

# ENAC *alumni*

N°17-JUILLET-2016

## L'ESPACE : TO INFINITY AND BEYOND

COURRIER DES ALUMNI

ACTU VIE DE L'ASSO

L'ESPACE : TO INFINITY AND BEYOND!

PORTRAIT D'UN ALUMNI

RECHERCHE QUI TROUVE

ÇA SE PASSE À L'ASSO : LE BUSINESS CLUB

REMISES DE DIPLÔMES

ÇA SE PASSE À L'ENAC



# SOMMAIRE

04-05

## COURRIER DES ALUMNI

06-09

## ACTU VIE DE L'ASSO

AFTERWORKS

RÉSEAU GRAND PARIS

10-31

## L'ESPACE : TO INFINITY AND BEYOND!

LES APPROCHES GNSS À PARIS-CDG : L'ESPACE AU SERVICE DE L'ATM

SPACE, THE FINAL FRONTIER

SURVEILLER ET MAÎTRISER LA PROLIFÉRATION DES DÉBRIS SPATIAUX

PLANETARIUM ENAC

L'ÉDUCATION SUPÉRIEURE TOUJOURS PLUS HAUT : EMBRY-RIDDLE  
AERONAUTICAL UNIVERSITY (ERAU), AUDACIEUSEMENT VERS L'INFINI ET  
AU-DELÀ

32-39

## PORTRAIT D'ALUMNI

OLIVIER COLAITIS, VP AIRBUS D&S

40-45

## RECHERCHE QUI TROUVE

AMÉLIORER ENSEMBLE LA SÉCURITÉ AÉRONAUTIQUE LORS DES TRAVAUX

46-49

## ÇA SE PASSE À L'ASSO : LE BUSINESS CLUB

CHALLENGE ENACAVICO, 3ÈME ÉDITION

EMIND'HUB

50

## REMISES DE DIPLÔMES

51-56

## ÇA SE PASSE À L'ENAC

RÉSULTATS DES CONCOURS 2016

CLUB ASTRO

LA NASA À L'ENAC

BILAN AIREXPO

DIRECTEUR DE PUBLICATION  
Philippe TICHADALLE-JUE, IEISSA83

COMITÉ DE RÉDACTION  
Gaël LE BRIS, IENAC, IENAC07  
Adeline TICHADALLE, ENAC ALUMNI

MARKETING ET PUBLICITÉ  
Valérie CIZEL, ENAC ALUMNI  
Adeline TICHADALLE, ENAC ALUMNI  
[partenariat.alumni@alumni.enac.fr](mailto:partenariat.alumni@alumni.enac.fr)

MERCI À NOS AUTEURS :  
Philippe BROCHET, IEISSA99  
Bastien CHIRAT, IENAC14  
Jean-Pierre CELTON, EPL75  
Steve DEDMON, ERAU  
Magali KINTZEL, ICNA97  
Pierre OMALY, CNES

MERCI AU SERVICE  
COMMUNICATION DE L'ENAC

ENAC ALUMNI,  
7 avenue Edouard BELIN,  
CS 54005  
31055, TOULOUSE CEDEX 4  
05.62.17.43.39  
[contact@alumni.enac.fr](mailto:contact@alumni.enac.fr)



# LE MOT DU PRÉSIDENT



Chers Alumni, Chers Amis,

Comme le montre la couverture, ce 17<sup>ème</sup> numéro est largement consacré au domaine spatial décrivant projets et portraits qui démontrent, s'il fallait en douter, la place de l'école et de nos Alumni dans ce domaine.

Mais pour cet édito, je souhaiterai plutôt aborder une évolution majeure au sein de notre association. Lorsque Robert Aladenyze a créé INGENAC en 1987, la première mission était d'aider les diplômés dans leur recherche d'emploi. 25 ans plus tard, en 2012, ENAC Alumni a intégré l'ensemble des diplômés et notre réseau compte à ce jour près de 23 000 noms dont environ 16 000 actifs, représentant autant d'experts dans des domaines aussi variés que la fourniture de services de navigation aérienne, les compagnies aériennes, les aéroports, les constructeurs d'avions, les industriels de l'aéronautique, leurs sous-traitants, les consultants de tous ordres et tant d'autres encore.

Comme il me plaît de le rappeler lors des remise des diplômes de nos jeunes, ENAC Alumni est l'un des plus importants réseaux de l'aéronautique civile, il adresse l'ensemble des domaines et se situe sur les cinq continents. Ce réseau a une existence, il nous faut lui proposer une image et un rayonnement.

Afin de promouvoir ce réseau, nous avons décidé de créer le Business Club. Fondé sur l'association

de l'Executive Club et du Club des Entrepreneurs, le Biz' Club comme l'appellent déjà certains, doit avoir comme objectif de proposer, d'organiser et de faire fructifier un dialogue permanent entre les experts que nous sommes. Echanges, accompagnement, contacts, innovation, inter-génération, tous ces aspects doivent et seront traités au travers d'actions concrètes et d'outils modernes.

Coté innovation, la 3<sup>ème</sup> édition du Challenge est lancée avec pour cette occurrence le soutien de notre école. Coté outil, notre nouveau partenaire EmindHub propose à nos membres une mise en réseau de nouvelle génération.

Votre expertise est notre plus grand atout. Elle est sûrement un asset nécessaire et utile à quelqu'un au sein de notre réseau. Rejoignez-nous !

Bien Amicalement

**PHILIPPE TICHADELLE (IESSA 83)**

Président d'ENAC Alumni



## PRESIDENT'S PERSPECTIVE

Dear Alumni, Dear Friends

As shown on the cover, this 17<sup>th</sup> issue is largely devoted to Space, describing projects and portraits which demonstrate – if you doubt about it – that our school and our Alumni have a place in this field.

But for this editorial, I would like to talk about a major evolution within our association. When Robert Aladenyze founded INGENAC in 1987, the first mission was to help the graduates in their job researches. 25 years later, in 2012, ENAC Alumni has integrated all graduates and our network contains about 23 000 names, including some 16 000 active professionals, representing as many experts in fields as varied as the air navigation services, air carriers, airports, aircraft manufacturers, the aeronautics industries, subcontractors, consultants of all kinds and so many others.

As I like to remind at the graduation ceremonies, ENAC Alumni is one of the largest networks of civil aviation. It covers all the areas and it is represented on the five continents. This network has an existence; we need to affirm it in promoting it.

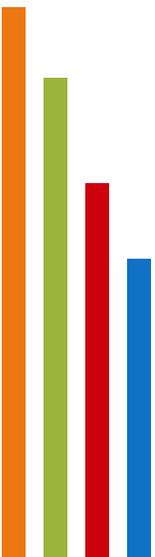
To achieve this objective, we decided to create the Business Club. Based on the merging of the Executive Club and the Club

des Entrepreneurs, the Biz' Club as some of us call it, shall have as objective to propose, to organize and to make growing a permanent dialogue between the experts that we are. Exchanges, support, contacts, innovation, inter-generational development: all of these aspects must and will be addressed through concrete actions and modern tools.

About innovation: the 3<sup>rd</sup> edition of the Challenge is launched with the support of our university. About internet tools: our new partner EmindHub offers to our members a new generation of networking.

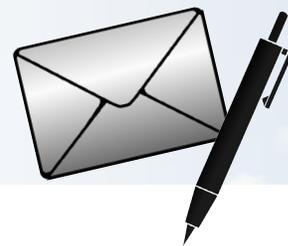
Your expertise is our greatest asset. It is surely necessary or useful to someone within our network. Join us!

Although friendly



# 4 | COURRIER DES ALUMNI

## ALUMNI NOTES



ENAC Alumni est le magazine des alumni par les alumni. Publiez vos brèves et vos photos ! Et partagez vos nouvelles avec la communauté des alumni ! Le prochain numéro, à paraître cet automne, contiendra un dossier sur l'OACI. Contribuez à ENAC Alumni magazine et envoyez-nous vos propositions d'article !

Ecrivez à [gael.le-bris@alumni.enac.fr](mailto:gael.le-bris@alumni.enac.fr) et [contact@alumni.enac.fr](mailto:contact@alumni.enac.fr).

ENAC Alumni is the magazine of the alumni by the alumni. Publish your notes and pictures! Share your news and thoughts with the alumni community!

The next issue (to be published this Autumn) will include a special on the ICAO. Contribute to ENAC Alumni magazine and send us your article proposals!

Write to [gael.le-bris@alumni.enac.fr](mailto:gael.le-bris@alumni.enac.fr) and [contact@alumni.enac.fr](mailto:contact@alumni.enac.fr).

### L'ANNÉE DE CÉSURE DE BASTIEN CHIRAT

#### BASTIEN CHIRAT'S YEAR OFF

Bastien CHIRAT, IENAC 14, se lance dans le projet E.A.G.L.E.S.. Voici son objectif pour la prochaine année:

"Le projet E.A.G.L.E.S. consiste en un Tour du monde de 15 mois des trois grands acteurs de l'aviation civile (compagnie aérienne, constructeur/équipementier et aéroport), à travers trois expériences dans trois régions différentes (Amérique du nord, Amérique du sud et Asie du sud-est).

Les objectifs de ce projet sont de comprendre les enjeux du transport aérien à l'échelle mondiale, d'acquérir une vision globale et stratégique du milieu particulièrement concurrentiel qu'est celui de l'aéronautique et de se confronter à des cadres professionnels, cultures et langues différents. Souhaitant devenir technico-commercial au sein d'une compagnie aérienne, les nombreuses expériences vécues me permettront de m'adapter au mieux aux différents contextes et environnements de travail auxquels je serai confronté tout au long de ma carrière professionnelle.

Le parcours :

Jun à octobre 2016 : Jetcraft, business jets broker ; Minneapolis, MN.

Intérêt : Comprendre les processus de vente et les stratégies de négociation au sein d'une entité spécialisée dans l'aviation d'affaires

Novembre 2016 à mars 2017 : Nuevo Pudahuel, aéroport international de Santiago de Chile.

Intérêt : Participer au développement d'une plateforme en pleine expansion

Avril à août 2017 : Compagnie aérienne encore à déterminer ; Asie du sud-est.

Intérêt : Appréhender les enjeux majeurs pour un opérateur positionné dans une région en pleine libéralisation et en très forte croissance.

La préparation de ce projet aura duré plus d'une année. Mes recherches ont été facilitées par l'annuaire ENAC Alumni, dans lequel j'ai trouvé les coordonnées des Enaciens travaillant au sein des entités précédemment citées."

Bastien Chirat, IENAC 14, launched the E.A.G.L.E.S. project. Here is his goal for the coming year:

"The project E.A.G.L.E.S. consists of a 15-month world tour of the three main stakeholders of civil aviation (airline, manufacturer / supplier and airport), through three experiences in three different regions (North America, South America and South Asia East).

The main goals of this project are to understand the key issues of air transport worldwide, gain a global and strategic vision of the particularly competitive environment of aviation and confronting different business environments, cultures and languages. Wishing to become a sales engineer in an airline company, the future experiences I will have will allow to better adapt myself to the different contexts and working environments to which I will be confronted throughout my professional career.

Plan:

June to October 2016: Jetcraft, business jet brokers; Minneapolis, MN.

Goal: understand the sales process and trading strategies within an entity specialized in business aviation

November 2016 to March 2017: Nuevo Pudahuel, Santiago de Chile International Airport.

Goal: participate in the development of a growing airport.

April to August 2017: Undetermined Aviation Company; South East Asia.

Goal: understand the major issues for an operator positioned in a fully liberalized region with a strong growth.

The preparation of this project took more than a year. My research has been facilitated by the ENAC Alumni directory, in which I found the information of graduates working within the entities mentioned above. "

Le 21 juin 2016, le Paris Air Forum se réunissait à la Maison de la Chimie à Paris sous le Haut Patronage de François Hollande, Président de la République Française. Ce forum avait pour thème la Génération Innovation. Parmi les participants aux conférences et aux tables rondes : Eric Bruneau (IAC 84), Directeur des Opérations de la Navigation Aérienne à la DGAC, Patrick Cipriani (IAC 83), Directeur de la Direction de la Sécurité de l'Aviation Civile (DSAC), Franck Goldnadel (IENAC 90T), Directeur Général Adjoint chargé des Opérations Aéroportuaires et Directeur de l'aéroport de Paris-CDG pour Groupe ADP, Marc Houalla (IENAC 82L), Directeur de l'ENAC, et Patrick Ky (IAC 89), Directeur Exécutif de l'Agence Européenne de la Sécurité Aérienne (EASA).

On 21 June 2016, the Paris Air Forum took place at the Maison de la Chimie in Paris under the patronage of François Hollande, President of the French Republic. The theme of the forum was the Innovation Generation. Alumni spoke during conferences and round tables: Eric Bruneau (IAC 84), Air Navigation Operations Director at the DGAC, Patrick Cipriani (IAC 83), Director of the Civil Aviation Safety Directorate (DSAC) Franck Goldnadel (IENAC 90T), Executive Director, Chief Airports Operations

Officer of Groupe ADP and Managing Director of Paris-CDG Airport, Marc Houalla (IENAC 82L), Director of the ENAC, and Patrick Ky (IAC 89) Executive Director of the European Aviation Safety Agency (EASA).

Ratiba Aït-Gacem (MS MA 2011) a rejoint en mai le conseil d'ENAC Alumni au titre des membres associés. Ratiba a rejoint notamment l'animation du réseau régional Région Parisienne (voir article réseau Paris) et du Domaine Communications.

Ratiba Aït-Gacem (MS MA 2011) joined in May the board of directors of ENAC Alumni as associate member. She is also involved in the activities of the Greater Paris network (see the article on the Greater Paris Network) and of the Communications Division.

Bernard Bacquié, EPL 67, nous partage sa passion avec ce livre anniversaire sur Jean Mermoz.

"Il y a 80 ans cette année qu'il a disparu.

Un livre sur Mermoz s'imposait. Mais pas n'importe lequel ! Pas une énième recopie du 'Mermoz' de Kessel ou de 'Mes vols' !

Pas en illustrations toujours les mêmes photos de lui !

Il fallut inlassablement continuer les recherches, de France jusqu'en Argentine.

Il fallut avoir le soutien de

notre Musée de l'Air et de l'Espace de Paris - Le Bourget.

Des mois, des années...

Et enfin, un résultat qui constitue sans contestation l'ouvrage le plus abouti sur l'icône de la ligne Latécoère - Aéropostale et de la compagnie Air France.

Le livre est vendu 30 EUR franco de port sur le site [www.editionslaterales.com](http://www.editionslaterales.com)."

Bernard Bacquié, EPL 67, shares his passion through this anniversary book on Jean Mermoz.

"It has been 80 years today that he disappeared.

A book about Mermoz was needed. But not just any book! Not another copy of the Kessel 'Mermoz' or 'My flights' again!

Not always the same pictures of him!

I had to tirelessly continue research from France to Argentina.

I had to receive the support of our Museum of Air and Space in Paris-Le Bourget.

It took months and years...

Finally, an outcome that is unquestionably the most successful book about the icon of the line Latécoère - Aéropostale and Air France.

The book is sold 30 EUR on the website: [www.editionslaterales.com](http://www.editionslaterales.com)."



Patrice Guirao, OCCA 75, vient de sortir "A la lueur du sang", son nouveau roman thriller angoissant. :

" Dans un Los Angeles glauque et inquiétant, quatre cadavres de femmes éventrées sont retrouvés sur des parvis d'églises, ces femmes ont toutes le même visage, celui d'une des victimes Rosanita Peretti, au même moment un colis contenant des viscères cachés à l'intérieur d'une poupée, arrive au commissariat de police de L.A.

Ces meurtres atroces sont le début d'une longue descente aux enfers, où douleur et violence sont les principaux thèmes d'un mode opératoire épouvantable."

Patrice Guirao, OCCA 75, just released "A la lueur du sang", his new anxious

thriller. :

"In a creepy and disturbing Los Angeles, four disemboweled women dead bodies are found on the square in front of churches, these women all have the same face, that of one of the victims Rosanita Peretti, at the same time a package containing concealed viscera inside a doll arrives at the LAPD.

These atrocious killings are the start of a long descent to hell, where pain and violence are the main themes of a terrible modus operandi. "

### In Memoriam

Patrick ZIMA (OCCA 1981), Adjoint au Chef du Service Exploitation de Paris-CDG (DSNA), est décédé le 19 mai 2016 dans le crash d'un avion de tourisme. Patrick était un acteur de longue date des opérations aériennes de CDG, au sein d'Aéroports de Paris puis des Services de la Navigation Aérienne Région Parisienne (SNA-RP). La communauté des opérations de CDG est de tout cœur avec sa famille et ses proches à qui elle adresse ses sincères condoléances.



## AFTERWORK AIREXPO

Le weekend d'AirExpo représentait une belle occasion pour nous retrouver autour d'un verre et de tapas au N°5 Wine Bar, dont le concept nous a emballé. Dans une ambiance cosy, le concept innovant des Enomatics (dispositif de vin au verre) permet à tout curieux de faire un parcours sensoriel s'écoulant dans un Tour de France et du Monde des vins, des Champagnes et des Grands Crus.

The weekend of AirExpo was the perfect moment for us to meet together around drink and tapas at No. 5 Wine Bar, whose concept impressed us. In a cozy atmosphere, the innovative concept of Enomatics (wine dispenser by the glass) allows to anybody curious about wine to have a sensorial journey around France and the world, from Champagnes to the Grands Crus.

## ENAC ALUMNI DÉBARQUE SUR ANDROID

L'application ENAC Alumni fait son entrée sur Android dès la fin des derniers tests. Rejoignez la communauté !

The ENAC Alumni App will be available in the Play Store as soon as the last tests will be performed. Join the community and stay connected with us!



## AFTERWORK QUÉBEC



A l'occasion de mon déplacement professionnel à l'OACI à Montréal, j'ai profité pour (re)voir à nouveau et avec un grand plaisir les Alumni du réseau E-Québec de Montréal. Comme la dernière fois, Elena et Hugo nous ont organisé notre désormais rencontre habituelle dans un espace privatisé du Pub « chez Alexandre », rue Peel, à deux pas de Ste Catherine la principale rue commerçante de Montréal. Le thème de cet afterwork a été consacré essentiellement aux dernières évolutions autour du business club et plus précisément la création du réseau d'expert sur la plateforme de notre partenaire EmindHub. Nous avons aussi pu échanger avec Maxime Millefert, actuel Adjoint de l'Ambassadeur de France à l'OACI, sur l'intérêt que pourrait être ce club vu de l'OACI elle-même. Des contacts sont actuellement initiés afin de donner à ce réseau d'experts une exposition plus importante.

C'est toujours un réel plaisir de rencontrer les amis de la petite colonie Canadienne et les échanges sont toujours extrêmement plaisants et fructueux. Nous avons d'ores et déjà pris rendez-vous entre le 5 et 8 décembre prochain, date de ma prochaine mission à l'OACI et faire ainsi la connaissance du nouvel Ambassadeur de France à l'OACI remplaçant d'Olivier Caron.

