouvé que quelques débris à proximité. Les chances de détecter un corps aussi petit avant son entrée dans l'atmosphère sont très faibles avec nos moyens actuels.

Nous avons eu la chance de repérer un an auparavant un autre astéroïde, qui a croisé l'orbite terrestre plus de 1,5 millions de kilomètres plus loin et sous un angle totalement différent le soir du même jour. 2012DA14 était deux à trois fois plus gros, avec une taille estimée maintenant à 40x25 m d'après les observations radar de la NASA. Il est passé à 27700 km au-dessus de l'Océan Indien, du Sud au Nord. Avec une masse de 100 000 t, il aurait provoqué des dégâts au sol considérables en cas d'impact en zone habitée. En effet, sa taille était proche de celle de la météorite de la Tougouska, qui a couché 2000 km<sup>2</sup> de forêt en Sibérie en 1908.

On estime qu'il tombe sur terre en moyenne 100 tonnes par jour de matière interplanétaire. Les satellites militaires américains mis en place pour surveiller l'application du traité d'interdiction des essais nucléaires atmosphériques dans les années 1970 ont révélé qu'il se produisait un impact par mois d'une énergie supérieure à quelques kt, suffisante pour générer une analyse complémentaire levant le doute sur un essai nucléaire. L'énergie étant déposée à haute altitude, la plupart de ces impacts passent inaperçus au sol, si ce n'est sous la forme d'un bolide brillant.

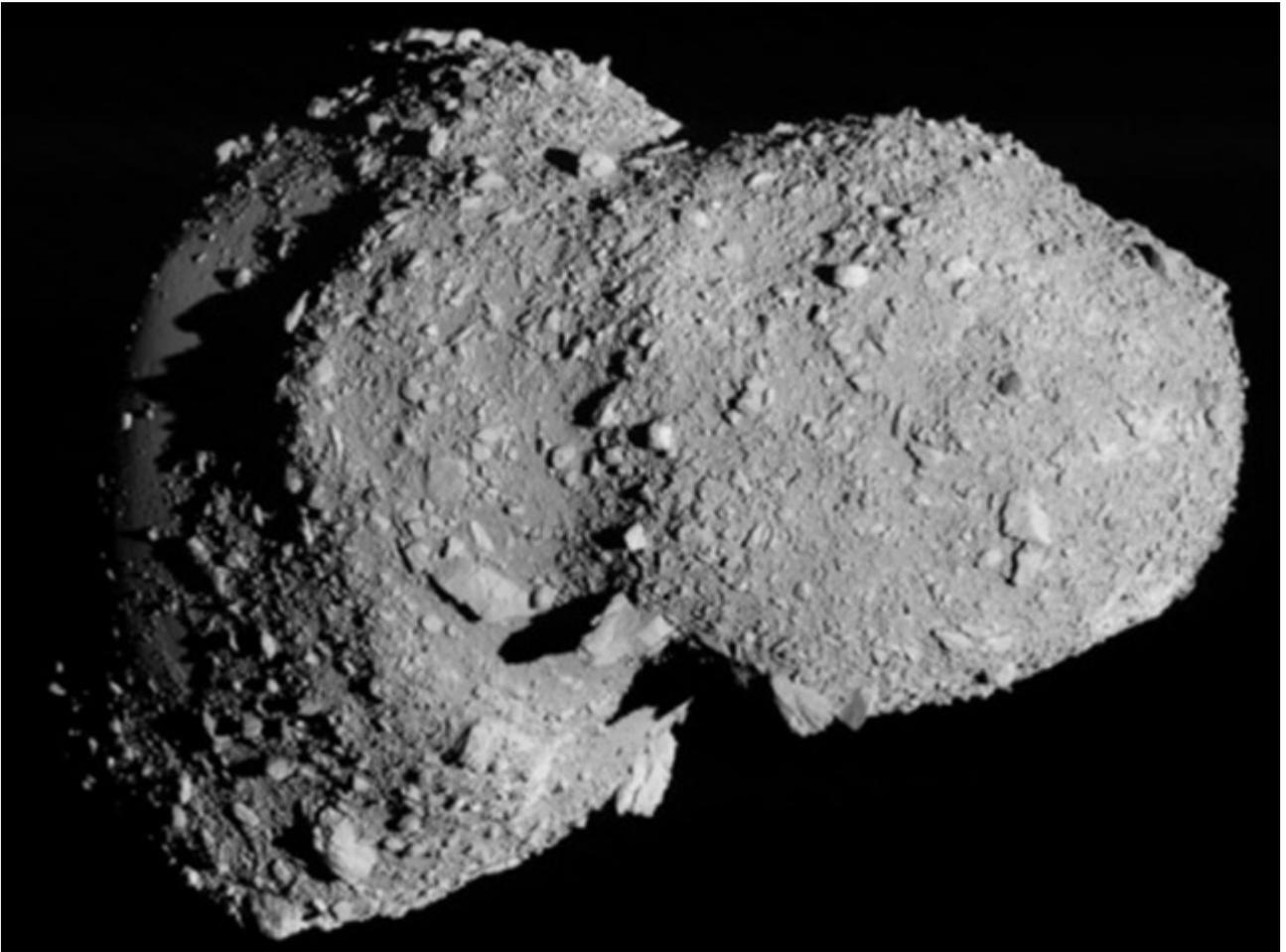
Ces événements nous rappellent que la « Terre » n'est pas séparée du « Ciel », comme le pense encore intimement l'immense majorité de nos contemporains, 400 ans après Galilée. Notre planète est un petit élément du système solaire. Celui-ci n'est pas non plus la délicate et stable horlogerie planétaire imaginée par Kepler et les astronomes jusqu'au XIX siècle. Instable à long terme jusque dans sa structure principale de huit planètes, il est parcouru de débris dans tous les sens, dont les trajectoires peuvent être brutalement modifiées par le passage près d'un corps plus gros, ou s'écarter doucement de l'ellipse képlérienne sous l'effet de l'éclairement du soleil (effet Yarkovsky). Ainsi 2012DA14 a vu sa période de révolution passer de 366 jours à 317 jours en raison de son passage à proximité de la Terre.

