

La Gazette

**Groupe
Régional
Midi-Pyrénées**

N° 32

**Janv - Mars.
2015**



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 : aaaf-mp@sfr.fr
Site : www.3af-mp.fr

Editorial

Chers amis,

Ce premier trimestre 2015 a été riche en événements, laissez-moi vous en conter les faits principaux :

- ♦ Ce fut tout d'abord un congrès extrêmement passionnant, «More Electrical Aircraft» du 3 au 5 février 2015, en partenariat avec la SEE Aquitaine et Midi-Pyrénées et 3AF Aquitaine, en parallèle avec le congrès international FDFC (Fundamentals and Developments of Fuel Cells). Moment privilégié dont vous pourrez en lire le compte rendu dans cette gazette, écrit par notre excellente camarade de Bordeaux, Catherine Goetz : occasion unique de rassemblement de 300 participants, tous contribuant à l'excellence du congrès.
- ♦ Ce fut ensuite une visite de l'ONERA (Fauga), le 11 mars, une quinzaine de personnes eurent le privilège de visiter ce centre unique dans son genre.
- ♦ Et puis, fin mars, nous avons accueilli le 50^{ème} congrès d'Aérodynamisme, organisé par nos amis de la CT Aérodynamique, dirigée par Jean Délery, moment unique où notre Président national sut lui rendre hommage à sa juste valeur pour ses qualités personnelles ainsi que le travail produit.
- ♦ Deux conférences d'excellence :
 - Le mardi 20 janvier à 18h00 – à la Médiathèque José Cabanis, en partenariat avec l'AAE Drones : l'invasion maîtrisée Philippe Cazin, Haut conseiller ONERA – AAE & 3AF
 - Le mercredi 25 mars en partenariat avec la Cité de l'espace ATV : Bilan du programme Jean-François Clervoy – CNES, ESA, ASTRIUM
- ♦ Toutes ces manifestations démontrent le dynamisme de notre groupe régional et de l'implication des bénévoles qui ont contribué à leur organisation, nous les en remercions ici !
- ♦ Mais il ne faut pas oublier que nous sommes dans la phase finale de préparation d'un congrès symbolique de notre groupe régional : - ETTC, du 9 au 11 Juin 2015, en partenariat avec la SEE-MP, merci à Guy Destarac d'être toujours fidèle à son poste et d'œuvrer comme jamais !
- ♦ Et déjà se profile à l'horizon la prochaine édition d'ERTS² 2016, pour fin Janvier.
- ♦ Le bureau du GR Midi-Pyrénées espère que vous appréciez l'effort produit dans l'organisation de ces activités, permettant l'échange et l'épanouissement de nos connaissances personnelles.
- ♦ Se profile aussi, à l'horizon, notre prochaine AG, du 3 juin 2015. Vous en recevrez très prochainement un appel à candidature pour le prochain bureau que nous vous espérons accueillir avec bienveillance, n'oublions pas que c'est grâce aux bénévoles que notre Association vit et prospère.
- ♦ Ah, j'oubliais Air-Expo le samedi 30 mai à Muret, moment obligé, où la 3AF se doit d'être présente auprès des jeunes de 1^{ères} années de l'ENAC et de l'ISAE.

Francis Guimera

Visite du Centre ONERA du Fauga-Mauzac

Sommaire

1 Editorial

2 Visite du Centre ONERA du Fauga-Mauzac

5 Les nouvelles de l'Astronautique

6 Eclipse partielle de Soleil Vendredi 20 mars 2015

7 ARIANE 6, un nouveau lanceur pour l'Europe

8 L'année des planètes naines

11 Les nouvelles de l'Aéronautique

12 Inauguration du musée aéronautique AEROSCOPIA

13 Comment volera-t-on en 2050 ?

15 Colloque MEA 2015 More Electric Aircraft - Toulouse, du 3 au 5 février 2015

21 Les revues de presse EOS de Philippe

23 Appel à exposition ETTC 2015

25 Programme des conférences 2015

26 AIR EXPO 2015

Le 11 mars, une quinzaine de membres de la 3AF ont visité les souffleries F1 et F4 de l'ONERA sur le site du Fauga-Mauzac.

Nous avons été accueillis par Mr Jean Claude Traineau, Directeur des souffleries du Fauga et de Saclay (soufflerie CEPRA19). L'ONERA possède en plus du Fauga, des souffleries à Lille, Meudon et Modane.

Un peu d'histoire

En 1972, l'ONERA se voit confier par le Ministère de la Défense, la construction d'une grande soufflerie subsonique à haut nombre de Reynolds. C'est le site du Fauga-Mauzac qui sera retenu et la soufflerie F1 sera inaugurée en novembre 1977.



Depuis se sont installées la soufflerie F2 (recherche aérodynamique avec vélocimétrie laser) et la soufflerie hypersonique F4. D'autres activités sont aussi présentes sur le site avec le Département Modèles pour l'Aérodynamique et l'Energétique et le Département Optique Théorique et Appliquée.

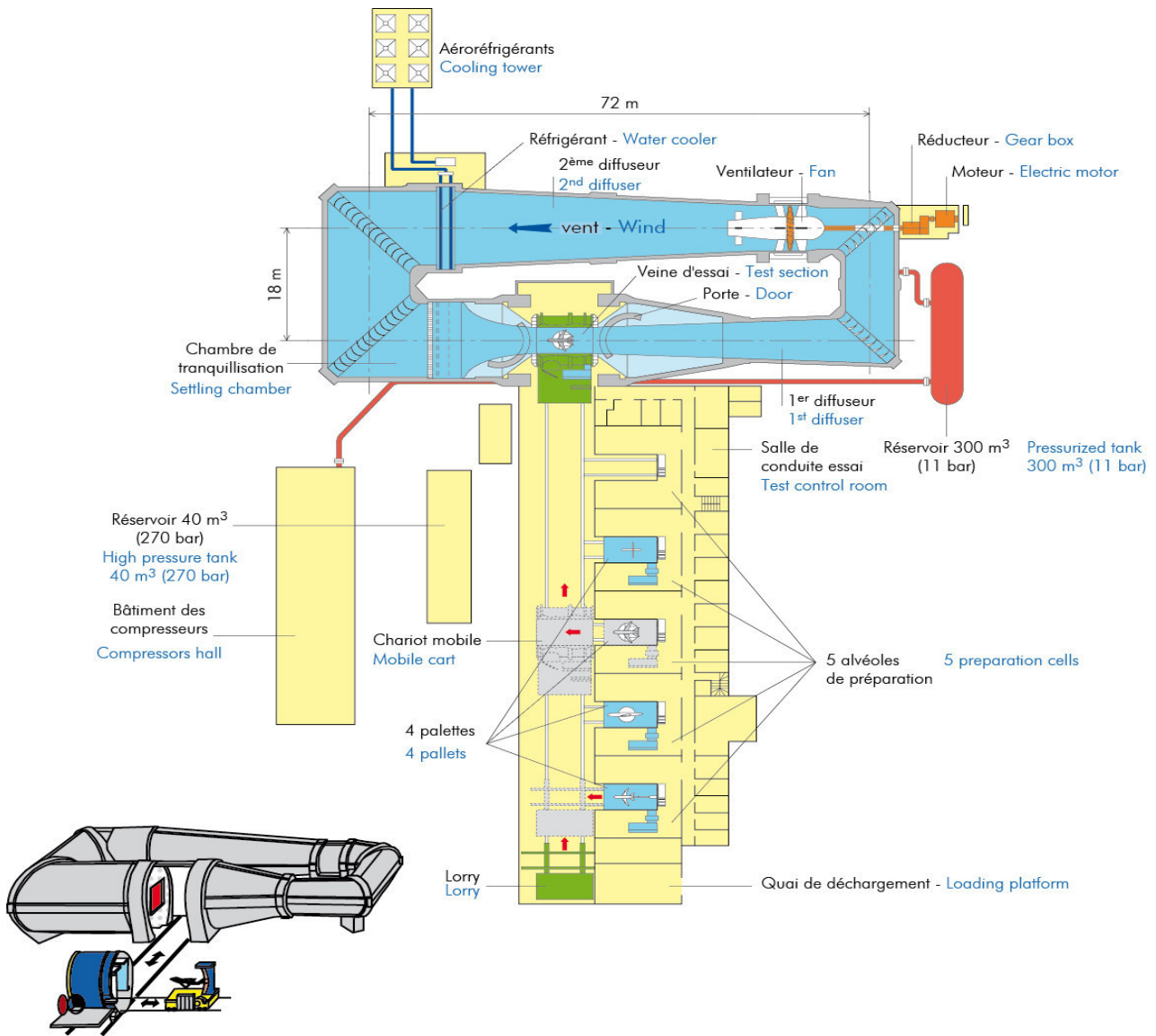
La soufflerie F1

La soufflerie F1 a été conçue par la direction des souffleries de Modane-Avrieux dirigée par Mr Marcel Pierre, Mr Jean Christophe étant chef de projet.