Je profite aussi pour adresser mes plus vifs remerciements à Elena Djakovich pour le travail accompli à Montréal et qui a animé le réseau Québec ces dernières années. Elena rentre en France et j'ai été très content d'apprendre que ce serait certainement sur Toulouse. Elle laisse à Hugo Virchien le soin d'assurer désormais l'animation du réseau.

Merci Hugo de reprendre le flambeau et encore félicitations pour ta promotion au sein de ton entreprise. Au plaisir de vous revoir tous, très vite.

Amicalement

Philippe Tichadelle-Jué

During my mission at the ICAO in Montreal, Canada, I took the opportunity to meet (again) and with great pleasure the E-Quebec Alumni Network. As last time, Elena and Hugo have arranged our (now) usual meeting in a private space in the pub «chez Alexandre», Rue Peel, close to Ste Catherine, Montreal's main shopping street. The theme of this afterwork spent mainly on the latest developments around the business club and more specifically the creation of the network of experts on the platform from our partner EmindHub. We also discussed with Maxime Millefert, current Deputy to the Ambassador of France to the ICAO on the interest that could be this club for the ICAO itself. Contacts are now insiders to give to this network of experts a greater exposure.

It is always a real pleasure to meet with friends of the small Canadian community and discussions are always extremely pleasant and fruitful. We have already booked a date between 5 and 8 December, period of my next mission to the ICAO and to meet the new Ambassador of France replacing of M. Olivier Caron.

I would also extend my sincere thanks to Elena Djakovich for the work done in Montreal, and in leading the Québec network in the recent years. Elena comes back to France and I was very happy to learn that it would certainly be on Toulouse. She leaves it to Hugo Virchien, who will be in charge of the animation of the network.

Many thanks to Hugo for taking charge of this task, and again congratulations for your promotion within your company. Looking forward to seeing you all, very quickly!

Circle of friends

Philippe Tichadelle-Jué

## RÉACTIVONS LE RÉSEAU DANS LE GRAND PARIS !

Un des objectifs prioritaires de notre association ENAC Alumni est d'animer le réseau des diplômés. La tâche est d'importance tant notre école est internationale par l'origine de ses diplômés et ses implantations de plus en plus fortes hors de France (Afrique de longue date, mais également Canada et plus récemment la Chine par exemple).

Notre force résidera dans ce sentiment de communauté et de partage qui nous permettra de continuer à grandir ensemble en partageant expériences, conseils, bons tuyaux et tout simplement bons moments.

Cet esprit de communauté et de partage a toujours existé au sein des réseaux de diplômés des écoles anglo-saxonnes, et de plus en plus en France dans les écoles de commerce et d'ingénieurs notamment. C'est cet esprit qui permet de se forger une culture commune qui contribuera à renforcer le rayonnement de notre école.

Un groupe de travail d'alumni du Grand Paris s'est réuni le 15 juin dans une brasserie au cœur de Paris pour réfléchir au futur du réseau local. Le Grand Paris concentre un très grand nombre d'alumni, et nous souhaitons développer les opportunités de se réunir ensemble. Nous souhaitons ainsi lancer un afterwork durant la seconde quinzaine de septembre 2016. Nous pourrons ainsi nous retrouver autour d'un verre, échanger sur nos parcours, nos formations et nos expériences réciproques.

Nous avons besoin de vous pour nous aider à faire de cet

afterwork, un succès. Pour cela :

- Mettez à jour vos coordonnées dans l'annuaire ENAC Alumni ; ce qui nous permettra de vous contacter et de vous tenir au courant des événements ;
- Informez vos collègues ENACiens qui sont dans la même entreprise que vous ; n'hésitez pas à contacter le Bureau ENAC Alumni si vous souhaitez être un relais de l'association auprès des anciens de votre entreprise ;
- Venez aux afterworks avec vos cartes de visite que vous pourrez partager.

Donnez-nous des idées pour vous aider et aider la communauté ! Différents moyens sont à votre disposition : le site Internet de l'association ([www.alumni.enac.fr](http://www.alumni.enac.fr)), la page Facebook (<https://www.facebook.com/ENAC-Alumni-272902146100648>), la page LinkedIn (<https://www.linkedin.com/company/enac-alumni>), et le mail de votre association : [contact@alumni.enac.fr](mailto:contact@alumni.enac.fr).

Enfin, soyez à jour de vos cotisations pour nous aider à avoir les moyens de vous aider !

Bon été à tous et rendez-vous en septembre pour le prochain afterwork.



Présents : Alexandre Saillard, Babacar Ndiaye, Ratiba Aït-Gacem, Gaël Le Bris  
Excusé : Brahim Harib

Let's reactivate the Network in the Greater Paris!

One of our primary objectives is to animate the Alumni Network. The diverse locations of the graduates and the international footprint of our school make it a big challenge, but also a real opportunity. The ENAC is represented in Africa for years, but also in Canada and more recently in China for example.

Sharing experience, business opportunities, good tips or simply good moments will help us to grow altogether.

English-speaking countries have understood since a while the importance of building strong communities of Alumni. We can observe the same trend in France now, with the business and engineering schools. Alumni networks are one of the best ways to build a strong community of values. This will also help to strengthen our school's brand.

A task force of Alumni of the Greater Paris met on 15 June in a bar in Paris downtown in order to envision the future of the local network. Several alumni leave in the Greater Paris, and we want to create opportunities for meeting together. So, we decided to launch a new afterwork during the second half of September 2016 in Paris for sharing experience and thoughts with a drink.

You can help us to organize this afterwork. How could you

proceed?

- Update your profile in ENAC Alumni directory. This will help us inform you about all the new events;

- Inform your ENAC colleagues; get in touch with us if you would like to be the point of contact for your company;

- Bring your business cards with you to the afterworks.

Ideas are welcome in order to help us... helping you and the community. You have different ways to get in touch with us: ENAC Alumni website ([www.alumni.enac.fr](http://www.alumni.enac.fr)), Facebook page (<https://www.facebook.com/ENAC-Alumni-272902146100648>), LinkedIn page (<https://www.linkedin.com/company/enac-alumni>), ENAC Alumni email ([contact@alumni.enac.fr](mailto:contact@alumni.enac.fr)).

And do not forget to renew your membership: we need your support for developing an association serving your interests.

Have nice summer holidays! We look forward to meeting you in September.



L'ESPACE :  
TO INFINITY AND BEYOND!

Bien avant l'utilisation de la radionavigation conventionnelle puis satellitaire, les pionniers de l'aviation ont utilisé les étoiles pour naviguer, comme l'ont fait les marins du XVème siècle et les Vikings avant eux.

De nos jours, le transport aérien civil ne dépasse guère aujourd'hui le niveau de vol 430 depuis l'arrêt de Concorde qui lui volait vers le FL 600. Les vols sub-spatiaux voire spatiaux reliant Paris à Tokyo en deux ou trois heures permettant des vitesses au-delà de Mach 2 ne sont pas pour demain.

Cependant le domaine du spatial ne nous est pas si étranger que cela. Il nous apparaît de plus en plus utile voire incontournable. Le spatial adresse les domaines bien connus des ingénieurs de la filière technique, à savoir le CNS : Communication, Navigation et Surveillance. Ainsi, l'espace au service de l'aviation civile, c'est par exemple les télécommunications avec la VSAT pour communiquer au sein d'un Air Navigation Service Provider dans des régions vastes et inhospitalières, ou les systèmes qui permettent aux avions de ligne de communiquer en permanence avec leur compagnie pour des données opérationnelles ou de maintenance. C'est aussi la navigation par satellite avec le

SBAS (Space-Based Augmentation System) qui permet de s'affranchir des systèmes de radionavigation conventionnelle basés au sol. C'est encore la surveillance, avec l'acheminement d'informations de localisation avec l'ADS/C. On pourrait aussi rajouter, entre autres, la production de données vitales pour l'Air Traffic Management, comme les observations météorologiques depuis l'espace.

L'avenir nous réserve encore bien plus de la part de l'espace, et la frontière sera toujours plus ténue entre l'aviation civile et les activités spatiales. Aux Etats-Unis, c'est maintenant la FAA (Federal Aviation Administration) qui accorde certificats et licences aux acteurs du transport spatial commercial, et elle envisage à court terme d'étendre ses compétences au Space Traffic Management.

L'ENAC formera-t-elle un jour des contrôleurs spatiaux ? Le Dossier de ce numéro ne vous le révélera pas (encore), mais il vous mettra à coup sûr la tête dans les étoiles, des approches RNAV à CDG à la chasse aux débris spatiaux.

Fly safe!

p12	Les approches GNSS à Paris-CDG : l'espace au service de l'ATM GNSS approaches at Paris-CDG: Space on ATM's Service
p14	Space, the final frontier
p18	Surveiller et Maîtriser la prolifération des débris spatiaux Monitoring and controlling the proliferation of space debris
p24	Le planétarium ENAC ENAC planetarium
p26	L'éducation supérieure toujours plus haut : Embry-Riddle Aeronautical University (ERAU), audacieusement vers l'infini et au-delà Higher education reaching higher: Embry-Riddle Aeronautical University, boldly going to infinity and beyond
p32	Portrait d'Alumni : Olivier COLAITIS, Airbus Defence and Space
p52	Le club astro de l'ENAC ENAC Astro Club
p53	La NASA à l'ENAC NASA at ENAC

Long before the use of a conventional radionavigation and then satellite, the pioneers of aviation have used the stars to navigate, as did the sailors of the 15th century and the Vikings before them.

Nowadays, civil aviation does not fly over FL 430 since the retirement of Concorde which was navigating towards FL 600. Suborbital and even space flights from Paris to Tokyo in two or three hours with cruise speeds beyond Mach 2 are not for tomorrow.

However, space is not so far away from us. It appears more and more useful, and even essential. Space addresses domains well known by engineers of the technical fields, so-called CNS: Communication, Navigation and Surveillance. So, space serving civil aviation is for instance telecommunications, with VSAT (Very Small Aperture Terminal) for communicating within an Air Navigation Service Provider across vast and inhospitable, or these systems that allow airliners to continuously send maintenance or operational data to their air carrier. Also, it is navigation by satellite with the SBAS (Space-Based Augmentation System): this technology offer to the users to navigate without depending on ground-based infrastructures. Then, it is surveillance,

with the routing of data localization using the ADS-C (Automatic Dependent Surveillance-Contract). We could add, among many others, the production of vital for the Air Traffic Management, as the weather observations from space.

Future holds a lot more from space, and the frontier between civil aviation and space operations will be always tighter. In the United States, the FAA (Federal Aviation Administration) now delivers certificates and licenses to the stakeholders of the commercial space transportation. The administration even envisage to extend its responsibilities to Space Traffic Management.

Will the ENAC train Space Traffic Controllers one day. The Dossier of this issue will not reveal (yet) if yes or no, but we tried to reach for the stars for you! Let's discover with us how the RNAV approaches works, the hunt for space debris, and many other aspects of space.

Fly safe!



Nébuleuse de la Carène  
Crédit : ESO/T. Preibisch



Magali Kintzler est chef de la subdivision Contrôle de Paris-CDG au SNA Région Parisienne (SNA-RP). Elle encadre les contrôleurs aériens, répartis sur jusqu'à deux tours de contrôle et une salle d'approche. En 2015, ce sont plus de 450 000 mouvements qui ont été traités sur deux doublets indépendants de pistes parallèles.

Magali KINTZLER is the Air Traffic Manager of Paris-Charles de Gaulle airport for DSNA. She manages air traffic controllers in up to two towers and an approach room. In 2015, her team controlled more than 450 000 aircraft movements on two independent complexes of two parallel runways.

## LES APPROCHES GNSS À PARIS-CDG : L'ESPACE AU SERVICE DE L'ATM

Par Magali Kintzler

Depuis avril dernier, un nouveau type de procédure d'approche pour l'atterrissage est en service sur l'aéroport de Paris-CDG. Il fait appel au système satellitaire européen EGNOS, au lieu du classique ILS (Instrument Landing System). Ce système assure un renforcement de la précision des indications fournies par la technologie GPS pour en faire un signal adéquat pour la navigation et le guidage des aéronefs.

Pour leur approche finale jusqu'à l'atterrissage, les avions utilisent l'ILS (Instrument Landing System) : trois faisceaux électroniques émis depuis le sol leur fournissent un guidage en direction, en pente de descente, et en distance. Selon le degré de sophistication du système ILS, les pilotes sont tenus de respecter des minima météorologiques (hauteur des nuages, visibilité horizontale) à partir desquels ils doivent voir la piste et décider s'ils atterrissent ou non. Un ILS de catégorie I, par exemple, impose 200 pieds (65 m) de hauteur de décision, et 550 m de visibilité sur la piste.

Chaque piste d'atterrissage doit donc être équipée d'un ILS pour pouvoir continuer à être exploitée malgré des conditions dégradées de plafond et de visibilité. Cependant, beaucoup d'aérodromes de par le monde ne sont pas dotés d'un système ILS. Ceux-ci sont coûteux en installation, en maintenance, et en surveillance. D'autres n'en sont équipés que pour une seule piste. Ce qui limite les capacités d'accueil de l'aérodrome. À CDG, ces approches de catégorie I sont en service 96% du temps, les 4% restants font appel à un niveau de

performance supplémentaire par très faible visibilité (dit catégories II/III).

Le 3 mai dernier, une procédure d'approche LPV (Localizer Performance with Vertical guidance) avec minima de 200 pieds (LPV-200) a été testée avec succès par un ATR 42-600, un Airbus A350 puis un Falcon 2000. Une procédure d'approche LNAV/VNAV a été testée avec succès par les compagnies aériennes au cours de vols commerciaux.

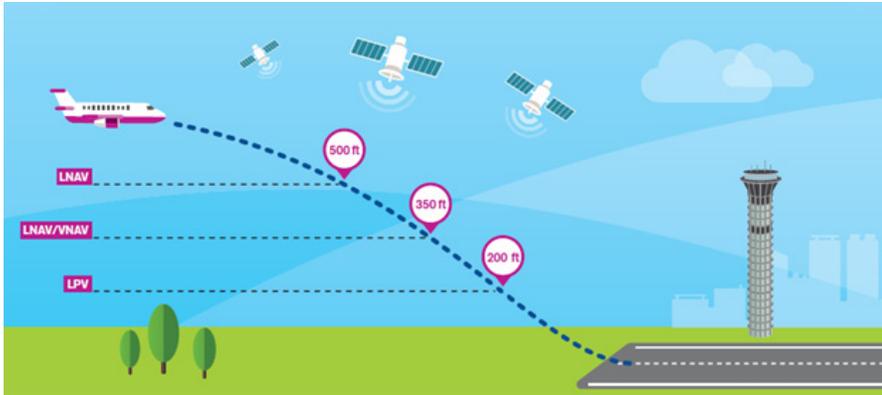
Pour un aéroport déjà équipé d'ILS, ces types d'approche peuvent offrir une solution de remplacement en cas d'indisponibilité ou d'absence de ces équipements sur la piste considérée, y compris par mauvais temps.

Pour CDG, dans un premier temps, les approches satellitaires « classiques » donc LNAV/VNAV vont se généraliser et être utilisées en cas d'indisponibilité des équipements de radionavigation. Plus de 85% des avions qui « fréquentent » Paris-CDG sont équipés pour utiliser ces procédures.

S'agissant de l'approche satellitaire de précision LPV-200, c'est un peu différent, car seul un très faible pourcentage des appareils qui fréquentent CDG est en mesure de suivre cette procédure. En effet, elle nécessite un équipement bord assez sophistiqué.

A noter, l'approche LPV-200 à CDG est la première approche du genre à être mise en service en Europe ; par ailleurs, le fait de proposer des approches RNAV en conditions d'approches simultanées est également une première européenne.

Nébuleuse de la Carène  
Crédit : ESO/T. Preibisch



Since last April, a new type of approach procedures has been in service at Paris-CDG airport. They are based on the European EGNOS satellite system, instead of the conventional ILS (Instrument Landing System). This system provides enhanced accuracy of the information provided by the GPS technology, in order to make it a suitable signal for air navigation and aircraft guidance.

From their final approach to landing, aircraft are used to fly ILS procedures: three waves emitted from the ground that provide aircraft with information on direction, downhill slope, and distance. Pilots are required to respect weather minima (cloud height, horizontal visibility), depending on the level of sophistication of the ILS. From these minima, they must see the ground to continue the descent, and then decide if they land or not. For example, ILS Category I requires 200 feet (65 m) of ceiling and 550 m of runway visibility.

Each runway must be equipped with an ILS to be able to continue the operations despite the degraded conditions of ceiling and visibility. However, many airports around the world are not equipped with ILS systems. These have high costs of investment, maintenance, and surveillance. Others are equipped on one side of the runway only. This limits the capacity of the runway system. At CDG, Category I approaches are activated 96% of

the time, the remaining 4% rely on an extra level of performance in very low visibility (so-called Category II / III).

On 03 May 2016, an LPV approach (Localizer Performance with Vertical guidance) with a minimum of 200 feet (LPV-200) has been successfully tested by an ATR 42-600, an Airbus A350 and a Falcon 2000. A LNAV/VNAV approach was successfully evaluated by airlines during commercial flights.

For an airport already equipped with ILS, these types of approaches can provide an alternative solution in case of unavailability or lack of this equipment, including under adverse weather.

At Paris-CDG, initially, "classic" satellite approaches (LNAV/VNAV) will be generalized and used in case of unavailability of the radionavigation equipment. More than 85% of the planes serving Paris-CDG can fly these procedures.

LPV-200 precision satellite approaches are different, because a very small percentage only of the aircraft operating at CDG is able to use them. Indeed, it requires fairly sophisticated on-board equipment.

Note that CDG is the first European airport to commission LPV-200 approaches. Moreover, proposing RNAV procedures for simultaneous conditions is also new in Europe.

#### Les trois types d'approche RNAV GNSS

Une approche finale RNAV implique trois minima différents : LNAV, LNAV/VNAV et LPV. Ceux-ci diffèrent de la manière suivante, et dépendent de l'équipement bord, de la formation des équipages et des procédures de l'exploitant d'aéronef :

- Une approche RNAV avec minima LNAV est une approche conduite latéralement avec les satellites, et pour la partie verticale, c'est à l'équipage de faire le bon calcul de pente.
- Une approche RNAV avec minima LNAV/VNAV est une approche conduite latéralement et verticalement avec les satellites.
- Une approche RNAV avec minima LPV est une approche conduite latéralement et verticalement avec les satellites, et un équipement bord spécifique permet une vérification supplémentaire de positionnement, entraînant une précision plus grande et donc des minima plus bas (voisins de ceux d'une approche ILS CAT I).