Le risque d'impact ne doit pas être exagéré, mais doit être correctement pris en compte. En l'absence de toute action, il est certain qu'il y aura un jour un impact imprévu suffisamment puissant pour détruire toute une région et donc mettre à mal l'économie d'un pays, voire plus. C'est un risque qui n'a une nature statistique que parce que nous n'avons pas une connaissance complète des corps qui nous entourent dans le système solaire. Une fois cette connaissance acquise, on peut déterminer s'il y aura impact ou non dans un intervalle de temps de quelques centaines d'années. Au-delà, les incertitudes sur les orbites ne permettent pas de déterminer si un impact peut se produire. Le problème est de déterminer où doit s'arrêter le recensement. Si nous devons déterminer la position de tous les débris présents dans le système solaire interne, la tâche serait insurmontable car il doit y en avoir des millions. Les plus gros, au-delà de 1km, sont déjà connus à plus de 92% d'après les modèles et aucun de ceux qui sont répertoriés ne risque de provoquer un impact dans un avenir proche. Où donc faut-il placer la barre ?



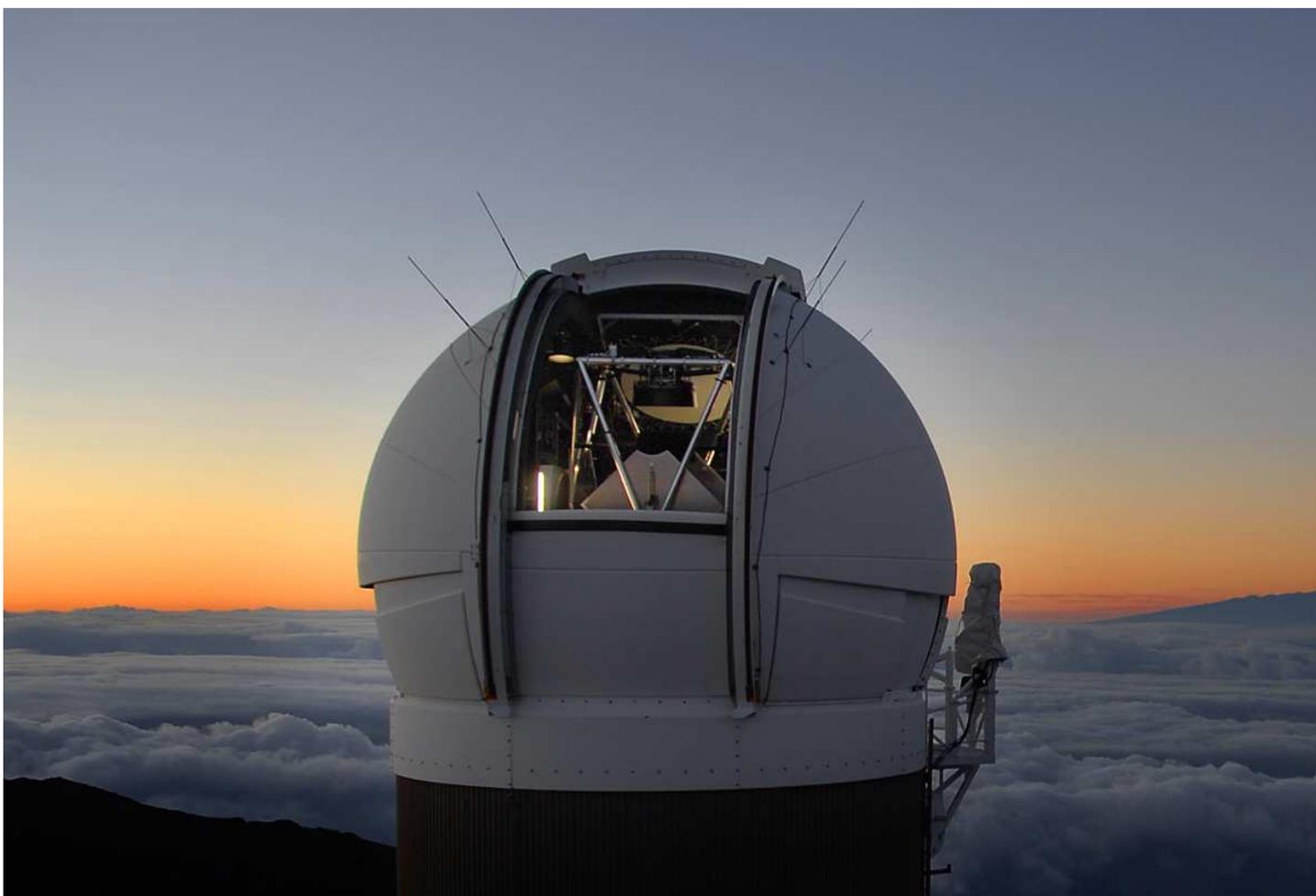
Recensement astéroïdes

L'observation des impacts passés et un peu de physique montrent que les effets d'un impact sont un peu du « tout ou rien » en fonction de la taille et de la structure interne du corps. Les météores observés fréquemment se désintègrent en général