Elle a été pensée pour que le client bénéficie d'une productivité élevée; elle est en effet dotée de 5 palettes



équipées de leur chaîne d'acquisition de mesures recevant les maquettes qui, grâce à un chariot, peuvent accéder à la veine. Une palette peut être utilisée pour le montage et l'équipement de la maquette de l'essai à venir, pendant qu'une autre sert au démontage de l'essai précédent et qu'une troisième est en veine pour le déroulement de l'essai en cours.



La soufflerie F1 possède une veine rectangulaire de 3,5 par 4,5 mètres. Sa vitesse est de Mach 0,36 et est pressurisée avec une pression maximale de 4 bars. Plus d'informations techniques sont disponibles sur le site de l'ONERA.⁽¹⁾



C'est l'une des 2 souffleries au monde conçues pour optimiser les conditions de décollage et d'atterrissage. Mais pour l'avenir cette soufflerie aura besoin de subventions pour survivre faute de nouveaux programmes.

(1) Pour les lecteurs papier
<http://windtunnel.onera.fr/f1-subsonic-wind-tunnel-pressurized-high-reynolds-number-high-efficiency>
 ou sur notre site 3af-mp.fr

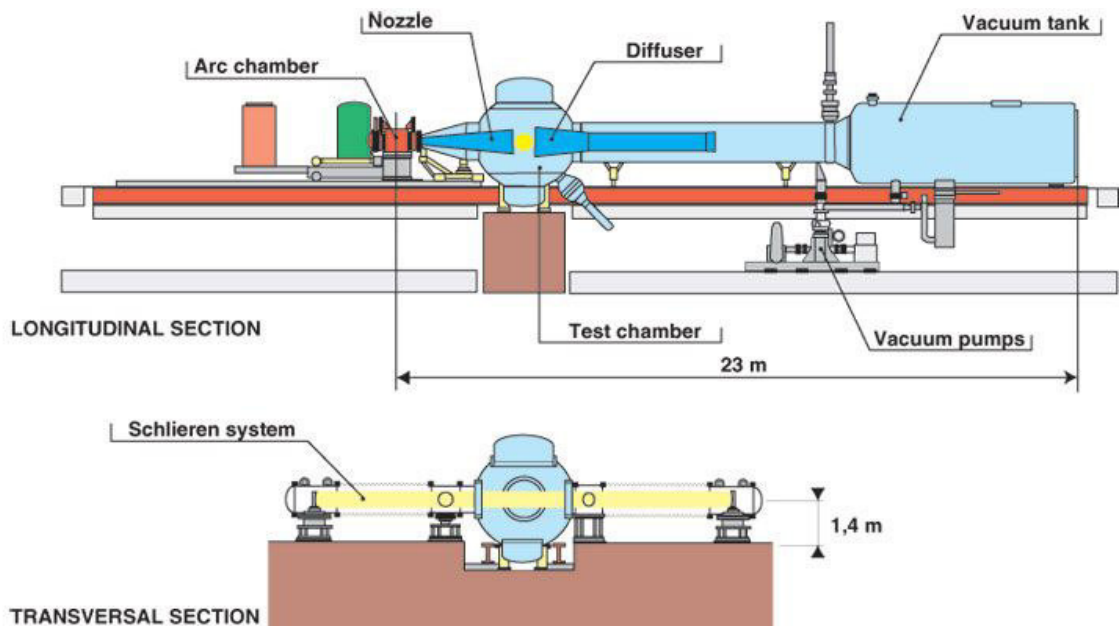
La soufflerie F4

La soufflerie F4 est une soufflerie hypersonique conçue au départ pour étudier la rentrée du véhicule HERMES dans l'atmosphère. Elle est utilisée pour étudier la rentrée de sondes dans l'atmosphère de différentes planètes car l'on peut reproduire sa composition. En effet, le principe consiste à amorcer un arc électrique dans un petit volume de gaz dont la pression peut monter jusqu'à 1000 bars lors de cette phase de chauffage qui dure de 30 à 130 ms. L'écoulement provoqué par la vidange de la chambre à arc à travers la tuyère dure 200 millisecondes environs.

Dans la chambre de test le noyau sain de l'écoulement, dans lequel est placée la maquette, a un diamètre de 400 mm, le nombre de Mach peut varier de 8 à 21 selon la tuyère utilisée et une enthalpie de 2,5 à 17 MJ/kg peut être obtenue. Plus de technique est disponible sur F4 ⁽²⁾

La puissance délivrée étant de 150MW (pendant la durée de l'arc) nécessite un puissant dispositif : un moteur spécial entraîne un lourd volant d'inertie et pour générer l'arc électrique le moteur est basculé en mode alternateur alimenté par le volant d'inertie.

Malheureusement, cette magnifique installation doit être prochainement mise sous cocon, faute de plan de charges.



En fin de visite, Mr Jean-François COIFFARD, chef des centres Midi-Pyrénées de l'ONERA nous rejoignait pour un pot de l'amitié.

Un grand merci au personnel de l'ONERA pour leur disponibilité durant cette visite, leur communication de photos, et un remerciement tout particulier à Jean-Claude TRAINEAU et Paul VIGUIER pour leurs présentations.

Jean Claude Torgue

(2) Pour les lecteurs papier <http://windtunnel.onera.fr/f4-hypersonic-wind-tunnel> ou sur notre site 3af-mp.fr



Groupe
Régional
Midi-Pyrénées



Ariane 5 ECA Launch - SATMEX 6 - THAIKOM 5 - May 27, 2008



Les Nouvelles de l'Astronautique

Eclipse partielle de Soleil Vendredi 20 mars 2015

observée en France métropolitaine aux alentours de 9h jusqu'à environ 12h selon le lieu d'observation.
A Toulouse, l'éclipse débuta à 9H13 pour atteindre son maximum à 10H19.



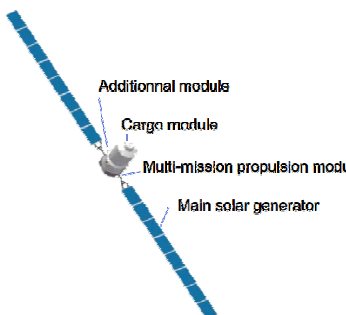
ARIANE 6, un nouveau lanceur pour l'Europe

Pascal Bultel

Expert Commission Exploration & Observation Spatiale



Vue des principales versions d'ARIANE 6



Vue du concept à propulsion avancée dévoilé par AIRBUS lors de l'EPIC 2014

Dans le domaine du transport spatial la fin de 2014 aura été marquée par le lancement effectif du programme ARIANE 6, rappel de la volonté européenne d'accès indépendant à l'espace pour tous types de missions.