#### What are LNAV, LNAV / VNAV and LPV minima?

RNAV final approach involves three different minima: LNAV, LNAV/VNAV and LPV. They differ as explained here below, and they depend on on-board equipment, crew training and aircraft operator procedures:

- A RNAV approach with LNAV minima is an approach with lateral guidance with satellites. Regarding the vertical guidance, the crew has to perform the right slope calculation.
- A RNAV approach with LNAV / VNAV minima is an approach laterally and vertically guided with the satellites.
- A RNAV approach with LPV minima is an approach laterally and vertically guided with satellites. A specific on-board equipment allows an additional verification of the position, implying a better precision and therefore lower minima (similar to an ILS CAT I approach).



Nébuleuse de la Carène  
Crédit : ESO/T. Preibisch

# "SPACE, THE FINAL FRONTIER"

Camille Chomel, étudiant IENAC SAT 2A,  
Nathan Boucher, étudiant IENAC SAT 2A,  
Antoine Blais, ENAC, TELECOM-SigNav,  
Rémi Douvenot, ENAC, TELECOM-EMA,  
Philippe Brochet, ENAC, SINA/ELS,  
Contact: [philippe.brochet@enac.fr](mailto:philippe.brochet@enac.fr)



Le domaine du spatial n'est pas celui que l'on associe de premier abord à l'Ecole Nationale de l'Aviation Civile. Et pourtant, forte de ses formations pointues en télécommunications, et de ses laboratoires travaillant dans le domaine de l'aérospatial, l'activité de l'ENAC dépasse le cadre de l'aviation civile. Dernière illustration en date : l'installation, sur son centre de Toulouse, d'une station de réception pour satellites. Cette dernière, appelée TET-X (Terrestrial Earth Terminal X-band), a été cédée par le CNES, dans le cadre du projet JANUS (Jeunes en Apprentissage pour la réalisation de Nanosatellites au sein des Universités et des écoles de l'enseignement Supérieur).

Le projet JANUS a pour vocation de fédérer et de soutenir les projets de satellites étudiants réalisés dans les écoles d'ingénieur et les universités françaises. Le CNES développe aussi un satellite étudiant en son sein : EYESAT (Figure 1), qui a pour objectif de prendre des photos de la Voie Lactée et de caractériser la lumière zodiacale, halo issu de la diffusion de la lumière solaire par les poussières interplanétaires (Figure 2). Lorsque ce satellite sera en orbite (lancement prévu fin 2017), la station TET-X aura pour rôle de récupérer les images prises par le satellite et de les mettre à disposition des scientifiques.

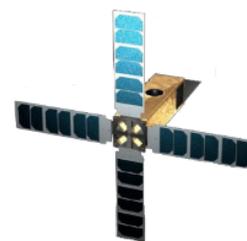


Figure 1 : Représentation 3D du satellite EYESAT

Nébuleuse de la Carène  
Crédit : ESO/T. Preibisch



Figure 2 : Lumière zodiacale



Figure 3 : Parabole de la station  
TET-X

L'équipement de la station, mis en place courant 2015, a été mis à jour par des étudiants IENAC en césure entre la 2e et la 3e année. Ce n'est par ailleurs pas le seul équipement du projet EYESAT sur lequel des étudiants IENAC travaillent : chaque année, des stagiaires vont au CNES participer à l'élaboration du satellite, par exemple sur le test des antennes de communication, la simulation numérique du satellite et de ses équipements, le développement du logiciel du centre de mission...

Le travail effectué sur la TET-X fut, entre autres, de recoder un logiciel et une interface de pilotage de la parabole (Figure 3), et mettre à jour l'étage de réception (en particulier la démodulation, Figure 4) pour répondre aux besoins de la mission EYESAT. C'est ainsi que, début 2016, un test grandeur nature a pu être réalisé : durant une semaine, le satellite danois GOMX 3 a pu être suivi sans encombre, et ses données récupérées. La configuration de GOMX-3 correspond presque parfaitement à celle d'EYESAT, ce qui nous permet d'être confiant sur le fait que la station sera pleinement opérationnelle d'ici le lancement d'EYESAT fin 2017. Ainsi, même s'il reste du travail à effectuer sur la station, ce premier résultat est extrêmement encourageant pour l'avenir.



Figure 4 : PC de démodulation (Cortex HDR XXL)

Le rôle de cette station ne s'arrête pas à la mission définie par le CNES : en obtenant une station de réception bande X fonctionnelle, l'ENAC a pour objectif de la mettre à disposition d'autres futurs projets, étudiants ou non. La station représente aussi un excellent outil pédagogique, de par les nombreux projets et stages réalisés sur cette dernière, la plupart financés par l'ENAC. Il s'agit de plus d'une formidable tribune, l'ENAC étant à notre connaissance la seule école à disposer d'un tel système de réception.



Nébuleuse de la Carène

Crédit : ESO/T. Preibisch

Space engineering is not the first thing that comes to mind when thinking about the French Civil Aviation University. And yet, thanks to its technical telecommunication courses and its laboratories working on aerospace projects, the ENAC scope goes beyond civil aviation. The latest development: a new satellite X-band ground station on its Toulouse campus. This station, called TET-X (Terrestrial Earth Terminal X-band), was formerly used by the CNES (the French space agency) and transferred to the ENAC as part of the JANUS project (project whose aim is to supervise all the French student satellite projects).

The CNES is also developing a student satellite internally: EYESAT (fig. 1), which will take photos of the Milky Way and study the zodiacal light (solar light diffracted by interplanetary dust, fig. 2). When the satellite will be in orbit by the end of 2017, the TET-X station will collect the data to give them to the scientists.

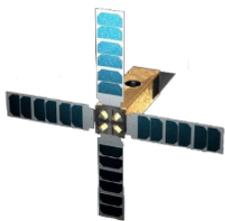


Figure 1 : 3D drawing of EYESAT



Figure 2 : Zodiacal light

The station equipment was set up in 2015, and modified by IENAC students doing internships between their second and the third year of engineering. It is worth noting that other IENAC student have done internships to work on the satellite (on the mission center, on the flight software, on the numerical simulators, among others).

The work that needed to be done on the TET-X station was to conceive a new software to pilot the antenna (fig. 3), using real-time software on a microcontroller to human-machine interfaces, and to update the reception equipment (especially the demodulation part, fig.3) to be compatible with EYESAT. We were able to test the updated equipment at the beginning of 2016: we were able to track the Danish satellite GOMX-3 for a week and collect its data. This satellite's configuration being very close to the EYESAT one, we are confident that the station will be up and running in the near future.



Figure 3 : TET-X station antenna

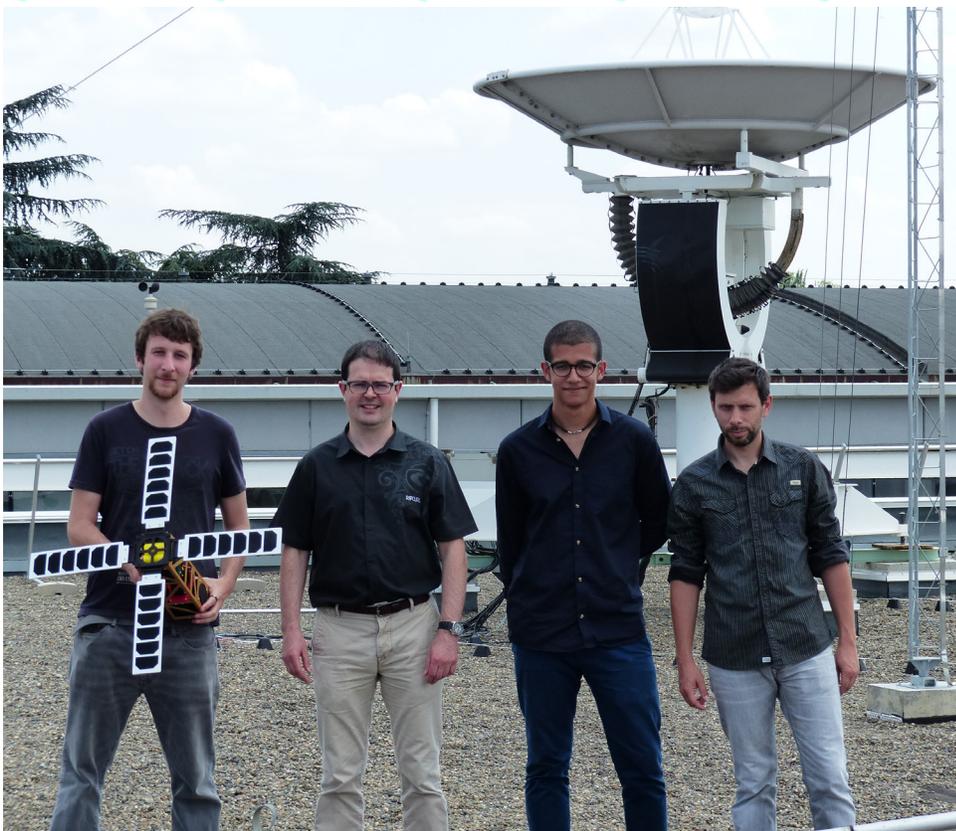
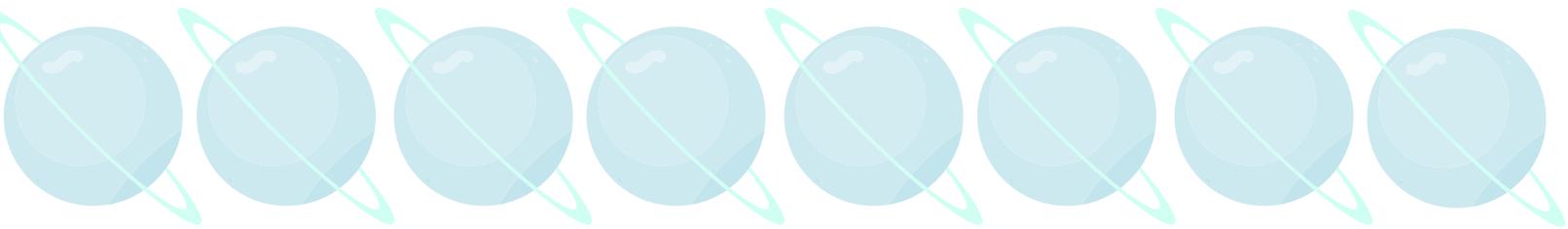


Figure 4 : demodulation computer (Cortex HDR XXL)



Nébuleuse de la Carène  
Crédit : ESO/T. Preibisch

The TET-X station role goes beyond receiving EYESAT data, though: the objective is to use it for any satellite project that needs an X-band ground station. Besides, this project's incredible pedagogic value is not to be forgotten, and this station being one of a kind will help raise the ENAC national and international profile.



Nathan BOUCHER, Antoine BLAIS, Camille CHOMEL, Philippe BROCHET.



Rémi DOUVENOT



Nébuleuse de la Carène

Crédit : ESO/T. Preibisch



## SURVEILLER ET MAÎTRISER LA PROLIFÉRATION DES DÉBRIS SPATIAUX

Par Pierre Omary, Expert Débris et Surveillance de l'Espace au CNES

Pierre Omary travaille au CNES (Centre Nationale d'Etudes Spatiales) depuis 1999. Il a été en charge d'aérothermodynamique appliquée aux rentrées martiennes et est le responsable de l'instrument ICOTOM mesurant le rayonnement infrarouge sur le bouclier thermique arrière d'EXOMARS. Il a développé depuis 2008 l'outil de certification de la LOS : DEBRISK permettant de calculer les éléments arrivant au sol lors d'une rentrée atmosphérique d'un satellite lors de sa fin de vie. Enfin, depuis début 2015 il maintient et conduit la feuille de route débris spatiaux et surveillance de l'espace du CNES Toulouse.

Pierre Omary works for the CNES (French National Center of Space Research) since 1999. He has been in charge of aerothermodynamics applied to Martian re-entries. He is responsible for the ICOTOM instrument, measuring the infrared radiation on the rear thermic shield of the EXOMARS probe. Since 2008, he has developed the LOS certification tool: DEBRISK, allowing to calculate the elements reaching the ground during a re-entry of a satellite at the end of life. Finally, since the early 2015, he leads and maintains the space debris and surveillance roadmap of CNES Toulouse.

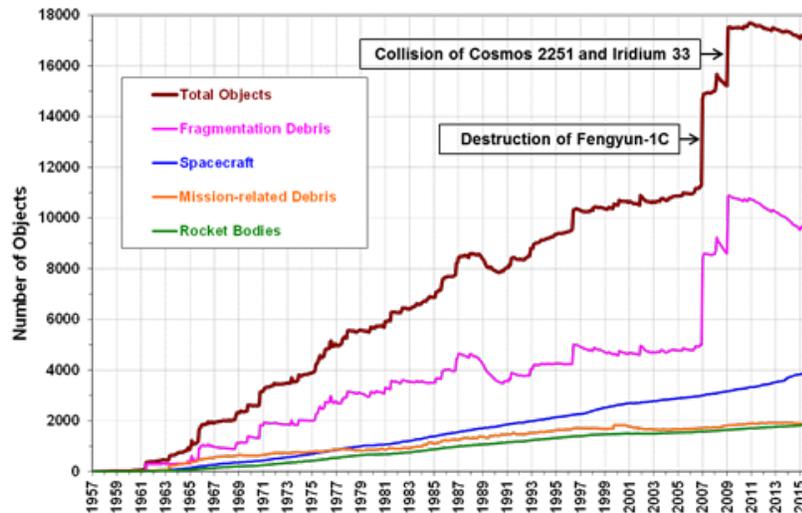
Les débris spatiaux sont une des conséquences de l'activité humaine dans l'espace depuis 1957. Les orbites autour de la Terre sont occupées non seulement par des satellites opérationnels mais aussi par des étages de lanceurs, des satellites arrivés en fin de vie et des fragments de toutes tailles provenant principalement d'explosions accidentelles ou volontaires de véhicules dans l'espace. Le vieillissement des matériaux dans l'espace est aussi une source importante de débris de faible taille.

La vitesse de ces objets en orbite est très élevée (de l'ordre de 8 km/s en orbite basse). Ainsi, en cas de collision un débris, même de faible taille, peut infliger des dommages très importants à un satellite opérationnel. Les débris spatiaux représentent également un risque au sol en cas de retombée de fragments sur Terre.

La situation actuelle peut être résumée de la sorte: depuis le 04 octobre 1957 il y a eu à peu près 5000 lancements qui ont généré 23 200 objets supérieurs à 10 cm qui représentent plus de 99% de la masse totale. Mais aussi environ 740 000 objets de 1 à 10 cm, ainsi que plus de cent soixante millions d'objets de 0,1 à 1 cm qui ne sont pas catalogués.

Deux événements majeurs ont marqué les esprits en générant une quantité très importante de débris, la collision de Iridium 33 et de Cosmos 2251, le 10 février 2009 qui ont produit pour Cosmos 2251 : 1648 débris identifiés dont 1159 toujours en orbite en avril 2015 et pour Iridium 33 : 621 débris identifiés dont 386 toujours en orbite en avril 2015... Et la destruction volontaire de Fengyun 1C le 11 janvier 2007 par un essai d'arme anti missile générant 3391 débris identifiés dont 2897 toujours en orbite en avril 2015.

Nébuleuse de la Carène  
Crédit : ESO/T. Preibisch



Pour lutter contre cette prolifération, des mesures de prévention sont appliquées par certaines agences sur une base volontaire.

L'Europe a commencé à mettre en œuvre des mesures de réduction des débris en orbite dès 1983 en réalisant les opérations de fin de vie des satellites Symphonie A et B. En 1986 l'explosion en orbite d'un étage supérieur d'Ariane pousse le CNES (Centre national d'études spatiales) à développer sa propre norme sur les débris spatiaux, dérivée de la norme NASA. Le travail dans ce contexte a été alors étendu aux principaux partenaires européens, à travers les 5 agences : ASI, BNSC, CNES, DLR et l'ESA qui ont formé un groupe de travail aboutissant à la publication de l'EDMS (European Debris Mitigation Standard) et plus tard du CoC (Code of Conduct on space debris mitigation) en 2004.

En 1993, le sujet des débris est devenu international avec la création de l'IADC (Inter Agency Space Debris Coordination Committee) et le début des activités dans le cadre scientifique des Nations Unies et du Sous-Comité technique du COPUOS (Committee

on Peaceful Uses of Outer Space). Deux documents principaux ont matérialisé ce travail: en 2002, les IADC Mitigation Guidelines et en 2007 les principes de haut niveau du COPUOS. Ces documents sont toujours les bases techniques et politiques de tous les règlements. En parallèle, l'ISO a développé, avec une forte implication des partenaires européens, un ensemble de normes détaillées sur les débris spatiaux afin de faciliter leur application par les fabricants et les opérateurs.

Enfin, la France s'est dotée d'une législation spatiale par la loi du 3 juin 2008. Cette loi a pour objet de fixer les conditions selon lesquelles le gouvernement français autorise et contrôle les opérations spatiales sous sa responsabilité en tant qu'Etat de lancement, conformément aux grands traités internationaux de l'ONU sur l'Espace, en particulier le traité de l'Espace de 1967, la convention de 1972 sur la responsabilité et la convention de 1975 sur l'immatriculation.

La réglementation technique associée qui définit les exigences à respecter pour obtenir une autorisation préalable aux opérations



Nébuleuse de la Carène  
Crédit : ESO/T. Preibisch

spatiales reprend les règles de l'IADC, tout en allant plus loin sur certains sujets.

Pour la connaissance de la situation spatiale sur les orbites basses le CNES utilise les données du Joint Space Operations Center (JSpOC) américain auxquelles s'ajoutent des données issues du radar GRAVE développé par l'ONERA sous contrat de la Délégation générale pour l'Armement. Placé sous le contrôle du commandement de la défense aérienne et des opérations aériennes (CDAOA), il fonctionne 24 heures sur 24, scrutant le ciel, détectant les débris situés en orbite basse, à une altitude comprise entre 400 et 1 000 kilomètres. Lorsque nécessaire le CNES peut faire appel à des moyens radars complémentaires comme ceux de la DGA (Direction Générale de l'Armement) ou des Armées, dont les plus performants sont sur le BEM (Bâtiment d'Essais et de Mesures) MONGE. Ils fournissent des informations complémentaires, moins systématiques que GRAVES, mais plus précises qu'avec les SATAM (radars de trajectographie mis en œuvre par l'Armée de l'Air).

En ce qui concerne l'orbite géostationnaire, les données du JSpOC sont complétées par des observations, effectuées grâce à des moyens optiques. Le CNES utilise deux télescopes Tarot du CNRS situés à Grasse et au Chili. Des traitements d'images, pour détecter les objets, déterminer les mesures angulaires à partir de la position des étoiles, permettent de calculer la trajectoire des objets observés. La précision de la trajectoire est améliorée à chaque nouvelle observation.

Les activités conduites jusqu'à présent par le CNES ont permis de développer les outils de base permettant la prévision de collision en orbite, de suivi des rentrées atmosphériques et de calcul du risque mais aussi des algorithmes de traitement d'images pour l'observation optique des objets en orbite géostationnaire. Enfin, le moyen technique CAESAR (Conjunction Analysis and Evaluation

Service, Alerts and Recommendations) a été mis en place au Centre Orbitographie Opérationnelle au CNES à Toulouse pour gérer de manière opérationnelle les risques de collision en orbite.