très haut dans l'atmosphère, ce qui conduit la plupart des gens à considérer comme irréaliste le risque d'impact : seuls les Gaulois avaient peur que le ciel leur tombe sur la tête (peut-être après une expérience malheureuse). Cependant, l'énergie des phénomènes les plus lumineux est déjà telle qu'ils pourraient faire de gros dégâts s'ils parvenaient plus bas. Or plus la masse et donc l'énergie cinétique du corps est élevée, plus grande est la probabilité qu'il arrive près du sol : un corps dégageant une énergie de quelques bombes d'Hiroshima (50 kt) se désintégrera très probablement à plusieurs dizaines de kilomètres d'altitude et aura peu d'effet au sol, mais un corps plus gros dégageant une énergie équivalente à une puissante tête nucléaire stratégique (5 Mt) arrivera à quelques kilomètres, ou au sol. L'impact de Tcheliabinsk était juste au seuil de danger : il a causé beaucoup de blessés par ses effets indirects, mais pas de morts et peu de dégâts au sol, alors que son énergie en altitude était très largement suffisante pour détruire la ville. En résumé, soit l'énergie cinétique et/ou la cohésion du corps sont faibles et seuls quelques petits fragments arrivent au sol avec un risque très faible de blesser quelques personnes, soit l'énergie cinétique est suffisamment élevée pour que le corps entier arrive au sol ou près du sol et les effets thermiques et cinétiques sont ceux d'une arme nucléaire stratégique.