Si le nouveau lanceur européen conserve des similarités avec la famille ARIANE 5 il intégrera également de multiples nouveautés. Les nouveaux moteurs solides reposeront sur une architecture plus avancée, plus performante, mais surtout moins coûteuse. Le concept général permettra de faire varier le nombre de boosters : 2 ou 4. ARIANE 6 s'appuie en effet sur le retour d'expérience d'ARIANE 5, mais aussi d'ARIANE 4. Cette modularité permettra d'obtenir une famille de versions, garantie d'une meilleure adéquation avec les besoins institutionnels et commerciaux : lourdes charges en orbite basse, plateformes intermédiaires en orbite héliosynchrone (800 X 800 km – i : 98,5°), satellites de télécommunications de plusieurs tonnes en orbite géostationnaire, missions d'explorations requérant un très fort incrément de vitesse.

Le corps central d'ARIANE 6 reprendra pour sa part le principe de l'Étage Principal Cryotechnique (EPC) d'ARIANE 5, colonne vertébrale du lanceur lourd européen. L'étage supérieur sera de type cryotechnique (oxygène / hydrogène), mais le HM7-B cédera la place à VINCI. Trois fois plus puissant que son prédécesseur avec ses 18 t de poussée, et son impulsion spécifique supérieur à 460 s le nouveau moteur doit permettre d'atteindre environ 5 t GTO avec ARIANE 62 et le double avec ARIANE 64.

Mais plus qu'une Isp élevée le moteur VINCI à cycle expander apportera un gain de souplesse opérationnelle significatif grâce à sa capacité à être allumé plusieurs fois. Il s'agit là d'un atout considérable dans le domaine de l'exploration. Le RL-10 équipant les lanceurs américains a maintes fois démontré l'intérêt de ce type de propulsion.

La possibilité de faire appel à une famille de lanceurs permettra d'adapter tant la « réponse transport » que le coût associé. L'impact de ce dernier point est généralement sous-estimé du fait de la part clairement minoritaire qu'il représente sur le coût total mission (inférieur à 20% pour ROSETTA). Si cet impact demeure globalement stable en relatif, il a augmenté dans l'absolu. D'autre part nombre de missions d'exploration européenne n'ont pas été effectuées avec ARIANE 5, mais avec des lanceurs étrangers de classe moyenne, tel le SOYOZ. ARIANE 6 assurera la faisabilité de ce type de missions légères, moyennes) dans de bonnes conditions économiques.

Les performances annoncées et la présence d'un moteur de 3ème étage performant permettent d'estimer que le futur lanceur réalisera un très large spectre de missions, allant de 20 t en orbite basse, à quelques centaines de kg pour les missions très énergétiques. En tir direct ARIANE 6 pourra : desservir les infrastructures en périphérie terrestre, transférer des charges utiles significatives dans le système solaire intérieur, atteindre des delta V très élevés pour l'exploration du système solaire extérieur (de Jupiter à la ceinture de Kuiper).

Avec des stratégies de tir indirectes et le recours à la propulsion électrique sur le module de mission il sera possible d'obtenir des performances encore plus élevées. Certains y pensent déjà. AIRBUS et THALES ALENIA SPACE ont profité du symposium EPIC organisé par l'Union Européenne fin 2014 pour présenter leurs réflexions. Complétée par un module à propulsion avancée ARIANE 6 permettra à l'Europe de rester en pointe dans le domaine de l'exploration.

L'année des planètes naines

Marc Rieugnié

Président Commission Exploration & Observation Spatiale

Alors que Rosetta poursuit son étude de Churyumov-Gerasimenko, deux sondes (américaines) s'apprêtent à étudier pour la première fois les deux premières planètes naines connues.

D'abord qu'est-ce qu'une planète naine ? Cette catégorie résulte de la définition d'une planète adoptée par l'UAI en 2006. Une planète est un corps qui :

- Est en orbite autour du soleil
- A une masse suffisante pour parvenir à un équilibre hydrostatique
- A nettoyé le voisinage de son orbite

Une planète naine est un corps qui ne répond qu'aux deux premiers critères. En résumé, c'est un corps qui physiquement est une planète mais qui dynamiquement n'a pas d'effet suffisant dans notre système planétaire pour mériter ce titre. La « destitution » de Pluton à l'occasion de l'adoption de cette définition a fait oublier que Cérès est la première planète naine découverte, le 1^{er} janvier 1801. A ce moment, tout comme Pluton 130 ans plus tard, elle a d'ailleurs été considérée comme une planète.

Les hasards de la programmation des missions et de la mécanique orbitale amènent donc deux sondes très différentes à commencer leur étude des deux premières planètes naines connues à quelques mois d'intervalle.



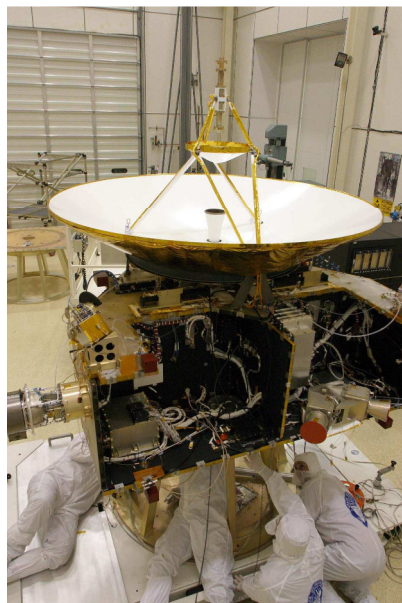
Lancement de New Horizons – Crédit NASA

Dawn ouvre le bal, en orbite autour de Cérès depuis le 6 mars, elle atteint sa première orbite de travail le 23 avril. C'est une sonde à propulsion ionique, tirant son énergie électrique et de propulsion de panneaux solaires de plus de 20m d'envergure, lancée le 27 septembre 2007 par une fusée Delta II. La performance de ce mode de propulsion lui a permis d'aller d'abord étudier l'astéroïde Vesta, autour duquel elle a passé plus d'un an en orbite en 2011-2012 avant d'en repartir vers Cérès. Là, elle changera plusieurs fois d'orbite, en fonction des besoins de son instrumentation. Ce profil de mission unique n'a été possible que grâce à la propulsion ionique. La fin de mission est prévue vers début 2016, par épuisement des gaz de son contrôle d'attitude.



Dawn - Crédit NASA

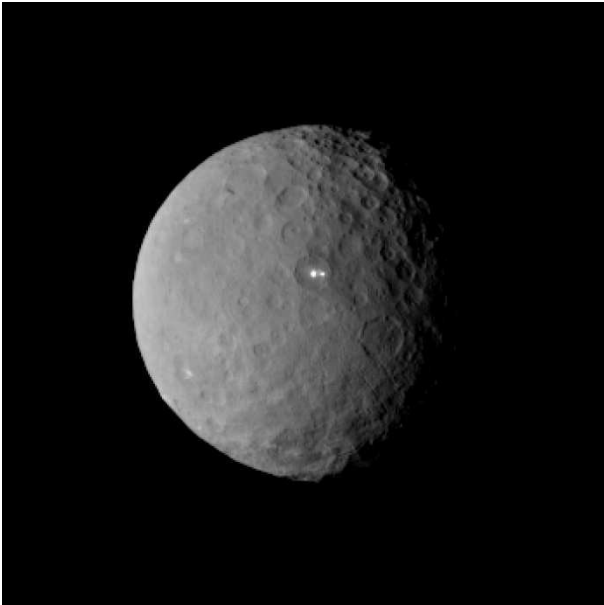
New Horizons, elle, est alimentée en électricité par une pile nucléaire. Elle est en route depuis le 19 janvier 2006 vers Pluton. Lancée à l'autre bout du système solaire par une Atlas V 551, bénéficiant de l'assistance gravitationnelle de Jupiter (le 28 février 2007, un an plus tard seulement!), elle effectuera un survol à la Voyager le 14 juillet au-dessus de Pluton. Si les images deviennent meilleures que celles prises depuis la Terre à partir de fin mai, l'essentiel de l'activité est concentrée en quelques jours frénétiques autour de la date du survol. Ensuite, étant donné le faible débit des communications à longue distance (2 kbit/s), il faudra un peu plus d'un an pour transmettre l'ensemble des données recueillies, quelques images étant transmises et diffusées dès le lendemain. New Horizons sera redirigée vers un objet de la ceinture de Kuiper d'une quarantaine de kilomètres qu'elle atteindra vers 2019.