L'objectif de ce service est de prévenir les collisions en orbite qui sont évitables. CAESAR analyse les informations disponibles sur les rapprochements en orbite, évalue le niveau de risque, alerte le centre de contrôle quand le niveau de risque dépasse le seuil (choisi au préalable) et valide les actions d'évitement.

Dans un premier temps, ce service ne concernait que les satellites contrôlés par le CNES. Il est maintenant ouvert aux clients extérieurs.

Les rapprochements dangereux sont identifiés par réception de messages d'information provenant du JSpOC et, dans certains cas, par traitement de l'Almanach du radar Graves. L'analyse de la situation est ensuite effectuée par les experts du COO et, si nécessaire, des mesures radars sont demandées pour améliorer la connaissance de la trajectoire du débris dangereux. Lorsque le risque est confirmé, l'information est fournie au centre de contrôle responsable du satellite qui définit une manœuvre d'évitement qui est validée par CAESAR.

La prise de conscience de l'augmentation des débris est aujourd'hui bien présente dans la communauté spatiale. Les règles mises en place permettent de commencer à maîtriser l'augmentation des débris, bien que ceux-ci soient encore suffisamment nombreux pour que puisse arriver une réaction en chaîne qui augmenterait de façon incontrôlée la population. En effet, les règles mises en place s'appliquent progressivement avec une diligence propre à chaque État. Cependant il y a encore de nombreux satellites ou étages de lanceurs d'anciennes générations qui constituent encore un facteur de préoccupation...

Nébuleuse de la Carène  
Crédit : ESO/T. Preibisch

# MONITORING AND CONTROLLING THE PROLIFERATION OF SPACE DEBRIS

By Pierre Omary, Expert Débris et Surveillance de l'Espace au CNES

Space debris have been one of the consequences of human activities in space since 1957. The orbits around the Earth are occupied not only by operational satellites, but also launcher stages, end-of-life satellites, and fragments of all sizes mainly from accidental or volunteer vehicle explosions in space. The aging of materials in space is also a major source of small size debris.

The speed of these objects in orbit is very high (around 8 km/s in the low orbits). Thus, in case of collision with debris even of a small size, can inflict major damages to an operational satellite. Space debris are also a risk to the ground in case of fragments fallout on Earth.

The current situation can be summarized in this way: since 4 October 1957, there have been approximately 5 000 launches which have generated 23 200 objects larger than 10 cm. These represent over 99% of the total mass. There are also about 740 000 objects from 1 to 10 cm, and over one hundred and sixty million objects from 0,1 to 1 cm that are not referenced.

Two major events have marked the minds by generating a very large amount of debris. First, there was the collision between Iridium 33 and Cosmos 2251 on 10 February 2009. Regarding Cosmos 2251: on the 1 648 identified debris, 1 159 of them were still in orbit in April 2015. Then, Iridium 33 generated 621 identified debris, which 386 of them are still in orbit in April 2015. The second event is the deliberate destruction of Fengyun 1C on 11 January 2007 by an anti-missile weapon test, generating 3 391 identified debris with 2 897 still in orbit in April 2015.

In order to fight this proliferation, preventive measures are applied by some agencies on a

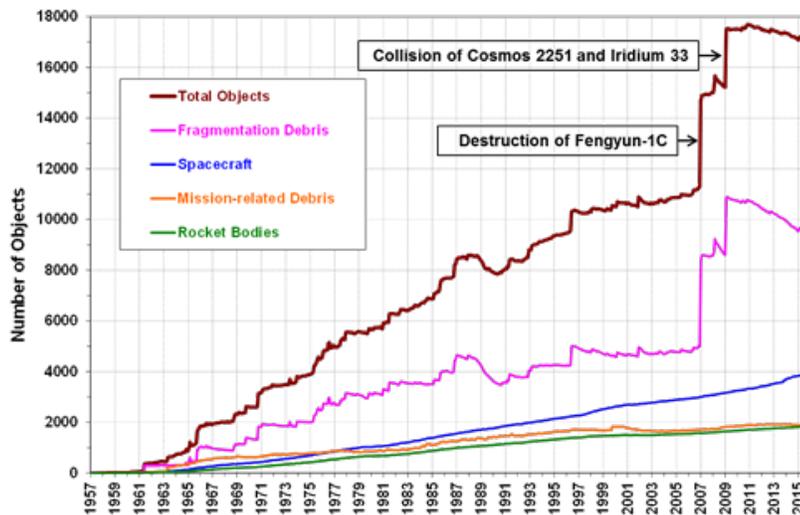
voluntary basis.

Europe has begun to implement procedures in order to reduce debris in orbit from 1983 by performing the de-orbitation of Symphonie A and B. In 1986, the explosion in orbit of an upper stage of Ariane leads the CNES (Centre National d'Etudes Spatiales) to develop its own standard on space debris, derived from the NASA standard. The work, in this context, was extended to the main European partners through the five agencies: the ASI (Italy), BNSC (UK), CNES (France), DLR (Germany) and ESA (Europe) who have created a working group resulting in the publication of the EDMS (European Debris Mitigation standard) and later the CoC (Code of Conduct on space debris mitigation) in 2004.

In 1993, the debris situation became international with the creation of the IADC (Inter-Agency Space Debris Coordination Committee) and the beginning of scientific activities with the United Nations and COPUOS Technical Subcommittee (Committee on Peaceful Uses of Outer Space). Two main documents have related this work: the IADC Mitigation Guidelines in 2002 and the high level principles of COPUOS in 2007. These documents are still the technical and political bases of all the existing regulations. Moreover, the ISO has developed, with strong involvement of European partners, a set of detailed standards on space debris in order to facilitate their application by manufacturers and operators.

Finally, France has adopted a space legislation with the Law of 3 June 2008. This law aims to establish the conditions under which the French Government permits and controls space operations under its responsibility as a State of launch, according to the major United Nation treaties regarding space,

Nébuleuse de la Carène  
Crédit : ESO/T. Preibisch



and especially the Treaty of Space of 1967, the Liability Convention of 1972 and the Convention on Registration of 1975.

The associated technical regulation, which defines the requirements to obtain prior authorization of space operations, contains the rules of the IADC, while going further on some issues.

To obtain the knowledge of the spatial situation in LEO, the CNES uses data from the U.S. Joint Space Operations Center (JSpOC). It adds data from the GRAVE radar developed by the ONERA (National Office of Aerospace Studies and Research, France) through a contract for the Direction Générale de l'Armement (DGA). Under the control of the Air Defense and Air Operations Command (CDAOA), it is operated 24/7, scanning the sky and detecting debris located in low orbit at an altitude between 400 and 1 000 kilometers. When necessary, the CNES may use additional means of radars such as the equipment of the DGA or of the French Armies. The most efficient of them is the BEM (Test and Measurement Ship) Monge. They provide additional information, less systematic than GRAVES but more accurate than the SATAM (trajectographic radars operated by the French Air Force).

Regarding the geostationary orbit, JSpOC data are completed with observations made by optical means. The CNES uses two Tarot telescopes from the CNRS (French National Center for Scientific Research) located in Grasse, France and Chile. The image processing, in order to detect objects and determine the angular measurements from the position of stars, allows to calculate the trajectory of the observed objects. The path accuracy is improved with each new observation of the object.

The activities led until now by the CNES have helped to develop the basic tools for the orbital collision prediction, the monitoring of atmospheric re-entries and for risk calculation, as well as image processing algorithms for optical observation of geostationary objects. Finally, the technical means so-called CAESAR (Conjunction Analysis and Evaluation Service, Alerts and Recommendations) has been set up at the Operational Orbitography Center at the CNES in Toulouse, for manage the collision risk in orbit at an operational level.

The aim of this service is to prevent collisions in orbit that can be avoided. CAESAR analyzes the information available on the near collisions in orbit, evaluates the level of risk, and then alerts the control center when the risk level



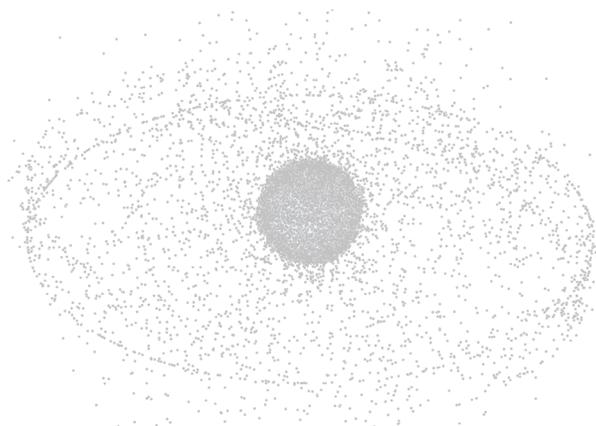
Nébuleuse de la Carène  
Crédit : ESO/T. Preibisch

exceeds the (preselected) threshold. Then, it validates avoidance actions.

Initially, this service was only for satellites controlled by the CNES. It is now open to external clients.

Hazardous near collisions are identified by the reception of information messages from the JSpOC and, in some cases, by treating the almanac of the GRAVES. The OOC experts then perform the situation analysis. If necessary, radar measurements are performed too in order to improve the knowledge of the path of the dangerous debris. When the risk is confirmed, the information is provided to the satellite control center responsible for defining an avoidance maneuver that is validated by CAESAR.

The awareness of the debris increase is now well represented in the space community. The rules in place allow to begin a control in the increase of the debris, although they are still enough for leading to a chain reaction that would rise the population of debris at an uncontrollable level. Indeed, the rules put in place gradually enter in force with a different timeframe in each country. However, there are still many satellites or stages of older launcher generations that can be a source of worries...





Nébuleuse de la Carène

Crédit : ESO/T. Preibisch

## LE PLANÉTARIUM ENAC

Par Jean-Pierre CELTON, ENAC/TA



ENAC EPL A 17 (Promotion 1975), Jean-Pierre CELTON rejoint l'Armée de l'Air en 1978 comme élève pilote. Il fait ensuite l'Ecole de l'Air de Salon de Provence en 1981.

Il a 4700 heures de vol (avions - hélicoptères) et 17 années Pilote moniteur sur hélicoptères dont 3 ans dans la « Royal Air Force » A2 QFI (Qualified Flying Instructor) à son actif.

Il rejoint l'ENAC en 2011 comme enseignant Ingénieur.

Il est Chevalier dans l'ordre de la Légion d'Honneur et dans l'ordre national du Mérite et a la Médaille de l'Aéronautique

ENAC EPL A17 (Promotion 1975), Jean-Pierre CELTON joined the French Air Force in 1978 as a pilot cadet. Then, he entered in the Ecole de l'Air of Salon de Provence in 1981.

He has 4700 hours of flight (aircraft and helicopters), and 17 years as Instructor on helicopters, including 3 years in the U.K. Royal Air Force as A2 QFI (Qualified Flying Instructor).

He came back at the ENAC in 2011 as Engineer Professor.

He is Chevalier of the Légion d'Honneur Officer of the National Order of Merit. Mr. Celton was also awarded with the Aeronautical Medal.

A une époque où le GPS n'existait pas encore, la navigation astronomique à l'aide des astres et des étoiles était pratiquée par les équipages lors des traversées océaniques.

Dans les années 70, l'ENAC s'est dotée d'un planétarium fabriqué par Carl Zeiss de Jena (Allemagne de l'Est à l'époque) afin de former les élèves pilotes à cette technique de navigation.

En 2012, le planétarium de l'ENAC a été entièrement restauré. Il peut accueillir aujourd'hui dans de très bonnes conditions de confort jusqu'à 19 élèves pour des séances animées par les enseignants en navigation du département Transport Aérien.

La conception de ce type de planétarium remonte aux années 1920, lorsque le directeur de l'observatoire de Heidelberg en Allemagne demanda à Carl Zeiss de Jena, de fabriquer un appareil de projection capable de restituer la voûte céleste à des fins pédagogiques.

Ce travail fut confié à l'ingénieur Walther Bauersfeld qui conçut un système de projection géocentrique aux remarquables performances.

Les 31 projecteurs de la sphère instrumentale font apparaître 5000 étoiles jusqu'à la 6ème grandeur tant dans leur position que dans leur éclat, tout comme dans la nature.

Les nombreuses fonctions du projecteur du Planétarium permettent de voyager dans le temps et dans l'espace en affichant le ciel étoilé de l'Equateur au Pôle Nord et ce même ciel tel qu'il était il y a 14 000 ans quand Vega était quasiment l'étoile polaire.

Cet instrument capable de représenter le ciel nocturne de l'hémisphère Nord reste encore aujourd'hui un remarquable outil pédagogique pour l'initiation à l'astronomie, pour l'enseignement des bases de la navigation astronomique, pour la bonne compréhension du mouvement des planètes, pour la visualisation de la durée des jours et des nuits, la mesure du temps et pour l'explication du cycle des saisons.

Ce planétarium fait actuellement l'objet d'une procédure d'inscription et de classement au patrimoine culturel et scientifique.



Nébuleuse de la Carène  
Crédit : ESO/T. Preibisch



Sphère instrumentale du planétarium

In times where GPS did not exist yet, celestial navigation using planets and stars was practiced by the crews during their travels over the seas.

In the years 1970, the ENAC has acquired a planetarium manufactured by Carl Zeiss Jena (in German Democratic Republic at the time) to train pilot students in this navigation method.

In 2012, the planetarium of the ENAC was fully restored. It can welcome today up to 19 students for sessions led by the navigation professors of the Air Transport Department in very comfortable conditions.

The design of this type of planetarium is from the years 1920, when the Director of the Heidelberg Observatory in Germany asked Carl Zeiss Jena to create a projection device capable of reproducing the sky for educational purposes.

It was the task of the engineer Walther Bauersfeld who designed a geocentric projection system with outstanding performance.

The 31 projectors of the instrumental sphere make appear 5 000 stars up to the 6th magnitude in both their position and their brightness, as in the real sky.

The many projector functions allow the Planetarium to travel back in time and space by displaying the starry sky from the Equator to the North Pole and this same sky as it was 14 000 years ago, when Vega was almost at the place of the current North Star.

This instrument, able to represent the night sky of the Northern Hemisphere, is still today a remarkable educational tool for introduction to astronomy, for teaching the basics of celestial navigation, understanding the planetary motion, viewing the duration of days and nights, measuring time and explaining the cycle of seasons.

This planetarium is currently subject to a registration process to the cultural and scientific heritage of France.



Planétarium ENAC

Nébuleuse de la Carène  
Crédit : ESO/T. Preibisch



S.V. (Steve) Dedmon est un professeur titulaire d'Embry-Riddle Aeronautical University (ERAU) à Daytona Beach, Floride, où il enseigne plusieurs cours de droit aéronautique. Comme chercheur, il a réalisé plusieurs travaux se rapportant au transport spatial commercial pour la Division Aviation du Florida Department of

State, et pour la FAA (Administration Fédérale de l'Aviation). Il est un membre de l'U.S. Supreme Court Bar et du barreau de Floride. Il est également membre du comité sur le droit aéronautique du barreau de Floride, dont il a été le secrétaire. Il peut être joint à [Stephen.Dedmon@erau.edu](mailto:Stephen.Dedmon@erau.edu).

S.V.(Steve) Dedmon is a tenured professor at Embry-Riddle Aeronautical University (ERAU) in Daytona Beach, Florida where he teaches various aviation law related courses. As a researcher he has done research for the Florida Department of State, Aviation Division, and Federal Aviation Administration (FAA)

pertaining to various issues related to commercial space travel. He is a member of the U.S. Supreme Court Bar and Florida Bar, as well as past chair and current member of the Florida Bar Aviation Law Committee. He can be reached at [Stephen.Dedmon@erau.edu](mailto:Stephen.Dedmon@erau.edu).

## L'ÉDUCATION SUPÉRIEURE TOUJOURS PLUS HAUT : EMBRY-RIDDLE AERONAUTICAL UNIVERSITY (ERAU), AUDACIEUSEMENT VERS L'INFINI ET AU-DELÀ<sup>1</sup>

Par S.V.(Steve) Dedmon JD, Professor at ERAU

<sup>1</sup> Ce titre combine deux médias de divertissement américains bien connus. Le premier est la célèbre série Star Trek créée par Gene Roddenberry, qui déclare vouloir "aller avec audace où aucun homme n'est allé avant". Le second vient de Toy Story, des studios Pixar et de Walt Disney Pictures, où le personnage Buzz l'Eclair s'exclame "vers l'infini et au-delà".

En tant qu'avocat aéronautique, il n'est pas rare de dire que la technologie est toujours en avance sur la loi ou le processus de réglementation. A titre d'exemple : la prolifération de véhicules aériens sans pilotes pour laquelle le régulateur écrit, et même littéralement réécrit, ces règlements au fur et à mesure que la technologie applicable aujourd'hui devient obsolète demain. Représentant un autre aspect du voyage, les opérateurs de transport spatial commercial ont fait face, et au moins jusqu'à un certain point gérer, les mêmes difficultés. Même si, au moins aux Etats-Unis, les règlements ne sont pas dans un constant état de désordre, la technologie liée au vol spatial commercial a créé un défi différent, qui est de comprendre ce que les employés des compagnies spatiales commerciales doivent savoir pour répondre aux besoins de cette industrie technologiquement avancée. Aussi vrai que la technologie devance la loi, elle devance aussi l'éducation.

Voyant une opportunité d'enseignement pour former un management compétent,

en février 2013, l'Embry-Riddle Aeronautical University (ERAU) a annoncé le lancement d'un Bachelor of Science en opérations spatiales commerciales. Premier de son genre aux Etats-Unis, ce diplôme du Département des Sciences Aéronautiques Appliquées (AAS) du College of Aviation a été conçu pour fournir à l'industrie spatiale des employés formés au management, à la sécurité, aux politiques, au projet de mission et à la planification des programmes, à la gestion des opérations et des vols, aux facteurs humains et aux problématiques liées à la réglementation. Comme susmentionné, le diplôme met l'accent sur les opérations commerciales et privées. En plus du cœur de programme, on retrouve deux spécialisations et des cours facultatifs totalisant 120 à 122 crédits horaires.

Comme il s'agit d'un diplôme universitaire, on retrouve 39 crédits d'enseignement généraux. Ceux-ci comprennent des cours de théorie et de pratique de la communication, de sciences humaines, de sciences sociales, d'informatique, de

mathématiques, de physique et de sciences de la vie. Il a été imaginé pour s'inscrire dans la réussite des étudiants à l'université, et pour accompagner l'étudiant dans sa transition vers la rigueur demandé par l'enseignement supérieur. Les exigences du programme de base incluent 49 heures, qui inclues mais ne sont pas limitées aux politiques et au droit spatiaux internationaux, la formation aux opérations et aux vols spatiaux, la réglementation/certification des vols spatiaux commerciaux (installations/opérations et véhicules de lancement/vol), la planification des opérations spatiales, les facteurs humains dans l'espace, l'introduction à la navigation spatiale et des thématiques spécifiques en opérations spatiales commerciales.