Itokawa

La bonne nouvelle, c'est que les impacts de haute énergie sont rares : de l'ordre de un tous les 300 ans pour les ceux d'une énergie de 5 à 10 Mt ou plus. La mauvaise, c'est qu'aujourd'hui, on ne sait détecter à grande distance que des corps beaucoup plus gros et donc encore plus rares : les astéroïdes potentiellement dangereux (car ayant des orbites passant près de celle de la Terre) détectés aujourd'hui sont typiquement des corps de plusieurs centaines de mètres. La probabilité d'impact d'un corps de cette taille est estimée à 1 par 50 000 ans (ou 1/50 000 dans l'année qui vient). L'impact d'un corps de l'ordre de 200 à 250m dégage tout de même de l'ordre de 500 Mt, soit 10 fois la plus puissante bombe jamais testée (Tsar Bomba, 1961). On considère que les effets seraient « régionaux » au sens où les effets physiques de l'impact ne touchent pas l'ensemble de la planète. Les effets économiques, eux, seraient sans doute globaux dans la mesure où la destruction d'un pays affecterait l'ensemble de l'économie. Au-delà d'un kilomètre, on considère que les effets seraient globaux (poussière et/ou vapeur d'eau dans l'atmosphère, tsunami, tremblement de terre). La puissance dégagee est de plus de 50 000 Mt, environ 5 fois la totalité des arsenaux nucléaires (remarquez par ailleurs l'absurdité de la croyance qui veut que nous ayons « de quoi faire sauter 20 fois la planète » alors que la Terre a subi plus de 6000 impacts de cette puissance ou au-delà depuis l'apparition de la vie), le taux d'occurrence étant de 1 tous les 500 000 ans. Il est certainement important de recenser assez rapidement les corps qui pourraient avoir un effet global suite à l'impact, d'une part parce qu'on ne peut pas se permettre de laisser ce type d'événement arriver et d'autre part parce qu'il faudrait du temps pour pouvoir mettre en œuvre une action de protection efficace si un impact était prévu. Aujourd'hui, le financement des programmes de recherche (essentiellement NASA) et les moyens techniques déployés permettent d'assurer le recensement des corps de plus de 300 mètres dans un délai d'une dizaine d'années. Par contre, nous ne sommes pas capables de recenser les corps de taille intermédiaire, jusqu'à 30 à 50 mètres, dont les effets ne seraient que « locaux » mais avec une probabilité d'occurrence beaucoup plus élevée. Reste à savoir si on trouve acceptable un risque de 1 sur 1000 d'un impact d'énergie supérieure à 5 Mt sur les terres émergées dans l'année qui vient.



Télescope automatique

Image flash Tcheliabinsk – image extraite d'une vidéo le 15 février au matin

Image Itokawa - (c) JAXA – ISAS – Itokawa, un astéroïde de 600m de long, le plus petit visité par une sonde

Image recensement des astéroïdes © NASA./ JPL – Caltech – estimation du nombre d'astéroïdes passant près de la Terre d'après les résultats de la mission WISE (2011)

Image télescope automatique – Télescope PANSTARRS, dédié à l'observation systématique du ciel. Il permet en particulier la découverte de comètes et d'astéroïdes.



# Les Revues de Presse de Matthieu



## Aviation Légère

## EDITO



Ces derniers mois ont été plutôt riches pour l'aviation légère et générale.

De nombreux combats, réglementaires et industriels ont été menés, et quelques victoires sont à dénombrer. Ainsi nous avons vu l'acceptation de la spécificité des baptêmes de l'air préservée en France pour les aéroclubs - pour le moment en tout cas - mais aussi la sauvegarde de la possibilité d'emporter des passagers en partageant le montant du vol entre tous les participants pour les pilotes privés. Il est vrai que tout partait mal avec cette administration centrale loin de tout, dans sa tour d'ivoire. Des aéroclubs, en France? Et ils sont bénévoles? Et ils veulent

en tant que pilotes privés, ils font des baptêmes de l'air et peuvent partager les frais du vol avec le pilote. Le tout avec un simple PPL? Impossible! Répondit M. Le-Fonctionnaire-de-l'Europe, trop habitué à gérer des compagnies aériennes. Mais c'était sans compter notre fédération, la FFA, et je dois avouer que pour ce sujet nous pouvons lui tirer notre chapeau! En parallèle nous avons vu l'avènement de l'IR privé, possibilité de faire apposer une qualification IR (Instrument Rating) sur un PPL. Une avancée considérable! Nous avons aussi vu naître la classe 6 ULM, permettant de faire voler de de voler avec des hélicoptéroïdes en tant qu'ULM. Merveilleux. Nous avons aussi vu la possibilité - à l'étude pour quelques opérateurs identifiés comme cas pilotes - de faire du transport public de passager avec des monomoteurs de type PC12 ou TBM 850. Enfin! Depuis le temps que les Etats Unis l'autorise - tout comme l'IR privé d'ailleurs...