*New Horizons
Crédit NASA/JHUAPL/SwRI*

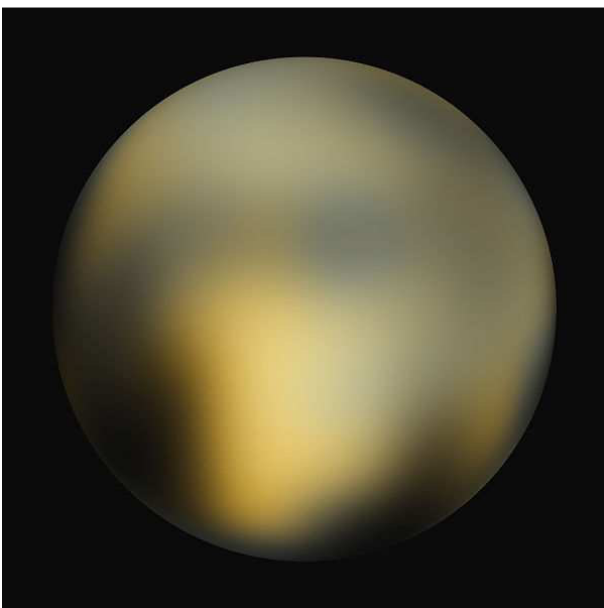
Que peut-on attendre de l'exploration des planètes naines ? On attend... l'inattendu. Ces objets sont physiquement des planètes indépendantes, même s'ils n'ont pas la masse nécessaire pour structurer leur environnement orbital autour du soleil. A ce titre, ils ont leur propre histoire, leur géologie.

On a détecté, à l'aide du télescope Herschell, de la vapeur d'eau autour de Cérès. Les premières observations (images de navigation) montrent des points brillants à la surface, des fractures, des reliefs adoucis, fluidifiés, tous témoins d'une activité interne sur ce corps d'un peu moins de 1000 km.



Cérès à 46000 km – Crédit NASA/JPL-Caltech/UCLA/MPS/DLR/IDA

On sait depuis longtemps que Pluton développe une atmosphère au voisinage de son périhélie. Le périhélie étant passé en 1989, on devrait donc observer cette atmosphère en voie de condensation... ou pas. Sur ce corps de 2300 km, on a vu des zones de teintes et luminosités différentes, on attend donc une géologie variée. L'environnement de Pluton, avec ses satellites gros (Charon- 1200km) et petits (Styx, Kerberos, Nix, Hydra – 10 à 100 km) doit lui aussi réserver son lot de surprises.



Pluton, cartographie d'après images du Hubble Space Telescope – Crédit NASA

Restez donc à l'écoute des sites de ces deux missions ces prochains mois, il y aura du nouveau !



**Groupe
Régional
Midi-Pyrénées**



Les Nouvelles de l'Aéronautique

Inauguration du musée aéronautique AEROSCOPIA

Alain Chevalier

Ca y est ! le mardi 13 janvier 2015, AEROSCOPIA a été inauguré ! Une bien belle inauguration. Tous les passionnés d'aéronautique sont aux anges devant cette belle réalisation. Bien sûr certains sont un peu déçus et auraient souhaité un musée plus grand, un musée plus « aéré » qui ambitionnerait de dépasser la dimension régionale et de s'autoriser à devenir la plus belle vitrine française à l'image de la capitale mondiale de l'aéronautique qu'est Toulouse.

Mais, force est de constater que, à côté des usines Airbus, AEROSCOPIA est là et bien là et que cette belle vitrine ne demande qu'à grandir, qu'à se développer et s'étoffer. C'est bien le principal que l'on puisse lui souhaiter et 3AF, membre de Terre d'Envol, est prête à s'y investir fortement pour participer au développement du rayonnement aéronautique français afin de « préserver la mémoire et développer l'avenir » comme le dit si bien Claude Terrazzoni.

Nous pouvons souhaiter également que le développement du musée devienne un efficace support pour l'organisation de grandes manifestations scientifiques internationales. Ce serait un formidable écrin pour accueillir entre autres nos congrès 3AF tels que : ERTS sur les systèmes embarqués critiques, ETTC sur les télémesures, voire MEA sur l'avion plus électrique.... Pour cela il faudra développer en parallèle les structures nécessaires : salles de conférences et d'expositions, restauration, transports rapides vers le centre ville toulousain. De telles synergies existent dans de nombreux pays et en particulier aux Etats-Unis et force est de constater que ça fonctionne très bien.

Alors rêvons un peu !



Comment volera-t-on en 2050 ?

Conférence donnée par Jean-Claude Ripoll en l'Hôtel d'Assézat

Jean-Michel DUC

Cette conférence s'inscrivait en contrepoin t du dossier publié par l'Académie de l'Air et de l'Espace, « Comment volerons-nous en 2050.

Les acteurs du transport aérien affichent des prévisions de croissance exponentielles jusque vers 2035, dont l'extrapolation conduit à des chiffres très élevés pour le trafic en passagers-kilomètres-transportés (PKT) et en nombre de vols. Avec l'AAE la projection est plus modérée, décalant de tels niveaux d'une quinzaine d'années. Une analyse de la croissance passée montre une relative constance de la part du PIB consacrée au déplacement par air, avec une perspective de légère croissance. On retient pour la croissance du PIB mondial, non pas les promesses de cabinets comme Goldman-Sachs, mais des études d'organismes plus discrets comme le CEP II, qui conduisent à un triplement du PIB mondial vers 2050. Malgré un baril de pétrole atteignant 250 \$, les améliorations techniques et organisationnelles limitent l'augmentation du prix du billet. Au total le trafic en PKT serait aussi triplé, et le nombre de vols doublé. Ce qui laisse de belles perspectives pour les constructeurs, compte tenu de la pression pour le renouvellement des flottes par des appareils plus économes.

Le conférencier avance que l'évolution du trafic devrait plutôt suivre une « courbe en S », les marchés émergents (Chine par exemple) se situant dans la partie de croissance exponentielle, le marché américain dans la partie linéaire et les marchés matures (Europe) approchant la saturation, l'étude de l'AAE confirmant cette modération pour l'Europe. Ce ralentissement à long terme devrait être favorable à la tenue des engagements pris par la profession en matière d'émissions de gaz à effet de serre. Certes une réduction de ces émissions à 50% de celles de 2000 en 2050 est irréaliste, mais une stagnation proche du niveau de 2020 est envisageable, grâce au tassement de la croissance et à une mise en service accélérée de nouvelles générations d'appareils accompagnée d'amélioration de la gestion des vols par le contrôle de la circulation, et une participation des biocarburants. Il restera cependant nécessaire de compenser une partie des émissions par des achats de droits sur le marché.

Un point important apparaît, celui de la disponibilité du carburant spécifique de l'aviation, le JetFuel, issu de la tranche « kérosène » du raffinage des bruts. Une comparaison des besoins avec les prévisions de production de pétroles bruts laisse augurer d'un déficit dans la période 2035 à 2045, avec un manque d'environ 200 Mt vers 2050. Les biocarburants, même achetés très cher, ne suffiront pas, et il faut s'attendre à fabriquer des produits industriels tels que le CTL et surtout le GTL. Des investissements seront nécessaires, en particulier pour produire du kérosène à partir des minerais asphaltiques. Ce problème exige une attention soutenue de la part des responsables politiques européens.

Un autre domaine de préoccupations est celui de l'évolution des aéroports. Devenues des entreprises à part entière vouées à la recherche de profits, ces infrastructures en position de monopoles du contact au sol peuvent avoir une politique engendrant des conflits, tant au sujet de l'écoulement des trafics qu'en termes d'aménagement des territoires.

Tout le modèle économique du transport aérien est donc en cause, notamment celui des entreprises dites « compagnies aériennes » dont les résultats financiers laissent perplexes dans un contexte de croissance soutenue du marché. Le panorama du secteur devrait changer, avec une mondialisation plus nette, au risque des compagnies européennes.