Les étudiants choisissent ensuite l'option de spécialisation entre Politique et Opérations Spatiales (SPO) et Science et la Technologie des Opérations (OST). La première spécialisation comprend une sélection de cours en management, comptabilité, entrepreneuriat, management de la logistique pour l'aérospatial, facteurs humains et management des situations d'urgence et de la sécurité. Le choix des cours en OST inclut le management de la production et des opérations, la programmation informatique, l'introduction à l'ingénierie, l'ergonomie et la bio-ingénierie, la physiologie aérospatiale, l'astronomie et les systèmes de simulation aéronautiques. Quelque soit la spécialisation choisie, elle représente 20-22 crédits. Enfin, les étudiants ont 15 heures d'activités électives, qui peuvent être spécifiquement remplies dans une mineure liée.

Outre les enseignements requis, les étudiants ont l'opportunité d'expérimenter le vol spatial dans le Simulateur de Vol Spatial sans notion suborbital du College of Aviation. Situé au 3ème étage, dans les locaux du Département AAS, le système simule des décollages propulsés par des fusées jusqu'à environ 350 000 pieds suivis d'atterrissages en descente planée. Les vols peuvent être programmés pour décoller de n'importe quel aéroport américain pour un retour vers l'aéroport de départ ou pour un vol étape par étape. Non seulement les simulations sont disponibles pour les étudiants, mais elles le sont également aux recherches pour un but scientifique. Comme j'ai eu l'opportunité de tester le simulateur de vol deux fois, la première comme spectateur, la seconde comme observateur, le reste de cet article va détailler le second vol.

L'avion de simulation est le XCOR Lynx Mark II, propulsé par quatre moteurs-fusées. Dans ce cas, il a une capacité de 2 passagers, dans un aménagement normal de cockpit, avec

le pilote à gauche et l'expert de mission, ou dans mon cas l'observateur, à droite. L'instrumentation de vol est standard et dépeinte dans un format de glass cockpit, mais elle inclut également un affichage tête-haute (HUD). Les contrôles additionnels de vol incluent un système de contrôle aussi performant que des équipements de freinage et de recouvrement. Pour afficher la représentation visuelle de l'extérieur de l'appareil, on trouve 3 écrans de télévision HD de 40 pouces. Un autre aspect unique de la simulation est la possibilité pour un des membres d'équipage de porter une combinaison entièrement pressurisée qui comprend la capacité d'avoir ses fonctions biométriques médicales surveillées. Il y a aussi des caméras vidéos positionnées en dehors et à l'intérieur du simulateur afin d'aviser le pilote de n'importe quelle anomalie de vol, de débriefer le vol, et enfin d'enregistrer l'événement. La vidéo peut aussi être téléchargée et regardée sur Internet.

Mon pilote pour le vol était Kirby Cole, un étudiant en Sciences Aéronautiques, qui, à l'heure de la simulation, finissait sa qualification commerciale FAA et commencerait bientôt sa qualification multi-moteurs. La première chose dont nous avons discuté concernait l'aéroport de départ : la base aérienne d'Eielson en Alaska. Comme mentionné ci-dessus, n'importe quel aéroport peut être utilisé, mais Eielson faisait partie d'un projet de recherche antérieur, signifiant donc que son programme était facilement accessible. L'aéroport dispose d'une seule piste de 14 530 pieds, et pour notre vol nous avons utilisé le QFU 14. Comme témoignage de la réalité de la simulation, il s'agissait d'un vol de nuit et dans la représentation visuelle à l'extérieur du cockpit nous avons pu voir les Aurores Boréales dans le ciel étoilé.

Comme le Lynx est un jet, Kirby accomplissait professionnellement et soigneusement les procédures de départ en réglant les commandes, allumant les feux d'atterrissage, le chauffage du pitot, et en allumant le contrôle de stabilité artificielle. Comme nous roulions vers la piste, Kirby a déclaré que le décollage de l'avion se ferait sur une distance d'environ 4500 pieds avec une vitesse de décollage de 200 nœuds. Il donnera alors une assiette de jusqu'à 40° à l'appareil jusqu'à atteindre une altitude de 20 000 pieds, avec une vitesse approximative de 0,97 Mach avec des G, vérifiées par un G-mètre, exercées sur l'avion et l'équipage (simulé) étant comprises entre 3,5 et 4G. Après s'être alignés sur l'axe de la piste, nous sommes donc partis. En situation réelle, il y aurait eu une communication avec le contrôle aérien, que ce soit sur terre, dans la tour, ou pour



Nébuleuse de la Carène

Crédit : ESO/T. Preibisch

le transit à travers l'espace aérien national. On retrouve des stations de communication ATC/ATM, un directeur de vol, la météorologie, l'instrumentation de suivi des commandes, et un chirurgien de vol pour la surveillance des données biométriques, mais ces stations ne sont pas équipées en personnel, donc nous ne communiquons pas avec et nous n'utilisons pas ces ressources.

Après avoir atteint 20 000 pieds, l'assiette de l'avion a été portée à 85° et, du fait de la diminution rapide de l'air, la vitesse a augmenté à environ 2,0 Mach jusqu'à 195 000 pieds où, l'épuisement du carburant (signalé par un voyant lumineux) a provoqué la coupure du moteur principal (MECO). Tout cela est arrivé cinq minutes après le décollage et nous a positionné 5 NM à la verticale de l'aéroport. L'avion continue de grimper à environ 500 nœuds à travers la limite de Karman (338 000 pieds/62,13 miles) jusqu'à son apogée, dans notre cas 369 000 pieds, tout en continuant à voler à la verticale de l'aéroport. Tant qu'ils évoluent entre ces altitudes et juste avant la descente, l'équipage connaîtrait généralement cinq minutes d'apesanteur.

Pour débiter la descente, proche des 25 miles verticale terrain où nous avions évolué à environ 500 nœuds, Kirby a initié une manœuvre en S en utilisant le propulseur de commande de roulis pour soulever une aile afin de « faire rouler l'avion » et le mettre sur son dos. Alors que l'avion décélérait, Kirby inclina ensuite l'assiette à moins 65°, jusqu'à environ 80 000 pieds au moment où la manœuvre en S s'achevait et que l'assiette se réduisait. Comme l'avion sortait de sa rentrée à assiette inversée, l'équipage devait subir une force de 7G. Alors que l'avion était maintenant soumis à des forces aérodynamiques classiques, les actions sur les commandes de vol rendaient l'avion plus manœuvrable. Cependant, comme tout le carburant a été utilisé, la fusée est désormais un planeur. En utilisant le GPS embarqué, nous revenons à Eielson.

Retournant à l'aéroport, l'avion descend à environ 4000 pieds par minute avec une vitesse en plané de 210 nœuds. En vue de l'aéroport, nous utilisons l'ILS de la piste 14 comme instrument de référence, mais volant en dehors des trajectoires de l'aéroport. Bien que notre circuit soit sensiblement plus long que pour une approche ILS standard, dans notre cas 8,5 NM, nous sommes encore à 14 000 pieds. La règle générale concernant l'altitude minimale de sécurité et de la distance est de maintenir 1000 pieds pour chaque NM de l'aéroport, donc nous étions bien à l'intérieur de ces paramètres. Kirby a ensuite exécuté un virage et commença à aligner l'avion sur l'axe de piste.

Le train est abaissé, et l'avion vole à 190 nœuds dans une approche sans volet puisqu'il utilise les aérofreins pour

maintenir la vitesse d'approche, même si l'avion vole avec une assiette négative de 20°. Au seuil de piste, l'avion se pose à une vitesse de 160 nœuds. Il y a très peu d'assiette positive ou de cabrage associé à l'atterrissage lorsque l'avion vole à plat. Au contact du train avant sur la piste, le parachute de freinage est déployé et il nous ralentit rapidement, pour un roulage relativement court au sol de 2 000 pieds. Dans un scénario réel de vol, nous aurions alors terminé la check liste après l'atterrissage puis attendre d'être remorqué.

Après avoir terminé le vol, Kirby m'a montré un autre aspect du programme dont je fais mention ci-dessus. Dans une salle à proximité, il y a différents postes informatiques qui peuvent être tenus par des étudiants qui agissent comme directeurs de vol, météorologues, spécialistes des facteurs humains et contrôleurs aériens, ce qui inclut différentes disciplines et diplômes d'ERAU à la disposition des étudiants. Ce programme de simulation fournit donc des occasions pour les étudiants d'être exposés à des façons d'améliorer leurs domaines d'études, en les exposant à des opportunités qu'ils n'auraient pas considérées lors de leur choix de carrière.

Les industries innovantes vont continuer à développer des technologies de l'aviation et des marchés qui mettront au défi les établissements d'enseignement supérieur de répondre aux besoins changeants du secteur. Actuellement, la technologie privée et commerciale de l'espace est une de ces industries. L'enseignement supérieur, tel que décrit par cet exemple d'Embry-Riddle Aeronautical University, se doit de répondre aux besoins de l'industrie spatiale en créant un diplôme innovant et des programmes liés afin de fournir une formation essentielle aux futurs professionnels de l'espace pour qu'ils amènent cette industrie dans des galaxies encore inconnues. L'avenir de l'industrie spatiale et de l'enseignement supérieur est devant nous, levez donc les yeux vers les cieux !

Nébuleuse de la Carène  
Crédit : ESO/T. Preibisch

# HIGHER EDUCATION REACHING HIGHER: EMBRY-RIDDLE AERONAUTICAL UNIVERSITY, BOLDLY GOING TO INFINITY AND BEYOND<sup>1</sup>

By S.V.(Steve) Dedmon JD, Professor at ERAU

<sup>1</sup> This title combines two well-known American entertainment mediums. First, the well know Star Trek series theme created by Gene Roddenberry, which in part says, "to boldly go where no man has gone before," and the second, Pixar Animation Studios, Walt Disney Pictures, Toy Story, as the character Buzz Lightyear exclaims, "to infinity and beyond."

As an aviation attorney, it is no revelation that, nor profound to say, technology is always ahead of the law or the regulatory process. As an example, with the proliferation of unmanned aerial vehicles regulators are writing, then literally rewriting the regulations as technology made what was applicable today, obsolete tomorrow. Related to another facet of travel, commercial space operators have faced, and at least in some degree are dealing with this same issue. Although, at least in the U.S., the regulations are not in a constant state of disarray, the technology related to commercial space flight has created a different challenge, that being, what do employees of commercial space companies need to know to meet the need of this technologically advanced industry. Just as technology is ahead of the law, it is also ahead of education.

Seeing an educational opportunity to produce trained leadership, in February of 2013, Embry-Riddle Aeronautical University (ERAU) announced it would launch a Bachelor of Science undergraduate degree in Commercial Space Operations. The first of its kind in the U.S., the degree in the Applied Aviation Sciences (AAS) department in the College of Aviation, was designed to provide the commercial space industry with employees who were trained in management,

safety, policy, mission project and program planning, flight and operations planning, human factors and issues related to regulation. As related to the above, the degree focuses on commercial and private operations. Besides its core curriculum there are two specializations and elective courses totaling 120-122 credit hours.

As this is a college degree there are 39 credit hours of general education requirements. These include courses in communication theory and skills, humanities, social sciences, computer sciences, mathematics and physical and life sciences and college success—designed to transition a student to the rigors associated with higher education. The core course requirements include 49 hours in, but not limited to, international space policy and law, spaceflight and operations training, commercial space flight regulation/certification (facilities/operations and launch/flight vehicles) space operations planning, human factors in space, introduction to space navigation and special topics in commercial space operations.

Students then have the option of specializing in either Space Policy and Operations (SPO) or Operations Science and Technology (OST). The former includes selecting courses in management, accounting, entrepreneurship, logistics management for aviation/aerospace, human factors, and



Nébuleuse de la Carène  
Crédit : ESO/T. Preibisch

emergency or safety management. Course choices in the OST include management of production and operations, computer programming, introduction to engineering, ergonomics and bioengineering, aerospace physiology, and astronomy and aviation simulation systems. Whether the specialization is SPO or OST, it requires 20-22 hours of credit. Finally, the students have 15 hours of open electives credit hours, which could be specifically fulfilled in a related minor.

Besides the curriculum requirements, students have the opportunity to experience space flight in the College of Aviation's non motion Suborbital Space Flight Simulator. Located on the 3rd floor, in the AAS department, the system simulates rocket-propelled takeoffs up to approximately 350,000 feet followed by gliding descent landings. The flights can be programmed to takeoff from any U.S. airport for return back to the airport of departure or for point-to-point flight. Not only are the simulated flights available to students, but for research purposes. As I have had the opportunity to take two simulated flights, the first as spectator, the second as reporter, the following will detail the second flight.

The simulated aircraft is the XCOR Lynx Mark II propelled by four rocket engines. In this case it has a two-passenger capacity, in a normal cockpit layout, with the pilot on the left, mission specialist, or in my case, observer on the right. Flight instrumentation is standard and depicted in a glass format, but also includes a heads-up display. Additional flight controls include a roll control system as well as speed/recovery brakes. To display the visual depiction outside the aircraft there are three high definition 40-inch diagonal television screens. Another unique aspect of the simulation is for one of the crew to wear a fully functioning pressure suit, which includes the capability to have their medical biometric functions monitored. There are also video cameras positioned outside and inside the simulator to advise the pilot of any flight anomalies, debrief the flight, and ultimately memorialize the event. The video can also be uploaded to and viewed on the Internet.

My pilot for the flight was Kirby Cole, an Aeronautical Science student, who at the time of the simulation flight was finishing his Federal Aviation Administration commercial rating and would soon be starting his multiengine add on rating. The first thing we discussed was the departure airport at Eielson Air Force Base in Alaska. As mentioned

above, any airport can be used, but Eielson was part of a prior research project so its program was easily accessible. The airport has a single 14,530-foot runway and for our flight we used runway 14. As a testimony to the reality of the simulation, it was a night flight and in the visual depiction outside the cockpit we could see the Aurora Borealis in the night sky.

As the Lynx is a jet, Kirby professionally and thoroughly went through the start up procedures setting the trim, turning on the landing light, pitot/windshield heat, and Artificial Stability Control switch to the on position. As we taxied out Kirby said the aircraft's takeoff roll would be approximately 4,500 feet with liftoff at 200 knots. He would then pitch up to 400 until reaching an altitude of 20,000 feet, with an approximate speed of .97 Mach with the G forces, verified by a G meter, exerted on the aircraft and crew (simulated) being between to 3.5-4Gs. After lining up on the runway centerline we then departed. In a real world scenario there would be communication with air traffic control/management (ATC/ATM), whether it be ground, tower, or for transition through the national airspace. There are stations for ATC/ATM communication, a flight director, meteorology, instrument in control monitoring, and a flight surgeon for biometric monitoring, but those stations were not manned so we did not communicate with or use these resources.

Upon reaching 20,000 feet the aircraft's pitch was increased to 850 and as the air was decreasing rapidly the airspeed increased to approximately 2.0 Mach up to 195,000 feet where, due to exhaustion of the fuel (with a warning light), there was main engine cutoff (MECO). All of this happened with five minutes from wheels up and put us five miles down range of the airport. The aircraft still continues to climb at approximately 500 knots through the Karman Line (338,000 feet/62.13 miles) up to its apogee, in our case 369,000 feet, all the while continuing to fly down range of the airport. While between these altitudes and before the dissent the crew would generally experience five minutes of weightlessness.

To begin the dissent, close to 25 miles down range at this point as we had been traveling at about 500 knots, Kirby initiated a split S maneuver by using the roll control thruster to raise a wing, ultimately rolling the aircraft on its back. As the aircraft decelerated, Kirby then induced a -650 pitch attitude, which continued until approximately 80,000

Nébuleuse de la Carène  
Crédit : ESO/T. Preibisch

feet at which time the split S was essentially completed and the extreme nose down pitch reduced. As the aircraft comes out of the inverted dive to a level pitch attitude the crew would be experiencing 7Gs. As the aircraft was now subject to conventional aerodynamic forces, flight control inputs made the aircraft more responsive. However, as all the fuel has been used, the once part rocket is now a glider. Using the onboard GPS, we now navigate back to Eielson.

Flying back to the airport the aircraft is descending at roughly 4,000 feet per minute at best glide speed airspeed of 210 knots. Abeam the airport, using the ILS to runway 14 as an instrument reference, but flying outbound the aircraft tracks away from the airport. Although the outbound leg is substantially longer than it would be for a standard ILS approach, in our case 8.5 nautical miles, we are still at 14,000 feet. The general rule regarding safe minimum altitude and distance is to maintain 1,000 feet for every nautical mile from the airport, so we were well within those parameters. Kirby then executed a procedure turn and begins to align the aircraft on the runway centerline.

Inbound the gear are lowered, and the aircraft is flown at 190 knots in a no flap approach as he uses the airbrakes to maintain the approach airspeed even though the aircraft is being flown in a 200 nose down pitch attitude. Crossing the threshold, the aircraft lands at a touchdown speed of 160 knots. There is very little pitch up or flair associated with the landing as the aircraft is flown in a relatively flat pitch attitude. When the nose gear contacts the runway the drag chute is deployed which quickly slows us down, making for a relatively short 2000 foot ground roll. In a real flight scenario we would then complete the after landing check list and wait to be towed back to the ramp.

After completing the flight Kirby showed me another aspect of the program I alluded to above. In an adjoining room there are various computer stations that can be manned by students acting in rolls as flight directors, meteorologists, human factor specialists, and air traffic management, thus including multi degree/discipline programs ERAU has available for students. So beside the obvious, this simulation program provides occasions for students to be exposed to ways to enhance their fields of study by exposing them to opportunities they may not have considered when choosing their career paths.

Innovative industries will continue to develop aviation technologies and markets that will challenge higher education institutions to respond to their changing needs.

Currently, private and commercial space technology is one of those industries. Higher education, as depicted by this one example at Embry-Riddle Aeronautical University, is responding to the needs of the space industry by creating innovative degree and related programs to provide future space professionals the educational foundation to take the industry to galaxies unimagined. The future of the space industry and higher education is literally, looking up!



Crédit: ERAU



# Olivier Colaitis

## VP ATM & SSA/SiS

### Coordination, Airbus Defence & Space

>> Vous êtes diplômé de l'Ecole Polytechnique et IAC. Pourquoi avoir choisi l'ENAC ?

La raison est simple : j'ai appris à piloter à l'X, au GAMA (Groupe Aéronautique du Ministère de l'Air) qui était à l'époque sur le terrain des Mureaux (LFXU, je m'en souviens encore). Je suis sorti bien classé, je n'avais envie ni de rentrer aux Télécoms, ni dans l'armement, et je n'avais pas fait la préparation à l'ENA. C'est donc tout naturellement que j'ai choisi l'ENAC. J'étais le premier de la promotion à faire cela. L'aviation me plaisait !