Nous avons aussi vu renaître les DR400 dont les chaînes sortent du neuf. Nous avons vu de multiples projets de motorisations électriques. Nous voyons arrivé des aides à la navigation sur tablette fleurir, ce qui sera l'aéronautique de demain - n'en déplaise aux réac'!

Bref, tout ne va pas si mal! Certes, cela pourrait aller mieux, mais tout ne va pas si mal! J'espère, de tout coeur, que l'innovation sera portée par l'Europe pour faire de l'Europe, la nouvelle reine de l'aéronautique!

## Constructeurs

### Info Pilote

#### *Pipistrel Premier vol pour le Panthera*

Le 4 mars à 14h15, le prototype du Panthera, le premier quadriplace de Pipistrel, décollait pour son premier vol. D'une durée de 54 minutes, celui-ci s'est déroulé sans encombre depuis l'aéroport civil et militaire de Cerklje ob Krki (Slovénie). Quelques jours auparavant, des essais moteurs et de roulage avaient été réalisés sur l'aérodrome d'Ajdovscina, où est installé le constructeur. Rappelons que le Panthera des ambitions élevées : transporter quatre personnes sur 1000NM à 200kt en ne consommant pas plus de 40 litres à l'heure.

Construit en matériaux composites, doté d'un train d'atterrissage rétractable en titane, le Panthera aurait déjà accumulé plusieurs heures de vol depuis son premier décollage. Il y a un an, la présentation de l'avion était « LE » temps fort de l'Aéro Friedrichshafen. Trois semaines avant la tenue de l'édition 2013 du salon allemand, Pipistrel pourve qu'il maîtrise aussi bien le développement de son futur quadriplace certifié que sa communication.

### *Deux nouveautés pour le 65ième anniversaire de Tecnam*

Pour célébrer son 65ième anniversaire, le constructeur italien annonce que deux avions baptisés « Astore » et « Snap ». On sait encore peu de choses sur l'Astore si ce n'est que ce biplace LSA à aile basse pourra être équipé d'un Rotax 912 iS, d'un Rotax 912 ULS ou encore d'un Rotax 914. Son tableau de bord sera doté d'un iPad Mini sur lequel figureront différentes informations de vol. Le Snap est, quant à lui, pensé pour l'acrobatie. Monoplace ULM, LSA ou Experimental, il peut être motorisé par un Rotax 912, un Rotax 912 iS ou un Rotax 912 préparé, offrant 23hp de puissance supplémentaire (en catégorie ULM et Experimentale uniquement). Résistant à des facteurs de charges jusqu'à +6/-4G, le Snap peut être alimenté dos. Il est aussi équipé d'un silencieux 4 en 1 et peut recevoir en option des fumigènes ainsi qu'une hélice MT Propeller Constant Speed (diamètre : 1.83m).

### *Décollage réussi pour le WT10 Advantic*

Après deux ans de développement, le WT10 Advantic a réalisé son premier vol le 11 avril dernier. Visuellement, le WT10 se présente comme une version allongée et légèrement « enrobée » du WT9, un choix dicté par le besoin d'installer deux places supplémentaires dans l'appareil. L'avion, construit en matériaux composites, sera commercialisé en kit. Il reçoit un train tricycle rétractable ainsi qu'un Rotax 914 associé à une hélice tripale à pas variable MT Propeller (pour découvrir les premières images du WT10 : [www.advantic.aero](http://www.advantic.aero))

### *Aerodif : des phares à LED pour DR400*

Aerodif commercialise des phares d'atterrissage et de roulage à LED qui se substituent aux traditionnelles ampoules. Durée de vie accrue et consommation électrique moindre sont les deux avantages de la formule. Comptez 265€ HT pour un phare à LED (durée de vie : 1000h par retour d'expérience sur d'autres avions). Prochainement, Aerodif proposera des feux de position à LED.