Quant au type d'appareils qui sillonneront tous les cieux de la planète, 2050 ne verra pas beaucoup de formule révolutionnaire, compte tenu que les modèles actuellement en production voleront encore, et que la formule « tube and wings » peut significativement progresser.

Bien que réduites par rapport aux annonces de l'industrie, ces prévisions sont en réalité optimistes, car elles supposent que les progrès techniques et organisationnels seront effectifs, grâce à des programmes de recherche conséquents, comme Cleansky et SESAR en Europe.

La technologie et l'organisation donnent encore au système de transport aérien des marges d'adaptation aux exigences du nouveau siècle ; régulièrement décrié dans la période de médiatisation du problème énergétique sous couvert de risque climatique, le transport aérien pourrait paradoxalement finir par apparaître comme un élément modèle du développement durable de l'humanité sur terre



Colloque MEA 2015 More Electric Aircraft - Toulouse, du 3 au 5 février 2015

« Les avions sont des jouets scientifiques intéressants, mais ils ne présentent pas de valeur militaire »,

Ferdinand Foch, Maréchal de France, de Grande Bretagne et de Pologne, 1911

Malgré les intempéries neigeuses qui ont fortement perturbé les trafics routier et aérien toulousains, le colloque MEA 2015 organisé par 3AF et SEE a accueilli près de 250 participants dont 80 internationaux de 16 nationalités différentes : Royaume Uni, Allemagne, Russie, Etats Unis, Grèce, Chine,... (Fig. 1).

5 sessions orales totalisant 25 exposés ont alterné avec 3 sessions posters présentant 78 panneaux et une exposition de 11 stands industriels : autant de briques apportées à l'avion plus électrique !



Figure 1 : Session d'ouverture, le 3 février à 14h

Depuis plus de cent ans l'électrification des transports progresse, mais elle s'est considérablement accélérée au cours de la dernière décennie qui a été marquée par l'entrée en service fin 2011 du Boeing 787 Dreamliner, l'avion 'le plus électrique'.

Dans le même temps, la filière aéronautique européenne s'est mobilisée autour d'une feuille de route stratégique en faveur de l'environnement, prévoyant à horizon 2050 une réduction drastique du bruit perçu, de l'émission des gaz à effet de serre (CO₂) et des polluants locaux (NO_x). Le secteur de l'aviation doit être compétitif, fiable et propre, et l'avion plus électrique peut y contribuer.

C'est ainsi que les programmes pilotés par CleanSky, qui finance 85% de la recherche aéronautique européenne, permettront d'identifier quels systèmes innovants vont économiser de la puissance propulsive donc du carburant, de développer des technologies pour ces systèmes, d'évaluer finement leur maturité et de quantifier leurs bénéfices en s'appuyant sur des essais en vol. L'approche 'plus électrique' est présentée ci-dessous en cinq volets.

1- Rationalisation de l'énergie à bord au bénéfice de l'électrique

Un avion civil 'conventionnel' (hors Boeing 787) dispose de 4 sources d'énergie à bord (moteur, APU¹, éolienne secours ou RAT², batteries), produisant 4 types d'énergie (mécanique, hydraulique, électrique et pneumatique³).

L'énergie mécanique du moteur met en mouvement les pompes à huile et à carburant ainsi que :

- les pompes hydrauliques qui génèrent l'énergie hydraulique,
- les génératrices électriques qui fournissent l'énergie électrique.

L'énergie pneumatique est issue d'un prélèvement d'air chaud comprimé dans les étages intermédiaires du compresseur du moteur.

Plus de 95% de la puissance produite par les moteurs sert à mouvoir l'avion, les 3 à 5% restant permettant d'alimenter les systèmes non propulsifs. La répartition entre les puissances hydraulique, électrique et pneumatique consommées est variable selon les phases du vol, mais ces puissances ne sont pas transférables d'un système à l'autre. Ainsi la puissance hydraulique nécessaire pour actionner les aérofreins ne va servir que quelques minutes à l'atterrissage.

¹ APU : Auxiliary Power Unit

² RAT : Ram Air Turbine

³ Le moteur produit ces 4 sources, tandis que l'APU ne produit que de l'énergie pneumatique et électrique, et que la RAT fournit, selon les avions, de l'énergie hydraulique ou électrique

D'où l'idée de rationaliser le réseau de puissance au détriment du pneumatique ('bleedless') et de l'hydraulique ('hydraulicless'), remplacés progressivement par l'électrique (Fig. 2) : cela permettra de mieux gérer les marges de puissance, avec notamment des commutations pertinentes dans l'alimentation des différents équipements au cours du vol.

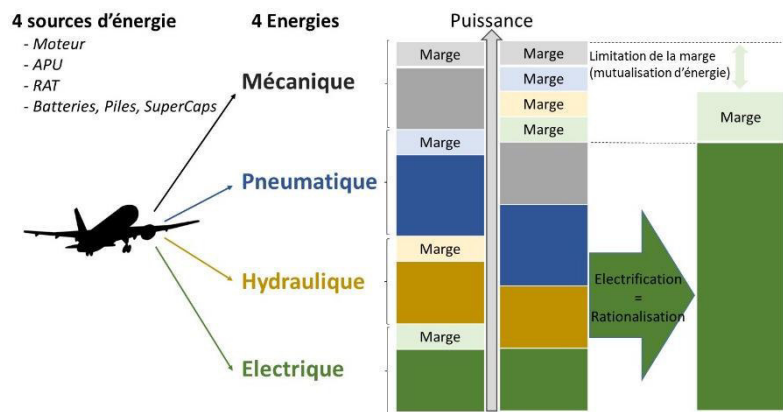


Figure 2 : Rationalisation du réseau de puissance

Cette architecture devrait entraîner :

- une diminution de la masse embarquée à fonctionnalités égales,
- une diminution de la consommation des moteurs, aujourd'hui très pénalisés par le prélèvement d'air du réseau pneumatique,
- des gains de temps en production,
- une diminution des coûts de maintenance (les systèmes électriques sont auto surveillés), et plus de disponibilité.

De nouvelles fonctions pourraient apparaître, les marges de progrès technologiques étant beaucoup plus conséquentes avec l'électrique.

Le colloque MEA 2015 a permis de dresser un panorama des programmes qui permettront d'aboutir à une telle électrification, de leurs enjeux, de leur niveau de maturité en termes de TRL⁴, et de leur intégration sur l'avion. Les travaux portent à la fois sur le portage d'équipements et de systèmes vers le réseau électrique (2), la génération et la distribution électriques à bord de l'aéronef (3), de nouvelles sources de puissance électrique (4) ainsi bien sûr que la motorisation plus électrique si on se projette à plus long terme (5).

2- Portage d'équipements et de systèmes sur le réseau électrique

Tendance 'bleedless' : le réseau électrique remplace le réseau pneumatique

Boeing, avec son 787 Dreamliner, a mis en service le premier avion 'bleedless' en rendant électriques :

- Le système de conditionnement d'air ou ECS, Environmental control system, qui injecte dans l'avion un air à température, hygrométrie et pression satisfaisantes : le prélèvement d'air sur réseau pneumatique a été remplacé par une prise d'air extérieure couplée à des compresseurs alimentés par des moteurs électriques.
La puissance requise par un e-ECS⁵ est considérable (250kVA), nécessitant des armoires électriques lourdes, alimentées en +/-270V et à refroidissement liquide. Mais le bilan est favorable selon Boeing qui communique sur la qualité de l'air en cabine du Dreamliner.
- Le système d'antigivrage et de dégivrage des voilures ou WIPS, Wing ice protection system, qui permet d'éviter (anti-ice) ou d'éliminer (de-ice) la formation de glace sur les ailes : l'air chaud du réseau pneumatique a été remplacé par un système électro thermique installé dans les volets de bord d'attaque.
- Le démarrage moteur ou starter : une batterie permet de démarrer l'APU qui fournit l'énergie électrique nécessaire au démarrage du moteur ; c'était déjà le cas sur les Boeing 737 NexGen.
- Le freinage, avec un système fourni par Safran Messier Dowty.