>> Pouvez-vous partager avec nos lecteurs votre parcours professionnel ?

Après l'ENAC, je suis rentré au STNA (Service Technique de la Navigation Aérienne) par hasard. Un de mes collègues de l'ENAC préférant la DPAC (Direction des Programmes Aéronautiques et de la Coopération) m'avait convaincu d'aller là. Au STNA, j'ai été nommé patron de la division Radar et Visualisation au bout d'un mois, suite à un accident. A côté de moi Jean-Marc Garot prenait le CAUTRA 4 et Arnaud Dedryvére gardait les Télécoms. Ensemble, nous avons ouvert le CRNA de Reims. Je passe alors l'IFR et le PP (licence de Pilote Privé).

Au bout de quatre ans, sous l'impulsion d'Alain Monnier, j'ai rejoint Thomson CSF comme responsable de projets. Il était alors patron de l'association des IAC et directeur du STNA, et cherchait à essayer les IAC dans l'industrie. J'ai débuté par l'Australie, puis les Etats-Unis. Très rapidement on m'a rajouté le Danemark, l'Inde, le Venezuela... bref j'allais aux quatre coins du monde. Thomson CSF exportait plus de 90% de sa production dans l'Air Traffic Control.

Je suis devenu au bout de deux ans le patron du service Projet et en quatre ans nous avons multiplié par 2 notre prise de commande, nous plaçant n°1 à l'export devant les grandes sociétés américaines (IBM, Lockheed, Harris, Westinghouse, ...) qui avaient du mal à exporter les technologies de la FAA, et devant Alenia, notre bête noire Italienne. Voulant rentrer sur le marché US, nous achetions Wilcox, au moment de l'abandon du MLS (Microwave Landing System).

Un souvenir de cette époque : Marty Pozestki alors directeur technique de la FAA visitant notre usine de Meudon, découvre avec stupéfaction dans les halls d'intégration des centres de contrôle les fameux écrans 2000 x 2000 Sony développés dans le cadre de l'AAS (Advanced Automation System) américain. Nous allions les livrer avant même l'équipement de la FAA au Mexique voisin de la FAA!

On m'a alors proposé de devenir le patron des radars de défenses Aériennes (service technique) et nous avons livré à les TRS 22XX. Ces radars équipent encore l'armée de l'air française, connectés au Système de Commandement et de Conduite des Opérations Aérospatiales (SCCOA). Nous développons également les radars « basse altitude » qui équiperont petit à petit cette même Armée de l'Air.

Ensuite, retour à la vente, où chargé du grand export pour l'ensemble des produits de la division (ATM, Air Defense, et Champs de bataille), je recommence à courir le monde (Chine, Brésil, Arabie Saoudite, Russie, ...) encadrant une équipe d'une trentaine de vendeurs.

Un passage au siège m'est alors proposé, comme assistant

du Directeur Général du groupe Thomson CSF. Dans une carrière industrielle, il est nécessaire : ce genre de parcours vous donne de la visibilité sur le fonctionnement de votre société. On y apprend beaucoup tant sur les points de vue stratégique que tactique.

Retour rapide comme directeur commercial de la branche ATC : c'est la grande époque de la couverture radar SSR monopulse en France, de Phidias, d'ODS-Tool box Eurocontrol, d'ARTAS... et des prémices du Mode-S.

Le groupe Thomson CSF se réorganise pour améliorer son efficacité. On me pousse à prendre un poste horizontal dans une structure baptisée THOM-FANS (le FANS ou Future Air Navigation System pour Thomson-CSF) pour réfléchir et créer une nouvelle offre en CNS/ATM regroupant les solutions ATC traditionnelle, les communications (VDR, Satcom), l'arrivée du GPS. Mais c'est aussi l'évolution des équipements de bord des avions (Head-up display, Multi Mode Receiver, etc.) en regroupant les connaissances des différentes divisions du groupe, qui avait créé la Joint Venture SEXTANT avec Aérospatiale. Nous gagnons la même année EGNOS (European Geostationary Navigation Overlay Service) et son équivalent américain WAAS (Wide Area Augmentation System), bien sûr pour ce dernier via Wilcox, en basant nos deux offres sur une équipe commune franco-américaine. Malheureusement, le gouvernement américain découvre alors que Wilcox appartient à une société étrangère et termine le contrat « for convenience »...

L'ADS-CPDLC est mis en place avec BOEING (FANS-1) et AIRBUS (FANS-A). De nombreux systèmes sont vendus (Australie, Tahiti, Île Maurice, Fidji etc.). En association avec SEXTANT et un club de compagnies aériennes américaines nous réalisons les couches ATN (Aeronautical Telecommunication Network : un IPV6 de l'Aéronautique) en DO 178 certifiable, qui sont à peine utilisés aujourd'hui.

Thomson CSF est alors privatisé. Alcatel rentre au capital. Je prends la tête de la Stratégie et de la R&D de la Nouvelle Alcatel Space. Le contrat EGNOS est transféré. Très vite mon patron Jean-Claude Husson me dit « tu viens de la Navigation Aérienne, donc c'est toi qui pilotera Galileo ! »

L'aventure commence. La solution choisie est de créer un consortium Industriel « Galileo Industries » capable de convaincre à la fois les états européens, l'Agence Spatiale Européenne (ESA) et l'Union Européenne. On me met à sa tête. Après quatre ans d'efforts et de nombreuses barrières politiques, le premier milliard d'euros est mis sur la table par l'Union Européenne. Le programme démarre, et il faut un allemand comme chef pour Galileo Industries. On me propose donc un poste au siège d'Alcatel, et je m'occupe momentanément de Contrôle ferroviaire (ERTMS), de télépéage, de la concession Galileo, qui échoue, et de la création d'Alcatel Alenia Space, regroupant les actifs spatiaux d'Alcatel et de Finmeccanica.

Alcatel Alenia Space étant créée, je suis nommé à la tête du Business Développement dans la filiale Telespazio. Quatre

ans en Italie, à Rome... génial ! Cette expérience m'apprend les offres de services basées sur l'utilisation des satellites (Télécom, Observation de la terre et Navigation). On me nomme aussi PDG de la filiale française de Telespazio.

Lorsque le groupe Thales reprend les actifs spatiaux d'Alcatel, je décide de partir chez Airbus via la filière spatiale Astrium, où on me demande de participer à une réflexion sur une entrée possible d'Airbus dans le monde ATM. Ceci donne le jour à Airbus-Prosky, que je ne souhaite pas rejoindre. Je m'occupe alors de la problématique des débris spatiaux, de leur gestion, et on pourrait dire des balbutiements d'un « Space Traffic Management ». C'est curieusement à l'époque du film « Gravity » avec G Clooney et S Bullock et je passe donc sur différentes chaînes de télévisions, interviewé. Malheureusement le peu de financement disponible sur le sujet me suggère de changer, et on me demande de revenir sur les programmes spatiaux Européens : Galileo, Copernicus, GovSatcom, EU-SST, SESAR, etc. pour la nouvelle Airbus Defense & Space.

>> Après plusieurs années au STNA, vous avez assuré différentes fonctions au sein de grands groupes français et européens : Thomson CSF, Alcatel Space, puis Airbus Defense & Space. L'évolution et la consolidation du paysage spatial européen sont-elles un succès ? Quelles sont les conséquences pour les activités spatiales d'Airbus Group de la réunion des branches Military, Astrium et Cassidian ?

L'évolution et la consolidation du paysage spatial européen sont une conséquence de la consolidation des industries de Défense. Elle est nécessaire, au fur et à mesure que cette industrie gagne en maturité.

Le spatial c'est une aventure qui a commencé il y a une cinquantaine d'années, bien plus récemment que l'aéronautique. Cette industrie, qui était au début plutôt équipementière ou fabricante de sous-système avec comme clients ses agences spatiales ou les défenses nationales, a eu besoin en murissant de devenir « Prime » (Systémier). C'est une évolution naturelle, qui est parallèle à celle des budgets disponibles dans les différents Etats européens.

C'est également une activité de très hautes technologies, demandant beaucoup d'investissement en R&D, en pré-développement, ou en activité « non récurrente » pour réaliser souvent des objets très particuliers. Un de mes anciens patrons, il y a quelques années, m'expliquait que nous étions des grands couturiers de luxe, et que l'enjeu était maintenant d'aller vers le « prêt à porter ». C'est ce que l'on voit aujourd'hui : il y a eu le passage aux constellations comme Globalstar et Iridium... et maintenant les méga-constellations type OneWeb. Le prêt à porter arrive !

Enfin cette consolidation permet de diminuer – je n'ai pas dit supprimer – les redondances techniques (au moins au sein d'un même groupe). On a aujourd'hui en Europe deux gros « Prime » : Airbus DS (ex Astrium) et ThalesAleniaSpace, et un 3ème Prime de taille plus modeste : OHB.

Au sein d'Airbus, Astrium a été regroupé à Cassidian et à Airbus Military. On a également changé de nom : « Airbus Defense & Space » ! Ce n'est pas mal. La racine Airbus, cela sonne bien, c'est connu, et on nous identifie bien mieux que face à l'ancien EADS. Bien sûr au début, le changement est un peu compliqué : il faut retrouver ses marques dans un système en évolution. Cela s'est heureusement passé lors d'une croissance forte de notre activité spatiale. 2015 a été la meilleure année de prise de commande pour notre activité Satellites, mais également de Services spatiaux. Aujourd'hui nous travaillons avec le reste d'Airbus DS sur des programmes communs en synergie.

Que nous réserve le futur ? D'autres consolidations, des cessions d'activités, des évolutions du marché spatial, comme la récente création d'AirbusSafranLaunchers... c'est la vie de l'industrie d'évoluer et de s'adapter.

>> Pour Alcatel Space puis Airbus Defense & Space, vous participez au projet Galileo, le GNSS européen. Pouvez-vous nous dire quelques mots sur l'état d'avancement de ce programme et du développement des services associés ?

Le programme avance, nous approchons le bout du tunnel. Je suis très optimiste, malgré ma participation au lancement du programme au début des années 2000 !

Où en est-on ? En mai dernier, un Soyuz a mis en place deux nouveaux satellites. En novembre, Ariane 5 emportera quatre satellites. La constellation sera à dix-huit unités en fin d'année, avec trois satellites en mode dégradés. Ainsi l'Union Européenne prévoit de déclarer un service opérationnel initial, ce qui permettra de tester et valider graduellement les services de Galileo.

Huit nouveaux satellites seront lancés en 2017 (4) et 2018 (4). La constellation sera à vingt-six. Les segments sols de contrôle et de mission sont déjà en service et ont démontré leurs performances, par exemple lorsque les deux premiers satellites d'OHB se sont retrouvés sur une orbite non nominale.

L'Union Européenne accompagnée par la GSA et l'ESA viennent de lancer les appels d'offres pour finaliser le système (satellites complémentaires, évolution des segments sol et la sécurité, etc.). Tous les contrats seront passés d'ici un an.

La GSA pilote en parallèle le développement des services. Pour notre part, en temps qu'Airbus, nous avons réalisé la première approche LPV 200 sur Paris-CDG en mai 2016 [RENOI ARTICLE RNAV GNSS@CDG] en utilisant EGNOS, et participons au développement des récepteurs DF/MC pour recevoir Galileo et les deux fréquences GPS.

Personnellement je crois beaucoup à l'utilisation d'EGNOS/Galileo, qui ont été battis originellement pour l'aviation, dans le monde de la signalisation ferroviaire. Cet ATM du rail s'appelle l'ERTMS. On commence à en parler.

>> Votre portefeuille comprend les activités SiS (Security in Space) et SSA (Space Situational Awareness) d'Airbus Defense & Space. Quelles sont les ambitions d'Airbus DS en matière de SiS ? La dé-orbitation des débris spatiaux, la space deterrence, le lancement de charges utiles militaires avec des préavis très courts... les technologies et les concepts opérationnels sont-ils matures pour envisager des applications à court terme ?

Les débris, c'est (ou plutôt cela sera) un vrai problème. La menace existe dès aujourd'hui. Elle est faible, mais elle va augmenter, et si on continue au rythme d'aujourd'hui en 2050 ou en 2100 cela deviendra catastrophique... C'est un problème du type Environnement. Il faut un jour commencer. Cela n'est pas un problème simple et comporte différents aspects : réglementaire, légal, technique, opérationnel... Il est important pour nous car si l'espace est trop « pollué », cela sera un frein à l'aventure spatiale.

Au sein d'Airbus DS nous nous sommes beaucoup intéressés à conserver un espace « propre » en adaptant nos nouveaux satellites à la désorbitation en fin de vie et le 3ème étage d'Ariane 6 aura cette capacité aussi. Cela s'appelle du Post Mission Disposal. Nous nous intéressons également à la surveillance de l'espace à partir de moyen sol et de moyens spatiaux (télescope), ainsi qu'à la désorbitation de petits débris (abrasion par laser en orbite basse) ou via des véhicules spécialisés (on appelle cela des Space Tug) capables de désorbiter les gros débris. Dans un projet FP 7 nous avons fait des démonstrations d'abrasion laser en laboratoire, et nous devrions en 2017 lancer un minisatellite qui capturera deux cubesats (simulant des débris) et les désorbitera, via des financements de l'ESA, de l'Union Européenne et en internes.

La Space Deterrence et l'Operational Responsive Space, nous y croyons, mais pas de financement aujourd'hui.

>> La destruction d'un satellite chinois en orbite en 2007 a médiatisé le risque des débris spatiaux pour les activités orbitales. Le développement du transport spatial commercial aux Etats-Unis a favorisé l'émergence de nouveaux acteurs privés et publics en matière de Space Situational Awareness (SSA) outre-Atlantique. Le DoT évoque même la possibilité que la FAA étende ses compétences à ce domaine. Où en est-on en Europe ? Quels sont les moyens de surveillance et de prévention étatiques et privés ? Comment les opérateurs de satellites s'organisent-ils pour protéger leurs assets des risques de collision ?

L'Union Européenne, poussée par ses états membres, a pris la suite de l'ESA dans le cadre de la SSA, et plus précisément pour la Surveillance de l'espace (SST).

Un programme préliminaire SSA avait été mis en place par l'ESA vers 2010. Nous y avons participé, notamment en étudiant l'architecture d'un système européen coopérant avec celui du J-Spoc US, et via quelques démonstrateurs. En 2015, l'Union Européenne a pris le leadership. Elle a décidé de mettre en place un modèle basé sur le financement d'un consortium d'Etats européens qui mettraient leurs moyens en communs pour mettre en place un premier niveau de service. D'autres financements seraient là pour faire des développements technologiques et améliorer graduellement ce niveau de service. Ainsi l'Union Européenne ne financerait pas une infrastructure qui lui appartiendrait (modèle Galileo), mais la mise en place d'un service basé sur des infrastructures appartenant aux Etats... Nous n'en sommes qu'au début, car il n'existe que peu de moyens en Europe, et que Pierre Omaly vous a décrits dans son article [RENOI ARTICLE DEBRIS SPATIAUX].

De nombreux opérateurs de satellites de télécoms géostationnaires se sont organisés via un club : Satellite Data Association (SDA) qui a mis en place un système de prédiction des collisions basés sur les télémétries des satellites, associés aux alarmes (LTE) produites par le J-Spoc US. Je ne suis pas sûr que ce système fonctionne parfaitement, mais la menace en géostationnaires est moindre que celle en orbite basse (LEO).

>> L'espace ne semble pas toujours une voie évidente aux étudiants rejoignant l'ENAC, alors que l'école offre plusieurs formations et majeures de pointe, en particulier en électronique et GNSS. Pouvez-vous expliquer à nos lecteurs, et en particuliers à nos étudiants, en quoi le diplômé énacien y a toute sa place ?

Le spatial est un vrai domaine de l'ingénieur. On est tout le temps en train de faire de la technologie, très performante, qui ne pèse rien, qui ne chauffe pas et qui ne consomme rien ! Tout ingénieur système, électronique, hyperfréquence, matériaux, etc. y a une place. Nous recrutons beaucoup chez Airbus.

Il y a d'autres métiers, notamment d'opérateurs, de logisticiens,... car un satellite cela se contrôle depuis le sol où l'on gère sa mission... Ces segments sols sont très proches de ceux de l'ATM, et les opérateurs pourraient également être des ATCO, bien sûr en les formants !

Le GNSS c'est très particulier. C'est un vrai système dont l'objectif unique est de générer de la performance. Les appels d'offres lancés par l'Union Européenne, la GSA et l'ESA représentent 2500 personnes par an en Europe. Il y a là aussi un fort besoin en ingénieurs de bonne formation. N'hésitez pas !

L'Aéronautique a de plus en plus besoin des satellites : c'est le cas du GNSS, de la communication par Satcom en bande L aujourd'hui, en bande C demain, et sans aucun doute de l'ADS-B, pour lequel Iridium-Aireon est le précurseur.

>> Quel regard portez-vous sur l'ENAC, vous qui l'avez connu en tant qu'étudiant ? Quel(s) message(s) souhaiteriez-vous transmettre aux futurs diplômés ?

J'ai beaucoup apprécié mon passage à l'ENAC. J'en ai d'excellents souvenirs. On m'a même demandé lors de mon séjour au STNA d'y donner des cours. Curieusement lors de mon passage, et pour répondre au professeur de Droit, j'avais fait une note sur le droit spatial... alors quasiment inexistant !

L'ENAC s'est réformée en se « consolidant » avec le SEFA (Service d'Exploitation de la Formation Aéronautique). Elle a maintenant un statut beaucoup plus international qu'à l'époque où j'y étais. C'est bien, et c'est l'avenir.

Si j'avais un message à transmettre à des jeunes diplômés, je leur dirai de se faire plaisir dans leur travail, d'être enthousiaste et surtout d'en changer régulièrement, de ne pas hésiter à faire un séjour à l'étranger.

## PORTRAIT CHINOIS

### > VOTRE AVION DE LÉGENDE

Le Sukhoi 27

### > VOTRE AVIATEUR OU PERSONNALITÉ AÉRONAUTIQUE PRÉFÉRÉE

Roland Garros (j'habite à St Cloud, et je passe devant sa statue tous les jours)

### > VOTRE PLUS BEAU SOUVENIR EN AVION

Mon pilotage en simulateur 3 axes d'un vrai A340... décollage de Nice et malheureusement 15 mn après je me suis écrasé sur l'ancien aéroport de Hong Kong (Kai Tak), dans le dernier virage !

### > VOTRE DÉFI DU FUTUR

Le prêt à porter spatial

# Olivier Colaitis

## VP ATM & SSA/SiS Coordination, Airbus Defense & Space

>> You graduated the Ecole Polytechnique, and you are IAC (Corps of the Civil Aviation Engineer). Why did you choose the ENAC?