### *Evektor fait voler un SportStar électrique*

Le 28 mars, le constructeur tchèque Evektor faisait voler le SportStar EPOS (pour Electric-Powered Small Aircraft), une version électrique de son SportStar RTC. Depuis l'aéroport de Kunovice (République Tchèque), le biplace s'est envolé à deux reprises pour un peu plus de trente minutes de vol au total. Il est propulsé par un moteur électrique développant 50kW (l'équivalent de 67hp) conçu par le motoriste Rotax Electric, lui aussi d'origine tchèque. Des batteries au lithium polymère fournissent l'énergie nécessaire au vol. Selon l'avionneur, le SportStar EPOS pourrait croiser à 150km/h et offrir jusqu'à 1h d'autonomie. Son éventuelle commercialisation et son prix n'ont pas encore été communiqués.

### *CC01 objectif 300km/h avec un moteur électrique*

En 1986, Claude Chudzik, ingénieur Snecma et constructeur amateur, réalisait le premier vol de son CC01, un monoplace de formule « canard » en composite. L'avion été équipé d'un moteur thermique propulsif (25hp) et croisait à 200km/h. 27 ans plus tard, le 23 mars 2013, le CC01 retrouvait les airs, grâce à une propulsion électrique cette fois. Imaginée par Claude Chudzik et Frédéric Laude (pilote et constructeur amateur), la transformation moteur vise à optimiser les performances du CC01 pour tenter d'atteindre, d'ici quelques mois, les 300km/h (Frédéric Laude sera aux commandes du CC01 à cette occasion). Une propulsion Electravia a été retenue pour équiper l'avion. Elle développe l'équivalent de 50hp. Cinq vols d'essais ont été menés. Les prochains devront notamment valider l'absence de flutter aux vitesses élevées. Pour suivre le projet : [www.flying-electron.com](http://www.flying-electron.com)

### *Solar Impulse un tour des Etats-Unis en cinq étapes*

En 2015, l'équipe Solar Impulse tentera de réaliser un tour du monde avec escale à bord d'un nouvel avion, HB-SIB. HB-SIA, premier avion solaire du programme Solar Impulse, réalisera quant à lui, une ultime mission avant une retraite bien méritée : un tour des Etats-Unis qui débutera ce mois de mai. Dès que les conditions météo seront favorables, HB-SIA s'envolera de San Francisco (Moffet Airfield) pour Phoenix (aéroport international Sky Harbor). Mi-mai, il redécollera pour Dallas (Forth Worth). Fin mai, l'avion se rendra sur un terrain indéterminé avant de mettre le cap sur Washington DC (Dulles) à la mi-juin. Fin juin, HB-SIA achèvera son périple par un dernier vol à destination de New York (JFK).

### *Lisa Airplanes relancé grâce à la Chine*

Placé en redressement judiciaire le 31 juillet dernier, Lisa Airplanes reprend des couleurs grâce à des investisseurs chinois. Le groupe minier Heima Mining est entré au capital de l'entreprise en qualité d'investisseur principal. Comme le précise Thierry Beard, Program Manager chez Lisa Airplanes, « Heima Mining n'est pas une société aéronautique venue capter un savoir, pas plus qu'un fond de placement attendant des retombées à court terme. C'est une société qui a les moyens de faire progresser l'entreprise sur le long terme ». Les effectifs de Lisa Airplanes ont été rappelés pour un redémarrage de l'activité prévu au début du mois d'avril. L'objectif prioritaire reste l'achèvement de la certification américaine LSA de l'hydravion Akoya, vraisemblablement sous dix-huit mois. Ensuite, l'équipe basée au Bourget-du-Lac s'attaquera à la certification LSA européenne de l'avion. Les sous-traitants du programme, majoritairement français et italiens, sont conservés. L'assemblage final au Bourget-du-Lac est, quant à lui, toujours d'actualité, tant que les cadences de productions ne sont pas trop importantes. Dans le cas contraire, l'avionneur sera contraint de s'installer dans des locaux plus grands. Ce qui est aussi à l'étude.

### *Cessna Corvalix TTx : la série est lancée*

Le premier Corvalix TTx de série a réalisé son premier vol de 2 mars dernier depuis les installations de Cessna à Independence, au Kansas. Au cours de ce vol inaugural, l'avion a atteint 213kt à 17000ft. Présenté comme le « monomoteur à pistons et à train fixe le plus rapide du monde », le Corvalix TTx (né Columbia 400) est motorisé par un Continental TSIO-550-C de 310hp. Premier avion en composite de la gamme Cessna, le TTx est aussi le premier aéronef à être équipé de l'avionique Garmin G2000 bénéficiant, entre autres, de la technologie tactile (comme un smartphone). En croisière rapide, ce quadriplace pourrait atteindre 235kt. Le TTx affiche 1250NM de distance franchissable et 317kg de charge utile.