⁴ TRL : Technology Readiness Level

⁵ e-ECS : Electrical ECS, de façon générale e-System se réfère à un système alimenté électriquement

Dans le même temps les européens avancent, puisqu'un programme CleanSky permettra à Airbus, GKN Aerospace, Goodrich, Liebherr, Saab, Sonaca, Thales et Zodiac Aerospace, d'évaluer à partir du 4^{ème} trimestre 2015 le comportement en vol des e-ECS, e-Electro Mechanical WIPS et e-Electro thermal WIPS : confort, traînée aérodynamique induite, consommation, poids, fiabilité, maintenabilité.

Par ailleurs le 5X, dernier-né de la famille Dassault Falcon qui devrait effectuer son 1^{er} vol début 2015, sera équipé d'alternateur-démarrateurs Thales avec des moteurs brushless alternatifs à fréquence variable (115V), pour son APU Pratt&Whitney et ses moteurs Snecma Sylvercrest.

Tendance 'hydraulicless' : le réseau électrique 'remplace' le réseau hydraulique

Airbus fait figure de tête de proue avec l'A380 où le réseau hydraulique 3H⁶ a été remplacé par un réseau plus électrique 2H2E⁷ assurant l'alimentation des actionneurs des commandes de vol. Cela a entraîné l'électrification :

- D'un certain nombre d'actionneurs, baptisés EHA (Electro hydrostatic actuator) ou EBHA (Electrical back-up hydraulic actuator), pouvant être activés en mode secours par une micro-pompe hydraulique, elle-même entraînée par un moteur électrique. Quinze années de recherche ont été nécessaires pour amener à maturité (TRL9) ces actionneurs développés par UTC Aerospace, et les études se poursuivent pour améliorer la fiabilité, le coût et le poids grâce à la fabrication additive.
- De l'éolienne secours pour alimenter les moteurs électriques des commandes de vol.

Les bénéfices annoncés par Airbus sont édifiants, avec un gain de poids de 250kg pendant que la pression hydraulique est passée de 3000 à 5000PSI suite à une diminution de charge.

L'A350XWB intègre d'ailleurs aussi un actionneur de plan horizontal réglable électrique.

UTC Aerospace a présenté ses avancées en termes d'actionneurs électro mécaniques, baptisés EMA (Electro mechanical actuators), qui devraient arriver à un TRL 6 en 2017 dans le cadre du programme GENOME⁸. Le risque de grippage reste l'élément dimensionnant d'une technologie qui pourrait aboutir à horizon 2040, avec éventuellement de nouveaux entrants issus de l'automobile comme l'allemand Schaeffer Group.

L'A380 est par ailleurs équipé d'inverseurs de poussée électriques fournis par Honeywell, Safran Labinal Power System et Aircelle.

Un réseau électrique toujours plus sollicité

Le système de taxiage électrique, ou Electric green taxiing system (EGTS) est un exemple de sollicitation nouvelle.

En 2012 Lufthansa Technik avait présenté des expérimentations de roulage sur piste avec un moteur électrique à la place d'un jeu de disques de frein. Cette année Safran a exposé un train principal développé en partenariat avec Honeywell, intégrant un moteur électrique sans enlever de disque de frein (Fig. 3). Il leur a fallu requalifier le train suite à l'augmentation de masse et à la modification du comportement vibratoire.



Figure 3 : Jambe de train Safran Honeywell motorisée

Ce type de système présente d'avantage d'intérêt pour les avions monocouloirs court ou moyen-courriers, qui font plusieurs rotations dans la journée : pour un A320 par exemple, on attend une réduction de consommation de carburant de 3% et une diminution des gaz polluants (CO₂ et NO_x) de 50 à 75% lors de la phase de roulage.

⁶ 3H : sur les avions conventionnels, il y a 3 circuits hydrauliques indépendants

⁷ 2H2E : sur les avions Airbus à partir de l'A380, 1 circuit hydraulique a été remplacé par 2 circuits électriques

⁸ GENOME : Programme de recherche français, Gestion optimisée de l'énergie

L'accroissement des 'besoins commerciaux' qui nécessitent l'alimentation électrique des sièges, des cuisines et des systèmes de distraction en vol (IFE⁹) est également édifiant. A titre d'exemple, la puissance requise a cru de 30% entre l'A330 et l'A350XWB, passant de 33kVA à 42kVA malgré les progrès importants de l'électronique.

3- Développement et optimisation de la génération et de la distribution électriques

L'Airbus A320 (1988) embarque environ 450 systèmes électriques, soit 3 fois moins qu'un A380 (2007), avec une consommation globale qui est passée de 150kW à 600kW.

Le Boeing 787 Dreamliner consomme 1,4MW.

Générer plus d'énergie électrique à bord et la distribuer de façon optimale sont un véritable défi pour l'avion plus électrique, tant pour les universitaires (Université de Nottingham, Laplace de Toulouse,...) que pour les industriels (Airbus, Dassault, Liebherr Aerospace, Safran, Thales, Zodiac, TTTech, ...).

Cela nécessite :

- L'augmentation des tensions d'alimentation à bord, qui sont passées de 115V/400Hz à 230VAC VF sur A380XWB, et à +/-270HVDC sur Boeing 787. Des tensions qui pourraient atteindre dans le futur 800VDC à condition de maîtriser le risque de claquage électrique, donc d'incendie au niveau des structures composites...
- La densification de l'énergie : dans les années 2002 à 2006, les technologies d'électronique de puissance permettaient des densités de l'ordre de 1 à 2kW/kg, de 2009 à 2012 on est passé à 10kW/kg et le colloque a montré que des valeurs de 15kW/kg sont envisagées en 2020.
- La gestion thermique en corollaire, grâce à des composants en carbure de silicium capables de fonctionner à des températures élevées, et des systèmes de refroidissement performants à air et liquide.
- La prise en compte des problèmes d'émissions conduites ou rayonnées
- La structuration du réseau électrique qui doit être optimisé en termes de modules de puissance, de charges et de reconfiguration. Le poids, la sécurité, la fiabilité, les coûts de production et de maintenance, la simplicité doivent être les principaux drivers de cette évolution.

Avancer pas à pas, évaluer la maturité des technologies au moyen de plateformes de test au sol comme 'Electrical Cooperbird' financé par Cleansky, puis d'essais en vol, sont les clés de la réussite d'une montée en puissance de l'électrique, qui déplace d'ailleurs les frontières définies par les ATA¹⁰ depuis la seconde guerre mondiale.

L'évolution de l'APU proposée par Safran Microturbo en est une illustration (Fig. 4).

Outre la fonction classique de démarreur 'propre' du moteur (y compris en vol), c'est une source d'énergie à bord qui pourrait être amenée à répondre à la problématique de puissance électrique à la demande (POD¹¹), modifiant les limites des ATA 21 (Air conditioning and pressurization), 24 (Electrical power), 36 (Pneumatic) et 49 (Airborne auxiliary power). Les efforts de conception et la fabrication additive en font également un système très prometteur, avec des gains de masse de l'ordre de 40%.

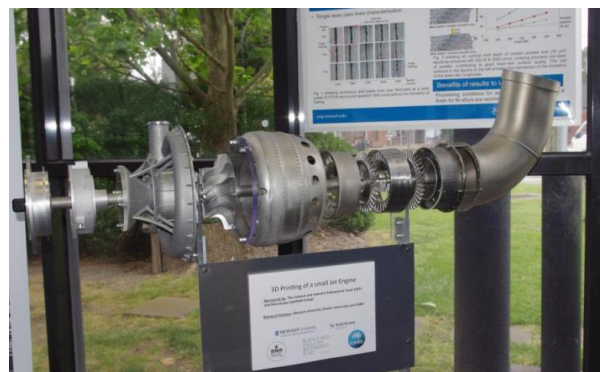


Figure 4 : vue APU Safran Microturbo - technologie 3D

⁹ IFE : In Flight Entertainment

¹⁰ ATA : Air Transport Association of America

¹¹ POD : Power On Demand

4- De nouveaux entrants : super condensateurs, piles à combustibles et batteries

Pour le stockage et la restitution d'énergie, l'avion plus électrique bénéficiera des avancées des secteurs automobile et naval dans le domaine des supers condensateurs, des piles à combustibles et des batteries, tout en nécessitant des développements spécifiques.