It is quite simple: I learned flying at Polytechnique's GAMA (Air Minister Aeronautical Group) which was based at Les Mureaux airfield at this time. I graduated with honours but I did not want to join the telecoms or defence, and I had not prepared the ENA (Ecole Nationale de l'Administration). The ENAC appeared like a natural choice. I was the first of my class to do so. I loved aviation!

>> Could you share with our readers your career path?

After the ENAC, I joined the STNA (French Air Navigation Technical Service) by chance. I was convinced by one of my ENAC fellow who preferred the DPAC (Aeronautical Programmes and Cooperation Directorate). After a month at the STNA, and following an accident, I was appointed as head of the Radar and Visualisation division. At the same time, Jean-Marc Garot was going to lead CAUTRA 4 and Arnaud Dedryvere the telecoms. We opened the Reims CRNA together. This is when I passed the IFR and PP (private pilot license).

Four years later, Alain Monnier got me to join Thomson CSF as project manager. He was then in charge of the IAC alumni association, and he was Director of the STNA. He was looking to place more IAC in the industry. I travelled to Australia and the United States. It was not long before I got Venezuela, India and Denmark in my portfolio... I was travelling all around the world. Thomson CSF exported 90% of their production in Air Traffic Control. After two years I became the head of the Project department. And then after four more years, our orders were multiplied by two. This made us the number one for export, ahead of the big U.S. players (IBM, Lockheed, Harris, Westinghouse, etc.) who struggled to export FAA technologies, and in front of our Italian competitor – Alenia. And then, we bought Wilcox in order to penetrate the American market, as the MLS (Microwave Landing System) technology was abandoned.

I have a memory of this period: Marty Pozestki, technical director of the FAA, was visiting our factory in Meudon. He was astonished when he discovered, in the integration

halls of the control center, the famous 2000 x 2000 Sony monitors developed under the American AAS (Advanced Automation System) program. We were going to deliver the monitors even before the FAA equipment to Mexico, their neighbours!

They then asked me to become the head of the Air Defence Radars (technical service). We delivered at this time the TRS 22XX. These radars still equip the French Air Force, connected to the system of the Aerospace Command and Operations Control System (SCCOA). We also develop the "low altitude" radars that will equip gradually this same Air Force.

Then, I was back to the sales, where I was in charge of the major export for all the division's products (ATM, Air Defence, and Battlefield), I started to run again around the world (China, Brazil, Saudi Arabia, Russia, ... ) managing a team of thirty salesmen.

They offered me a position in the headquarters, as Deputy Managing Director of Thomson CSF. In an industrial career, this is necessary: this kind of background gives you visibility onto your company's operations. You can learn a lot about both the strategic and tactical perspectives.

Back as Commercial Director of the ATC branch: this was the big time of the SSR monopulse radar coverage in France, of Phidias, of ODS-Tool box Eurocontrol, of the ARTAS ... and the beginning of the S-Mode.

Group Thomson CSF reorganized itself to improve its effectiveness. I was asked to take a transverse position in the THOM-FANS (FANS or Future Air Navigation System for Thomson-CSF) structure in order to think and create a new offer in CNS / ATM. It should combine the traditional ATC solutions, the communications (VDR Satcom), and the coming GPS. But it was also a change in the aircraft on-board equipment (Head-up display, Multi-Mode Receiver, etc.) with the combination of the knowledge of the different divisions of the group. This merger created the Sextant Joint Venture with Aerospatiale. The same year, we were awarded with EGNOS (European Geostationary Navigation Overlay Service) and its US equivalent WAAS (Wide Area Augmentation System). We won the last one through Wilcox of course, basing our two offers on a common

French-American team. Unfortunately, the US government discovered that Wilcox was owned by a foreign company and ended the contract "for convenience»...

ADS-CPDLC was set up with BOEING (FANS-1) and Airbus (FANS-A). Many systems were sold (Australia, Tahiti, Mauritius, Fiji, etc.). Associated with Sextant and a club of US airlines, we realized the layers of the ATN (Aeronautical Telecommunication Network: an Aeronautics IPV6) in DO 178-certifiable, which are barely used today.

Thomson CSF was then privatized. Alcatel entered into the capital. I was at the head of the Strategy and R&D for the New Alcatel Space. The EGNOS contract was transferred. Very soon my manager Jean-Claude Husson said "you are from Air Navigation, so it is you to drive Galileo! "

The adventure began. The solution was to create an Industrial Consortium "Galileo Industries" able to convince both the European States, the European Space Agency (ESA) and the European Union. They put me in charge. After four years of effort and several political barriers, the first billion was put on the table by the European Union. The program started, and we needed a German as Head of Galileo Industries. They therefore offered me a position at the Alcatel headquarter, and I momentarily took care of railway control (ERTMS), electronic tolls, the Galileo concession (which failed), and the creation of Alcatel Alenia Space, gathering the space assets of Alcatel and Finmeccanica.

As Alcatel Alenia Space was created, I was appointed Head of the Business Development in the subsidiary Telespazio. Four years in Italy, in Rome ... it was great! This experience taught me the services offers based on the use of satellites (Telecom, Earth Observation and Navigation). I was then promoted CEO of the French filial of Telespazio.

When Thales took the space assets of Alcatel, I decided to go to Airbus via the space filial of Astrium, where I was asked to participate in a discussion on a possible Airbus entry into the ATM world. This gave birth to Airbus Prosky, which I did not wish to join. I then took care of the problem of space debris, of their management, and we could say it was the beginning of a "Space Traffic Management". Curiously, it was the time of the movie "Gravity" with George Clooney and Sandra Bullock. Because of this, I was interviewed on different television channels. Unfortunately the lack of funding available on the subject suggested me to change position, and they asked me to return to the European space programs: Galileo, Copernicus, GovSatcom, EU-OSH, SESAR, etc. for the new Airbus Defence & Space.

>> After several years at the STNA, you held various positions within major French and European groups: Thomson CSF, Alcatel Space and Airbus Defence & Space. Are the development and consolidation of the European space sector successful? What are the consequences of

the merger between the Military, Astrium and Cassidian divisions of Airbus for the space activities of the group?

The development and consolidation of the European space industry are a consequence of the consolidation of the defence industry itself. It is necessary, gradually as this industry becomes more mature.

The space industry is an adventure that began fifty years ago. This is more recent than aviation. This industry, which was at the beginning more about equipment and sub-systems manufacturing with space agencies or national defences as customers, needed to become a "Prime" (System provider) when it became mature. This is a natural evolution, which is parallel to the availability of the budgets in the different European States.

It is also an activity of very high technology, requiring a lot of investment in R&D, in pre-development, or in the "non-recurring" activity for producing very particular objects. One of my former manager, few years ago, explained that we were luxury fashion designers. The challenge was now to go to the "ready-made ". This is what we can see today: there was a move to constellations as Globalstar and Iridium ... and now to the mega-constellations like OneWeb. We are close to the "ready-made"!

Finally, this consolidation allows to reduce – I do not say eliminate – technical redundancies (at least within the same group). Today, we have in Europe two big "Prime": Airbus DS (formerly Astrium) and ThalesAleniaSpace, and then a third smaller Prime: OHB.

Within Airbus, Astrium has been combined with Cassidian and Airbus Military. It has also changed its name, "Airbus Defence & Space". Which is not bad! The Airbus root sounds good, is well-known, and identifies us better than the former EADS did. Of course at the beginning, the change is a little complicated: we have to find our landmarks in an evolving system. Fortunately, this happened during a strong growth of our space activities. 2015 was the best year regarding the orders for our Satellites activity, but also for Space Services. Today we work with the rest of Airbus DS on joint synergy programs.

What does the future hold? Other consolidations, sales of activities, changes in the space market, such as the recent creation of AirbusSafranLaunchers ... this is the industry purpose to evolve and adapt.

>> You are part of Galileo, the European GNSS, for Alcatel Space and Airbus Defence&Space. Can you say something about the progress of this program and the development of the related services?

The program is in progress, we are approaching the end of the tunnel. I am very optimistic, even if my participation in the program began in the early years 2000!

Where are we? Last May, a Soyuz launched two new satellites. In November, Ariane 5 will carry four satellites. The constellation will include eighteen units by end of the year, with three satellites in degraded mode. Thus the European Union intends to declare an initial operational service, which will allow to gradually test and validate the Galileo services.

Eight new satellites will be launched in 2017 (4) and 2018 (4). The constellation will include twenty-six units. The ground segments of control and mission are already in use and have proven their performances, such as when the first two OHB satellites were put on a non-nominal orbit.

The European Union accompanied by GSA and the ESA have launched tenders to complete the system (additional satellites, ground segments and safety evolutions). All the contracts will be signed within a year.

The GSA drives in parallel the development of services. Regarding us, as Airbus, we achieved the first LPV 200 approach on Paris-CDG in May 2016, using EGNOS. We participate in the development of the DF/MC receptors in order to receive Galileo and the two GPS frequencies.

I really believe in the use of EGNOS/Galileo, which were originally designed for aviation, for the interest of the world of rail signalling. This "rail ATM" is called ERTMS. We start to talk about it.

>> Your portfolio includes the SiS (Security in Space) and SSA (Space Situational Awareness) activities of Airbus Defence&Space. What are the Airbus DS ambitions regarding the SiS? De-orbiting spatial debris, space deterrence, launch of military payloads with very short notices ... are the technologies and operational concepts mature enough for considering short-term applications?

The debris are (or rather will be) a real issue. The threat exists today. It is still weak, but it will grow. If we continue at the pace we have today, by 2050 or 2100 it will become catastrophic ... It is an environmental problem. We will have to start someday. This is not a simple problem and it has different aspects: regulatory, legal, technical, operational ... It is important for us because if the space is too much "polluted", this will act like brakes on the space adventure.

Within Airbus DS we are very interested to keep a "clean" space by adapting our new satellites to de-orbit at the end of their life. The third stage of Ariane 6 will have this capability too. This is called

Post Mission Disposal. We are also interested in the surveillance of space with ground means and space systems (telescope), and in the orbiting of small debris (laser abrasion in low orbit) or via specialized vehicles (this is called Space Tug) able to de-orbit large debris. In a FP7 project, we did laboratory abrasion laser demonstrations, and we should launch a mini-satellite in 2017 that will capture two CubeSat (simulating debris). We will de-orbit them. This should be granted with ESA, European and internal funds.

Space Deterrence and Operational Responsive Space: we believe in it, but we do not have funding today.

>> The destruction of a Chinese satellite into orbit in 2007 publicized the risks of space debris for orbital operations. The development of commercial space transportation in the United States has promoted the emergence of new public and private players regarding Space Situational Awareness (SSA). The U.S. Department of Transportation even spoke about the possibility that the FAA extends its responsibilities to this domain. What about Europe? What are the State and private means for monitoring and prevention? How do the satellite operators organize themselves in order to protect their assets from the risk of collision?

The European Union, driven by its Member States, has continued the work of the ESA on the SSA, especially for the Space Surveillance (SST).

A preliminary SSA program was put in place by the ESA around 2010. We have participated to this program, including exploring the architecture of a European system cooperating with the U.S. JSpoc US, and through some demonstrators. In 2015, the European Union took the lead. It decided to set up a model based on a consortium funded by European states that would put their resources in common to establish a first level of service. Additional funding would be there to make technological developments and gradually improve this level of service. So, the European Union would not fund an infrastructure that belong to it (the Galileo model), but will put money in the implementation of a service based on an infrastructure owned by the States ... We are only at the beginning, because there are yet few resources in Europe. Pierre Omalý described them in his article (see p.16).

Many geostationary telecom satellite operators have organized themselves through a club: the Satellite Data Association (SDA). It has set up a system for predicting collisions based on satellite telemetry, associated with alarms (LTE) produced

by the US JSpoc. I am not sure if this system works perfectly, but the threat in geostationary is less important than in low orbit (LEO).

>> Space may not always seem to be an obvious career path for the students joining ENAC, while the university offers several programs and advanced majors, especially in electronics and GNSS. Can you explain to our readers, and in particular to our students, how the ENAC graduate has a place in the space industry?

The space is a true field of engineering. We are all the time doing technology, with high performance, which weighs nothing, does not heat and consumes nothing! Any system, electronics, microwave, materials, etc. engineer has his place. We recruit many of them at Airbus.

There are other positions, including operators, logisticians ... because a satellite is controlled from the ground where we manage its mission ... These ground segments are very close to the ATM ones, and operators could also be air traffic controllers, of course if we train them!

GNSS is very special. This is a real system that the main purpose is to generate performance. Tenders launched by the European Union, the GSA and the ESA represent 2 500 jobs a year in Europe. There is also a strong need for proper training of engineers. Do not hesitate!

Aviation increasingly needs satellites: this is the case of the GNSS, communication by L-band Satcom today and C-band tomorrow, and no doubt of the ADS-B, for which Iridium-Aireon is the pioneer.

>> How do you see the ENAC, who you knew it as a student? What message(s) would you like to tell to the future graduates?

I enjoyed my time at the ENAC. I have great memories. People even asked me during my stay at the STNA to give courses there. Curiously during my visit, and to answer a request from the teacher in laws, I made a note on space law ... almost nonexistent at the time!

The ENAC reformed itself merging with the SEFA. It has now a more international status than the time I was there. That is good, and it is the future.

If I had any message for the young graduates, I will tell them to have fun in their work, to be enthusiastic, and above all to change job regularly. And do not hesitate to go abroad.





Gaël LE BRIS, IENAC07T et diplômé du Florida Institute of Technology, est Airside Development Manager à Paris-CDG. Il est responsable des projets de développement côté piste et coordonne l'ensemble des projets impactant la capacité et la sécurité aéronautiques. Il réalise des études prospectives et des benchmarks. Il a conduit différents projets de recherche, notamment en sécurité opérationnelle ou sur l'aménagement des aires de sécurité de fin de piste (RESA). Il est membre de comités du Transportation Research Board (TRB) et de l'Alfa-ACI.

Gaël LE BRIS, IENAC07T and graduate from the Florida Institute of Technology, is Airside Development Manager at Paris-CDG. He is in charge of the airside development projects and he coordinates the projects affecting the aviation capacity and safety. He realizes prospective studies and benchmarks. He has conducted various research projects, including in operational safety or on the runway end safety areas (RESA). He is a member of the Transportation Research Board (TRB) and Alfa-ACI committees.

# AMÉLIORER ENSEMBLE LA SÉCURITÉ AÉRONAUTIQUE LORS DES TRAVAUX

Par Gaël Le Bris, Airside Development Manager à Paris-CDG (Groupe ADP)

Réaliser des travaux sur le côté piste d'un aéroport est toujours une opération sensible : ils génèrent nécessairement des risques sur les opérations aériennes qu'il convient d'évaluer, et d'atténuer si nécessaire<sup>1</sup>. La littérature technique est pourtant assez pauvre dans le domaine, et les aéroports doivent souvent innover à leur niveau et avec leurs moyens à chaque chantier.

## Apprendre ensemble des événements passés

L'étude des accidents et des incidents montre que le principal enjeu lorsqu'on modifie l'infrastructure et les procédures pendant la durée d'un chantier est l'information des équipages. Par exemple, lors de réductions temporaires de la longueur d'une piste pour les besoins de travaux d'infrastructure, on rapporte régulièrement des cas d'avions décollant sans tenir compte de la réduction des distances de décollage, même lorsque la piste modifiée respecte les standards et qu'une information aéronautique conforme a été publiée. Un tel incident s'est produit en août 2008 à Paris-Charles de Gaulle : un équipage n'a pas pris en compte les informations délivrées par l'aéroport et les messages du contrôle aérien, et a évité de peu une collision avec des écrans de protection contre le souffle<sup>2</sup>.

En 2011, en vue de travaux qui se sont réalisés à Paris-CDG en avril 2012<sup>3</sup>, j'ai initié un projet de recherche afin d'évaluer de manière générale les risques liés aux chantiers sur la piste même (les plus critiques), d'identifier les meilleures pratiques pour les atténuer, et d'en développer

1 La gestion des risques aéronautiques liés au changement, ENAC Alumni Magazine, septembre 2013, pp. 5-7, [http://www.alumni.enac.fr/docs/2013132723\\_enac\\_alumni\\_mag7.pdf](http://www.alumni.enac.fr/docs/2013132723_enac_alumni_mag7.pdf)

2 Serious incident on 16 August 2008 on take-off from Paris CDG to the 737-800 SU-BPZ operated by AMC Airlines, BEA, 2011, <https://www.bea.aero/docspa/2008/su-z080816.en/pdf/su-z080816.en.pdf>

3 Working Safely on an Operative Runway, Aero Safety World, August 2013 : <http://flightsafety.org/aerosafety-world-magazine/august-2013/working-safely-on-an-operative-runway>



Chantier au nord du Seuil 08L de Paris-CDG en 2013

de nouvelles. Je ne pensais pas que cette démarche conduirait à un fil rouge de plusieurs années...

En septembre 2012, lors d'une rencontre avec l'Airport Construction Advisory Council (ACAC) de la FAA (voir encart plus loin), nous avons constaté que nous avions observé des incidents similaires à Paris-CDG et Chicago O'Hare, et que nos analyses de ces événements convergeaient. Par exemple, nous avons tous conclu que le panneautage destiné aux équipages était un maillon faible et qu'un nouveau format dédié aux informations temporaires critiques était une solution pour réduire le risque d'accident. De ce constat, nous avons conduit des recherches parallèles et complémentaires en facteur humain pour développer, avec la communauté des opérations, une signalisation spécifique et efficace. Cette signalisation d'information temporaire a été évaluée avec succès sur plusieurs aéroports américains et à Paris-CDG<sup>4</sup>. L'industrie est en train de l'adopter comme bonne pratique, et elle est en passe de devenir un standard aux Etats-Unis dès cette année<sup>5</sup>.

4 Enhanced airfield signage to improve situational awareness in the vicinity of aerodrome construction works, HindSight n°23, June 2016 : <http://www.skybrary.aero/bookshelf/books/3470.pdf>

5 Draft AC 150/5370-2G, Operational Safety on Airports during Construction, [http://www.faa.gov/regulations\\_policies/advisory\\_circulars/index.cfm/go/document.information/documentID/1029470](http://www.faa.gov/regulations_policies/advisory_circulars/index.cfm/go/document.information/documentID/1029470)

### Partager les meilleures pratiques

Si un aéroport seul ne peut pas prétendre – heureusement – avoir l'expérience de tous les accidents et incidents possibles, et de toutes les modifications temporaires possibles du terrain, la communauté des exploitants possède un savoir commun. C'est pour cela que la communication des retours d'expérience est si importante : elle est le seul moyen de construire une connaissance commune des risques et des meilleures pratiques pour les atténuer.

Ainsi, un webinar a été organisé en décembre 2015 sous le patronage du Transportation Research Board (TRB) afin de partager les retours d'expérience et les résultats des recherches de l'ACAC et de CDG avec l'industrie et la communauté des opérations aériennes<sup>6</sup>. Le TRB est une branche du National Research Council (NRC) américain. Il soutient des efforts de recherche en matière de transports, et notamment sur le transport aérien à travers l'Airport Cooperative Research Program (ACRP).