**La Gazette**



**Midi-Pyrénées**

# Les hommes de l'air



Valentina Terechkova et  
Catherine Coleman -  
Courtesy of NASA

# et de l'espace



## Les temps sont difficiles ! ...

Philippe Mairet, EOS



Valentina Terechkova et  
Catherine Coleman -  
Courtesy of NASA

En cette année 2013, pour le 50<sup>ème</sup> Salon de l'Aéronautique et de l'Espace de Paris-Le Bourget, la NASA ne viendra probablement pas, pour cause de «séquestre». «Les temps sont difficiles !», me direz-vous...

Mais, elle, viendra-t-elle ? Il s'agit de Valentina Terechkova, LA première femme dans l'espace, qui a fêté ses 75 printemps le 6 mars 2012. Elle, la pionnière, qui a montré le chemin des étoiles à d'autres femmes depuis son vol historique du 16 juin au 19 juin 1963. C'est la seule femme qui a volé en solitaire dans le cosmos et la plus jeune cosmonaute.

Son voyage dans l'espace n'a pas été nominal, même si l'ordre avait été donné, suite à son vol cosmique, de ne pas parler de ce qui ne s'était pas bien passé, propagande soviétique de l'époque oblige...

Sur le chemin du retour de son orbite autour de la Terre, son vaisseau spatial Vostok-6 montra des 'anomalies' de fonctionnement en ce qui concerne son programme automatique d'orientation, si bien qu'il commença par s'éloigner quelque peu de notre planète au lieu de s'en rapprocher. Finalement, la rentrée atmosphérique se déroula sans problèmes, fort heureusement. Les ingénieurs et techniciens soviétiques trouvèrent par la suite des solutions pour que cet incident ne se reproduise plus, mais Valentina Terechkova dût garder cet incident 'secret', à la demande de Sergueï Korolev.

**Nota** : Document de référence : un article récemment paru sur le site internet « Futura Sciences ».



ASSOCIATION AERONAUTIQUE  
ET ASTRONAUTIQUE DE FRANCE  
MIDI - PYRÉNÉES

ISAE - Campus SUPAERO, R2  
10 avenue Edouard Belin  
31400 Toulouse

Tél : 05 62 17 52 80  
Mél : aaaftlse@aol.com  
Site web : 3af-mp.fr



## AGENDA 2013 DES CONFÉRENCES

**MARDI 29 JANVIER** - Médiathèque José Cabanis - 18h, en partenariat avec l'AAE

***Bilan de la conférence ministérielle de l'ESA : bilan des grands axes***

Jean-Pascal LE FRANC, Chef du service Affaires Européennes, CNES

**MERCREDI 20 MARS** - Cité de l'espace - 18h, en partenariat avec la Cité de l'espace

***Sismologie martienne : projet INSIGHT***

Philippe LOGNONNÉ, Responsable scientifique du sismomètre - l'instrument principal de la mission, Institut de Physique du Globe de Paris

**MARDI 26 MARS** - Médiathèque José Cabanis - 18h, en partenariat avec l'AAE

***Compagnies aériennes : la nouvelle bataille du ciel***

Gilles BORDES-PAGÈS, Directeur des relations stratégiques, Air France

**MERCREDI 22 MAI** - Cité de l'espace - 18h, en partenariat avec la Cité de l'espace

***Histoire et perspectives des techniques d'atterrissage planétaire***

Grégory JONNIAUX, Astrium

**MERCREDI 5 JUIN** - ENAC - 18h

***Transport Aérien court-courrier : enjeux et perspectives***

Les membres de la commission technique Aviation commerciale

\*Sera précédée à 16h30 par l'Assemblée Générale annuelle du Groupe 3AF Midi-Pyrénées