Airbus Helicopters travaille sur l'optimisation du démarrage électrique d'un moteur d'hélicoptère à partir de supers condensateurs (super caps) couplés à une batterie.

Le sujet des piles à combustible a été abordé lors d'une session commune avec le colloque FDFC¹² qui se tenait également au centre des congrès Pierre Baudis. Ces piles, 'propres' et efficaces, génèrent de l'électricité, de la chaleur, de l'eau et du gaz pauvre en oxygène, à partir d'hydrogène et d'air (Fig. 5).

S'appuyant sur le projet Hycarus, Hydrogen Cells for Airborne Usage qui réunit 5 pays européens, Zodiac Aerospace envisage d'amener au TRL6 en 2016 un système de piles à combustibles pour :

- alimenter électriquement les sièges, les cuisines et le système de distractions en vol,
- fournir de l'eau pour la cuisine, les chariots réfrigérés et les toilettes,
- fournir de l'air pauvre en oxygène pour rendre les réservoirs de fuel inertes.

Des systèmes hybrides Piles-Batteries sont en cours d'évaluation par le centre allemand de recherche aérospatiale (DLR) sur son nouvel avion expérimental, l'Airbus A320-232 D-ATRA. Safran Snecma a présenté sa feuille de route 2015-2025 pour le développement d'unités de puissance à base d'hydrogène, intégrant des piles à combustible à membrane électrolytique polymère haute température (au lieu du platine) et un stockage d'hydrogène solide.

Quant aux batteries à haute énergie, le bilan prospectif du CEA permet d'espérer des énergies massiques de l'ordre de 500Wh/kg à horizon 2025, mais on est encore loin du contenu d'1kg de kérosène.

5- De l'avion plus électrique à l'avion tout électrique, évolution de la motorisation

Dans le domaine de la propulsion, Airbus Group annonce une première version industrialisée du petit avion E-Fan pour 2017. Répondant à un besoin de formation ab-initio à prix compétitif, 100% électrique avec une autonomie de vol d'1h15, il devra se conformer au cadre réglementaire fixé par l'EASA¹³ (ASTM 2840¹⁴). Zodiac et Safran ont relevé le défi en prenant en charge respectivement la génération/distribution d'énergie électrique et la propulsion électrique. Toutefois, il est clair que la propulsion électrique totale d'un monocouloir n'est pas envisageable à moyen terme : il faudrait de l'ordre de 10MW pour un A320.

L'avion hybride E-Thrust d'Airbus Group pourrait être une étape intermédiaire à horizon 2050 : des études menées avec Rolls Royce convergent vers une propulsion distribuée optimisant l'aérodynamique. Une turbine à gaz 'recollerait' la couche limite et six moteurs électriques supraconducteurs entraîneraient des petites soufflantes intégrées aux ailes, avec un taux de dilution de 20, soit 2 fois plus que les turboréacteurs actuels.

Côté hélicoptères, différentes architectures ont été évaluées par Airbus Helicopters, mais à ce jour la seule application pertinente concerne l'utilisation du moteur électrique pour suppléer à une défaillance du moteur principal de l'hélicoptère, et permettre au pilote de maîtriser son appareil pendant la descente afin de le poser en toute sécurité. Des essais en vol prometteurs ont été menés en 2011 sur un démonstrateur hybride AS350 Ecureuil, mais ils doivent encore être consolidés.

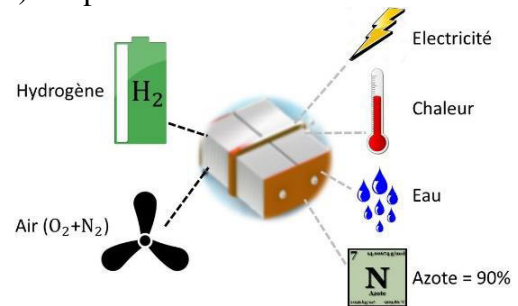


Figure 5 : Principe de la pile à combustible

¹² FDFC : Fundamentals and Development of Fuel Cells

¹³ EASA : European Aviation Safety Agency

¹⁴ ASTM 2840 : Standard practice for design and manufacture of electric propulsion units for light sport aircraft

L'entrée en service de ces développements se fera progressivement. Elle entraînera de nouveaux acteurs mais aussi des sortants au niveau de la supply chain aéronautique dont la structuration, essentielle pour la compétitivité du secteur, fait l'objet d'une attention toute particulière de la part de Tompasse.

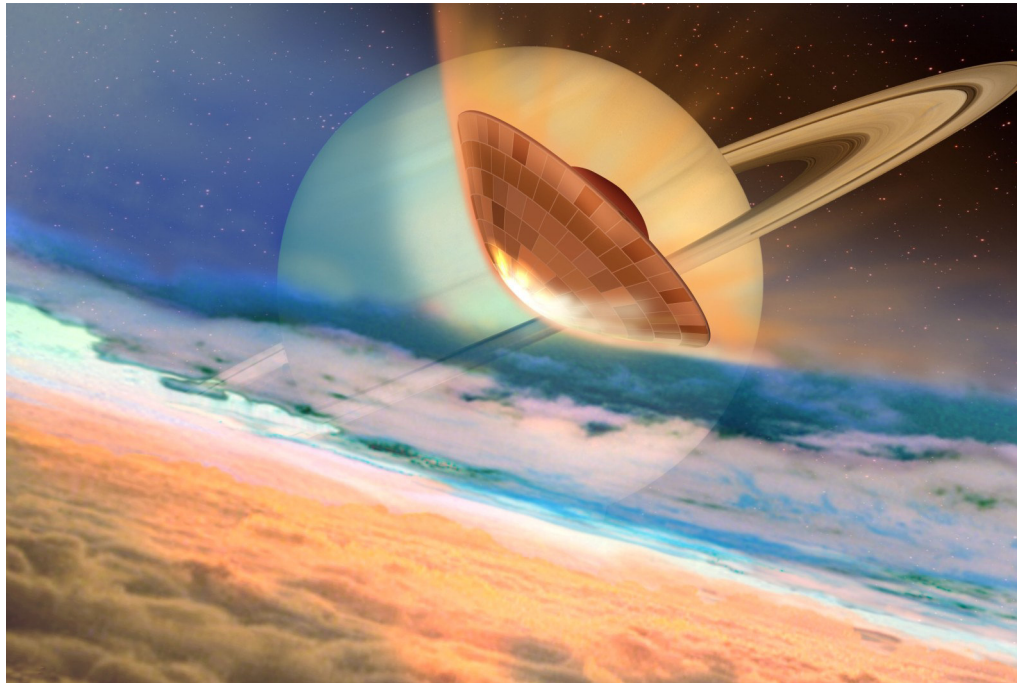
La mise en place d'une dynamique gagnante pour les équipementiers, les avionneurs et les compagnies aériennes passera par la maîtrise des coûts (standardisation, modularité, facilité d'intégration, maintenance simplifiée et consommation réduite) et la différenciation (technologies clés, nouvelles fonctions, plus de services).

Les industriels, qui pratiquent plus que jamais l'intelligence économique, sont malgré tout amenés à coopérer dans une logique de partenariat gagnant-gagnant. La Chine était d'ailleurs au rendez-vous, représentée par la société COMAC (Commercial Aircraft Corporation of China) créée en 2008. Avec plus de 20 ans de retard sur les recherches américaines et européennes, elle dispose depuis 2010 d'un centre de recherche en partie dédié à l'avion plus électrique, et souhaite porter des technologies électriques sur ses aéronefs. C'est d'ailleurs ce qu'elle a fait pour les inverseurs de poussée du C919, en partenariat avec Safran Aircelle, Labinal Power Systems et Sagem.