**MERCREDI 18 SEPTEMBRE** - Cité de l'espace - 18h, en partenariat avec la Cité de l'espace

***L'étude du système cardiovasculaire des équipages dans l'espace***

**MARDI 24 SEPTEMBRE** - Médiathèque José Cabanis - 18h, en partenariat avec l'AAE

***100 ans de la première traversée en avion de la Méditerranée par Rolland Garros***

Francis RENARD, 3AF

**MERCREDI 23 OCTOBRE** - ISAE, Campus ENSICA - 18h

***Projet Leyel : Centenaire de la voiture propulsée par une hélice***

Jean-Luc CHANEL, 3AF

**MERCREDI 20 NOVEMBRE** - Cité de l'espace - 18h, en partenariat avec la Cité de l'espace

***Satellite GAIA, un satellite pour cartographier la galaxie***

**MERCREDI 4 DÉCEMBRE** - ENAC - 18h, en partenariat avec l'AAE

***Single European Sky Air traffic management Research (SESAR)***

Florian GUILLERMET, Deputy Executive Director Operations & Programme, SESAR

**JEUDI 12 DÉCEMBRE** - Météo France - 14h

***Etude de la chimie de l'atmosphère par l'instrument spatial IASI : bilan et perspectives***

**ERTS<sup>2</sup> 2014**  
 EMBEDDED REAL TIME SOFTWARE AND SYSTEMS  
 5th – 7th February 2014 /TOULOUSE – France

3AF SEE SIA

CENTRE DE CONGRES PIERRE BALDI 11, esplanade Compans Caffarelli 31000 Toulouse - France

## CALL FOR PAPERS AND EXHIBITIONS

<http://www.erts2014.org>

### Organisers

- 3AF, the Society for Aeronautics and Space
- SEE, the Society for Electricity, Electronics, and Information and Communication Technologies
- SIA, the Society of the French Automotive Engineers

### General Chairs

Jean-Michel Billig, Renault France  
 Joseph Sifakis, EPFL and CRI Grenoble France

The ERTS<sup>2</sup> congress is a unique European cross sector event on Embedded Software and Systems, a platform for top-level scientists with representatives from universities, research centres and industries. The previous editions gathered more than 100 talks, 500 participants and 60 exhibitors.

ERTS<sup>2</sup> is :

- a conference featuring high level scientific and technical presentations,
- an exhibition forum covering a wide range of innovative products and services, for improving direct relationship between providers and users,
- a unique multicultural gathering bringing together researchers, practitioners, decision makers and entrepreneurs for knowledge sharing, fruitful interaction and networking opportunities.

The late Jean-Claude Laprie was ERTS<sup>2</sup> Programme Committee chairman from 2002 to 2010 and brought ERTS<sup>2</sup> to its actual international reputation. Joseph Sifakis has taken over as the Programme Committee chair of the congress since 2012.

The seventh edition targets all the domains where embedded systems are central including, but not limited to, transportation (aeronautics, automotive, railway, subway, marine), satellite and space exploration, energy, telecommunications and wireless connectivity, e-healthcare, home automation, defence, industrial control). In 2014, the scope is extended to agriculture.

### IMPORTANT DATES

Call for papers		Call for exhibitions	
➤ Abstract submission (4 pages)	June 24 <sup>th</sup> , 2013	➤ Information and registration	March 2013 -Jan 2014
➤ Acceptance notification	Oct. 10 <sup>th</sup> , 2013	➤ Select your contact for meetings	Jan 16 <sup>th</sup> to 30 <sup>th</sup> , 2014
➤ Final paper (10 pages)	Dec. 10 <sup>th</sup> , 2013	➤ Exhibition and B to B meeting	Feb. 5 <sup>th</sup> -7 <sup>th</sup> , 2014
➤ Conference	Feb. 5 <sup>th</sup> -7 <sup>th</sup> , 2014		

**Join ERTS<sup>2</sup> for high quality papers and for high quality audience!**

**CONFERENCE EUROPEENNE  
DES ESSAIS ET TELEMESURE**

**EUROPEAN TEST AND TELEMETRY  
CONFERENCE**

**11-13 JUIN 2013  
JUNE 11-13, 2013**

**Centre de Congrès  
Pierre Baudis  
TOULOUSE -France**

**ETTC'13★**

Mise en page 3AF TMP - Edition Airbus SAS

Le comité de rédaction remercie toutes les personnes qui ont permis la publication de cette gazette.

Pour nous contacter et nous faire parvenir vos idées d'articles et information :

3AF TMP - campus Supaéro - Résidence 2 – 10 avenue Edouard Belin - 31400 Toulouse—aaftlse@aol.com