On peut regretter l'absence de participation à ce colloque des autorités de certification qui interviennent lors de la délivrance du certificat de navigabilité, mais l'évolution vers l'avion plus électrique est inéluctable, avec comme ligne directrice l'innovation, l'efficacité, la simplicité d'utilisation, l'écologie et la performance économique à laquelle on pourrait ajouter la satisfaction du client.

Catherine GOETZ - ENSAM

Les Revues de Presse de Philippe

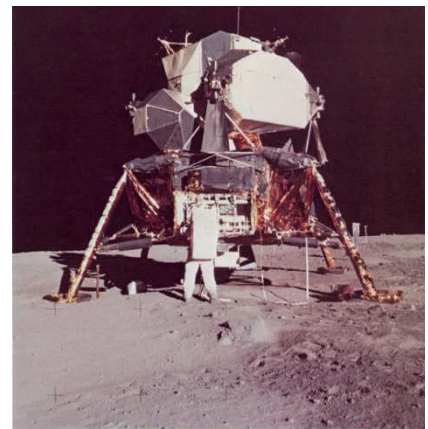


Un peu d'histoire...

N'en déplaise à ceux et celles qui en doutent encore, les Astronautes Américains de la mission lunaire Apollo 11 Neil Alden Armstrong (récemment décédé) et Edwin Eugene Aldrin junior, dit Buzz Aldrin, ont été les premiers êtres humains à marcher sur la lune, pendant que leur compatriote Michael Collins était en orbite lunaire à bord du module de commande CM (Command Module). Les images prises depuis l'orbite lunaire par la sonde spatiale LRO nous le prouvent. On y voit, notamment, le LM (Lunar Module) d'Apollo 11 sur la surface lunaire.

Chose que l'on sait moins : c'est la société Héroux (actuellement Héroux-Devtek) qui a fabriqué, à l'époque, le train d'atterrissage (ou, devrait-on dire plutôt, dans ce cas, d'alunissage...) quadripode de l'EAGLE. Fait encore moins connu, c'est que le LM fut soudé par une machine française Sciaky.

Il y a donc un peu de technologies et de savoir-faire français qui ont contribué à cet exploit !



Credit : Flight International Credit : NASA /GSFC / Arizona State University Credit : NASA

Première en Europe : Etude co-pilotée par le CNES et le MEDES testant l' « immersion sèche ».

La méthode de l' « immersion sèche » a été mise au point par les scientifiques russes. Elle simule au sol l'impesanteur et est utilisée pour évaluer les effets de l'impesanteur sur le corps humain.

Entre le 12 janvier et le 19 février 2015, 12 individus masculins, entre 20 et 45 ans d'âge, ont fait l'objet de tests selon cette méthode à la clinique spatiale du MEDES à Toulouse située sur le site de l'Hôpital de Rangueil.

Dans le passé, des études d'alitement (« Bed-Rest ») ont été menées au MEDES.

Ces deux méthodes, de « concepts » différents, seraient complémentaires.

L' « immersion sèche » permet d'évaluer les variations physiologiques concernant la masse corporelle et la force musculaire, mais aussi d'autres systèmes (osseux, cardiovasculaire, nerveux).



CONFERENCE EUROPEENNE DES ESSAIS ET TELEMESURE

EUROPEAN TEST AND TELEMETRY CONFERENCE



EXHIBITION

**9-11 JUIN 2015
JUNE 9-11, 2015**

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



ETTC 2015 EXHIBITION



Pierre Baudis – Toulouse - Congress Center

This unique event will bring together more than 300 participants: directors, managers, department leaders, engineers, researchers and technicians. Representatives from industry and government test ranges, universities and research centres, as well as journalists, will also participate. An exceptional line-up of guests and speakers will be present for the occasion.

The Exhibition area is adjacent to the conference area. Attendees will be able to visit stands during the symposium. Breaks, lunches and a convivial cocktail will be held in the exhibition.

Stands can be reserved to be ready for immediate entry. This offer is limited and it is highly recommended to book your place as early as possible by returning the attached form.

Exhibit booth module 9 m², with option to group several modules:

Comprising:

- Melamine partitions
- Aluminium sections
- 70-mm cross bar
- Banner
- 1 strip with 3 spotlights
- 1 table, 2 chairs ,1 counter
- 1.5 kW power strip
- Conference registration for 2 people
- Standard catalogue advertisement

9 m² STAND RATE:3500 € VAT included .

For ordering any other items (furniture, flowers...) to improve the booth, please refer to the exhibitor guide available on ETTC 2015 website: www.ettc2015.org

Your contact:

Joëlle Stella
3AF – 10, avenue Edouard Belin – 31400 Toulouse – FRANCE
Tél. : 33 (0) 5 62 17 52 80
Fax : 33 (0) 5 62 17 52 81
ettc2015@sir.fr



Ce programme peut être modifié – 3 semaines avant les conférences, le site internet est mis à jour

Mardi 20 janvier à 18h00 – à la Médiathèque José Cabanis, en partenariat avec l'AAE

Drones : l'invasion maîtrisée

Philippe Cazin, Haut conseiller ONERA – AAE & 3AF

Mercredi 11 mars à 15h00

Visite du Fauga Mauzac : Les souffleries F1 et F4

Mercredi 25 mars à 18h30 - à et en partenariat avec la Cité de l'espace

De la Terre à l'ISS, le grand succès du programme ATV

Patrice Benarroche, Chef de projet ATV-CC au CNES

Mercredi 8 avril à 17h00 en partenariat avec l'AAE

Visite Aircelle + conférence «Histoire des nacelles»

Patrick Gonidel, Aircelle

Mercredi 29 avril à 18h30 - à et en partenariat avec la Cité de l'espace

Nanosats, où en est-on ?

André Laurens, Expert système au PASO (Plateau d'Architecture des Systèmes Orbitaux) du CNES

Mercredi 3 juin à 18h00 à l'ENAC, en partenariat avec l'AAE

L'imagerie Laser

Nicolas Rivière, ONERA

Sera précédée à 16h30 par l'Assemblée Générale du groupe régional Midi-Pyrénées

Mercredi 10 juin à 18h30 - à et en partenariat avec la Cité de l'espace

Copernicus, des sentinelles pour notre avenir

Hervé Jeanjean, Expert senior, Coordination de l'Exploitation des Données en Observation de la Terre & Copernicus

Mercredi 16 septembre

Viste de SOCATA & TURBOMECA

Jeudi 24 septembre à 18h30 - à et en partenariat avec la Cité de l'espace

Se nourrir dans l'espace, entre plaisir et nécessité

Stéphane Blanc, Alain Maillat, Ingénieurs au CNES et Lionel Suchet, Directeur -Adjoint du Centre Spatial de Toulouse

Mercredi 7 octobre à 18h00 à l'ISAE campus SUPAERO

A400M : Essais de certification militaire

François Barre, pilote

Mardi 20 octobre à 18h00 à AIRBUS Central en partenariat avec la RAeS (à confirmer)

Space Tourism – Rocketing to New Heights

Mardi 24 novembre à 18h00 à la Médiathèque José Cabanis, en partenariat avec l'AAE

Les découvertes de Rosetta et Philae

Philippe Gaudon, CNES

Jeudi 26 novembre à 18h30 - à et en partenariat avec la Cité de l'espace (à confirmer)

50 ans de Diamand et Astérix

Mercredi 9 décembre à 18h00 à l'ENAC

Recherche d'épaves aéronautiques

Gilles Collavéri



MEETING
AÉRIEN

érodrome de
Muret-Lherm

Entrée 5 €
Gratuit -12 ans

Samedi 30 mai
de 10h à 19h

12 Little

Airexpo 2015

Infos et
réservations sur
www.airexpo.org

Mise en page 3AF MP - Edition Airbus SAS

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

3AF MP - ISAE, campus Supaéro - Bureau 02-034- 10 avenue Edouard Belin - 31400 Toulouse

Site : www.3af-mp.fr - Mail : aaaf-mp@sfr.fr - Tél.: 05 62 17 52 80

ISSN : 2112-728X