Un autre exemple : les pratiques développées par les aéroports de langue française sont en train d'être regroupées au sein d'un guide par le GT Infrastructures

6 TRB Straight to Recording for All: Safety of Runway Operations during Construction Works, <http://www.trb.org/MaintenancePreservation/Blurbs/173568.aspx>

de l'Alfa-ACI (voir encart plus loin) à paraître cet été<sup>7</sup>. Un deuxième guide le complètera plus tard cette année sur la gestion des risques aéronautiques. Notre objectif est de partager avec le reste de l'industrie les meilleurs moyens d'atténuation des risques, validés collégialement, et de capitaliser notre expérience et notre analyse. Les plus matures d'entre ces pratiques devraient d'ailleurs être reprises par l'Airports Council International (ACI).

Chaque aéroport est différent, et deux chantiers sur un même aéroport le sont parfois autant. Cependant, nous pouvons identifier les impacts que ces chantiers ont en commun sur les opérations aériennes, et définir les meilleures réponses à apporter à chaque fois que ces mêmes impacts vont se manifester. C'est ce que l'industrie a entrepris de faire d'elle-même depuis quelques années, dans la droite ligne de la mise en place des systèmes de la gestion de la sécurité (SMS), et elle est maintenant en ordre de marche pour consolider cette valeur ajoutée pour le bénéfice de la sécurité des opérations aériennes.

7 <https://sites.google.com/site/infraalfaaci/>

### L'ALFA-ACI

L'Alfa-ACI est l'association des aéroports de langue française associés à l'Airports Council International (ACI). Elle est un groupe d'affinités entre aéroports francophones dont l'objectif principal est d'étudier, de partager et de proposer des positions communes sur la gestion, l'exploitation et la promotion des aéroports de la francophonie.

Sous l'égide de la Commission Technique, le GT Infrastructures décline les objectifs de l'association sur les problématiques de conception, de développement et de maintenance des infrastructures aéroportuaires. Un des sujets d'intérêt pour les aéroports participants aux travaux du groupe de travail est la sécurité des opérations aériennes lors des chantiers côtés piste.

### L' AIRPORT CONSTRUCTION ADVISORY COUNCIL DE LA FAA

L'Airport Construction Advisory Council (ACAC) de la FAA regroupe avant tout des cadres des tours de contrôle avec des responsabilités de terrain afin d'une part de diriger les efforts et prendre les décisions nécessaires pour réduire les dangers inhérents aux chantiers aéroportuaires, et d'autre part de réduire les changements dans les procédures aériennes. Formé en 2010, l'ACAC a réalisé des progrès significatifs dans les procédures, la signalisation et le support fourni sur les sites de fourniture de services de contrôle aérien à destination des contrôleurs et des pilotes. Aussi, l'ACAC a établi des relations de travail à l'international, et

notamment avec Paris-CDG. Un des développements à l'initiative de l'ACAC aux Etats-Unis est le nouveau panneau orange (OCS) pour les chantiers aéroportuaires. La collaboration entre l'ACAC et CDG a résulté dans des études de facteur humain similaires, à des essais sur le terrain côté piste, et à l'intégration de l'OCS dans les meilleures pratiques de nos deux pays. Ceci est un autre exemple de l'excellence de la coopération internationale, du partage d'expertise, et de la valeur ajoutée créée par une approche globale des enjeux de sécurité en aviation.

Robert BERLUCCHI, Air Traffic Manager (FAA), Palm Beach International Airport (PBI) et David SIEWERT, Air Traffic Manager (FAA), John F. Kennedy International Airport (JFK)



Panneau d'information temporaire "CONSTRUCTION AHEAD"

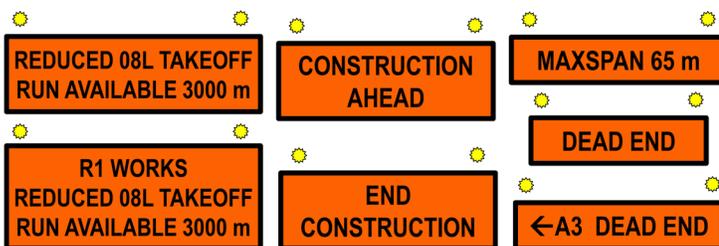
Performing construction works on the airside is always a sensitive operation. They generate risks on air operations that we need to evaluate and mitigate if necessary. However, there is a lack of guidance on this matter. Airports often innovate by themselves at their level and with their own means for each construction project.

### Learning from the past events

The study of the accidents and incidents shows that the key issue when modifying the infrastructures and the procedures for the time of a construction project is the information of the crews. For example, when the runway lengths are temporarily reduced for the needs of the works, aircraft are regularly reported departing without taking into account the reduction of takeoff distances. These events have happened even when the modified runway meets the standards, and that a compliant aeronautical information is published. Such an incident occurred in August 2008 at Paris-CDG: the crew did not use the information provided by the airport, and the messages from the air traffic controller. The aircraft was very close to collide with jet blast fences.

In 2011, in the perspective of construction works which were performed at Paris-CDG in April 2012, I initiated a research project in order to assess the overall risks related to the works on the runway itself (the most critical), to identify the best practices to reduce these risks, and to develop new practices. I did not think that this initiative would lead to a quest of several years...

In September 2012, during meeting with the FAA's Airport Construction Advisory Council (ACAC) (see insert below), we realized that we had observed similar incidents at Paris-CDG and Chicago O'Hare, and that analyzes of these events were convergent. For example, we all concluded that the signage for the crews was a weak link. A new standard dedicated to critical temporary information was a way to reduce the risk of accident. From this observation, we conducted parallel and complementary research in human factor for developing, with the community of the operations, specific and effective signs. This temporary information signage was successfully evaluated at different U.S. airports and Paris-CDG. The industry is on the way of adopting it as a good practice, and it should become a standard in the United States before the end of this year.



## Sharing the best practices

A single airport cannot pretend to have acquired all the experiences of possible incidents, accidents and all possible temporary changes of the field. The operations airport community has a common knowledge of their own and that is why communication is essential, so all the experiences and lessons learned along the way can be shared. This is the only way to successfully build a common understanding of the risks and of the best practices to mitigate them.

A webinar was then organized in December 2015. Sponsored by Transportation Research Board (TRB), its purpose was to share lessons learned and results from the researches of the ACAC and CDG with the industry and the community of the air operations. The TRB is a branch of the U.S National Research Council (NRC). It supports research on transport, and in particular efforts on air transport through the Airport Cooperative Research Program (ACRP).

In another example, practices were developed by the French-speaking airports are being put together in a guide by the Infrastructures Workgroup of the Alfa-ACI (see insert below), to be published this summer. A second guide will be completed later this year on safety risk management. Our goal is to share with the rest of the industry the best ways to mitigate risks, approved collegially, and capitalize our experience and our analysis. Airports Council International (ACI) should promote the most mature of these practices.

Every airport is different, and two construction projects on a same airport are sometimes as different. However, we can identify the common impacts that these works have on the air operations. Then, we can define the best answers to bring each time these same impacts occur. This is what industry has undertaken to do itself in the recent years, in the continuation of the establishment of the Safety Management Systems (SMS). It is now ready to consolidate this value added for the benefit of the aviation safety.

### THE ALFA-ACI

The Alfa-ACI is the association of the French-speaking airports associated with Airports Council International (ACI). This is a group of affinities between French-speaking airports whose main objective is to study, share and propose common positions on the management, the operations and the promotion of these airports.

With the sponsorship from the Technical Commission, the Infrastructures Workgroup subsequently develops the objectives of the association on design, development and maintenance of the airport infrastructures. One of the topics of interest for the participating airports is the safety of the aviation operations during construction.

### THE AIRPORT CONSTRUCTION ADVISORY COUNCIL OF THE FAA

The Airport Construction Advisory Council (ACAC) was formed using only Air Traffic Managers from field facilities to lead the effort and to take the actions necessary to mitigate the inherent dangers that come with airport construction and changes to established procedures. Created in 2010, the ACAC has made significant progress in procedures, airport signage and on-site support of ATC facilities for controllers and pilots. In addition, the ACAC has established international working relationships including the Paris-Charles de Gaulle Airport (CDG). One of the developments by the ACAC is the new Orange Airport Construction signs (OCS). The ACAC and CDG

collaboration resulted in similar human factors studies, airfield testing and future integration of the OCS's into the two countries' regulatory processes. This is another excellent example of international cooperation, the sharing of expertise and value created for global aviation.

Robert BERLUCCHI, Air Traffic Manager (FAA), Palm Beach International Airport (PBI) and David SIEWERT, Air Traffic Manager (FAA), John F. Kennedy International Airport (JFK)



La marque de piste fermée mobile : une innovation pour mieux afficher le statut de la piste aux équipages tout au long des travaux

# CHALLENGE ENACAVICO, 3ÈME ÉDITION

Pour la troisième édition, ENAC Alumni renouvelle son partenariat avec AVICO, premier courtier aérien français, et lance le concours de création d'entreprise. Cette année, l'ENAC a décidé d'être le troisième pilier du Challenge.

Le challenge qui portera désormais le nom de « Challenge ENACAVICO » a pour objectif d'accompagner tout porteur de projets et d'encourager la création d'entreprise. Il est ouvert à tout entrepreneur ayant une idée novatrice ; nouvelle technologie, service, applications... dédiée au transport aérien.

Seuls ou en équipe, spécialistes du domaine ou amateurs éclairés, les Challengers postuleront en détaillant leur projet d'entreprise. Les candidats admis à concourir par le comité d'organisation présenteront leur Business Plan lors d'une soutenance orale devant le Jury.

Ce Jury est composé d'une douzaine de personnalités de l'aéronautique, du monde des affaires et des organisateurs. Ils auront à cœur de sélectionner et d'accompagner le projet le plus créatif et le plus pertinent aujourd'hui, pour faire mieux voler les avions de demain.

Chaque Challenger pourra se faire accompagner par un tuteur tout au long du processus de rédaction de leur business plan.

Les inscriptions commenceront à partir de septembre. Amis entrepreneurs, lancez-vous!

For the third time, ENAC Alumni renews its partnership with AVICO, the first French air broker, and launches the new edition of the business creation competition. This year, the ENAC has decided to join the team and be the third member of this Challenge.

The Challenge, now called "Challenge ENAC AVICO", aims to support all project leaders and to encourage entrepreneurship. It is open to any curious with an innovative idea ; new tech, services, app... specialized in air transport.

Alone or in teams, specialists or amateurs, the Challengers will candidate detailing their business project. Candidates admitted to the competition by the organizing committee will present their Business Plan at an oral presentation in front of the Jury members.

This Jury is composed of a dozen of aerospace, business and organizers personalities. They will select and support the most creative and the most relevant project today, for better aircraft flying of tomorrow.

Each Challenger may be support by a tutor throughout their business plan writing process.

Registration begins in September. Dear entrepreneur friends, let's get started!

## Equipe Projet/Team Project

Michaël BENHAMED  
[michael.benhamed@enac.fr](mailto:michael.benhamed@enac.fr)

Philippe LE LIGNE  
[philippe.le-ligne@enac.fr](mailto:philippe.le-ligne@enac.fr)

Gilles GOMPERTZ  
[gilles@avico.com](mailto:gilles@avico.com)

Mehdi EL KOUCH  
[mehdi.elkouch@gmail.com](mailto:mehdi.elkouch@gmail.com)

## Communication

Adeline TICHADELLE  
[adeline.tichadelle@alumni.enac.fr](mailto:adeline.tichadelle@alumni.enac.fr)

Sylvie GAY  
[sylvie.gay@enac.fr](mailto:sylvie.gay@enac.fr)



# CHALLENGE ENACAVICO



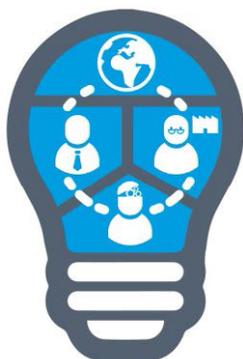
Concours de création d'entreprise dans l'aéronautique.

INNOVER. CRÉER. DÉCOLLER





## NOUVELLE PLATEFORME D'EXPERTS/ NEW EXPERTS NETWORK



### >>> Lancement du business club d'ENAC Alumni

ENAC Alumni a décidé de lancer son business club pour fédérer et élargir les initiatives regroupées dans l'ancien exe-club et club des entrepreneurs.

Une des vocations de notre association est de toujours renforcer notre attachement à l'ENAC. Nous lançons ce business club pour mieux favoriser les opportunités de business entre Alumni. Pour cela, au-delà de cette déclaration de bonnes intentions, nous avons décidé de nous outiller pour mieux concrétiser cette ambition.

### >>> Développons des opportunités de business au sein de notre cercle des Alumni

Nous mettons en place une nouvelle plateforme qui vise à réaliser cet objectif. Elle se décline à deux niveaux :

**1/ pour les alumni en tant qu'experts :** vous disposez d'une expertise dans un domaine (technique, opérationnel, maintenance, financier, gestion de projet complexe, supply chain, etc.). Inscrivez-vous comme expert. Vous recevrez des notifications chaque fois qu'une demande est postée.

**2/ pour les alumni à la recherche d'une expertise.** Interrogez la communauté des experts pour rechercher l'expertise visée. Appréciez l'expertise sur la base de la

qualité de la réponse, pas uniquement sur un CV.

### >>> L'avantage pour les Alumni

1/ en tant qu'expert, vous êtes identifiés. Captez une opportunité de business, pour le compte de votre entreprise, ou votre propre compte si vous êtes consultant.

2/ en tant que société à la recherche d'une expertise, recherchez l'expertise au sein de la communauté des Alumni.

Ce renforcement du réflexe ENAC sera globalement profitable à notre communauté. Nous tirerons profit de notre solidarité.

Et tout cela est gratuit !

Quel que soit votre rôle, tirez profit de cette plateforme. Sa valeur dépendra du nombre d'experts inscrits.

Aidez-nous à renforcer notre réseau en participant à notre « business club ». Inscrivez-vous sur cette plateforme !

Pour nous rejoindre sur cette plateforme, rendez-vous sur :

<https://www.emindhub.com/fr/content/bienvenue-aux-membres-de-lassociation-enac-alumni#lp-join>



**Question** : obtenir en ligne plusieurs retours des membres de la communauté



**Challenge** : Solliciter des propositions de service



**Mission** : poster une annonce pour une mission ponctuelle d'expertise, à travers un questionnaire

	<b>Question</b> : Obtain several feedbacks from community members online
	<b>Challenge</b> : Ask for service's propositions
	<b>Mission</b> : Post an announcement for an expert punctual job, through a questionnaire

### **>>> ENAC Alumni launches its « Business Club »**

ENAC Alumni is launching its business club to better manage all initiatives previously gathered under the former exe-club and “club des entrepreneurs”.

One of the objectives of our association is to continue to reinforce our attachment to ENAC. This business club aims at encouraging and developing business opportunities between Alumni. To achieve this goal, we have decided to acquire a new tool.

### **>>> Develop business opportunities between Alumni**

ENAC Alumni is implementing a new platform to reach its objectives and it is split in two parts:

**1/ for Alumni to promote their expertise:** you have an expertise in a specific area (technical, operational, maintenance, finance, project management, supply chain, etc.). Register as an expert and receive notifications each time a request is posted.

**2/ for Alumni looking for an expert.** Post a request for the ENAC Community to find the appropriate expertise. Assess

the quality of the responses and not just the CVs.

### **>>> What are the benefits for Alumni?**

1/ as an expert, your expertise is identified. Promote your know-how and the expertise for the company you are working with, or your own if you are self-employed.

2/ as a company looking for an expert, focus first on our community.

This ENAC preference will be mutually beneficial and we will all win from this partnership.

And all this is free of charge!

Whatever your position and responsibilities, you can benefit from this new service and platform. The more people register, the higher the value will be for our community.

Help us to make this business club a success and reinforce our network. Register to this new service.

Join us at

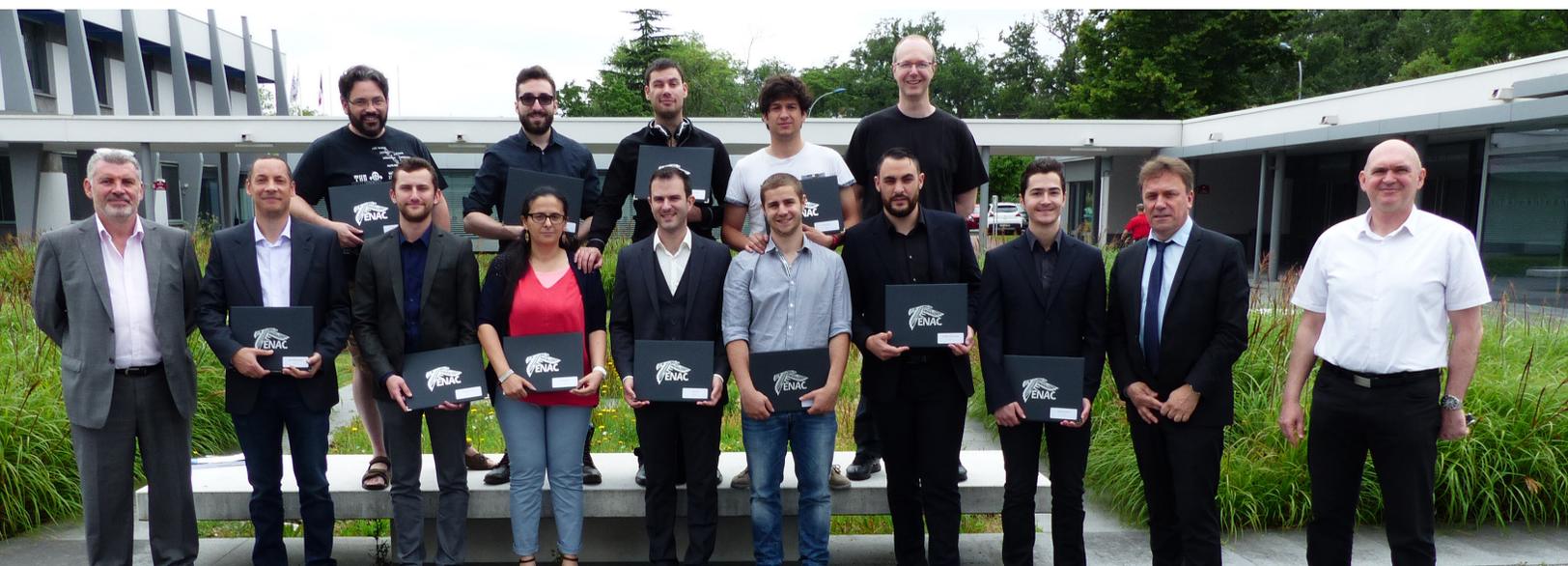
<https://www.emindhub.com/fr/content/bienvenue-aux-membres-de-lassociation-enac-alumni#lp-join>

# REMISES DES DIPLÔMES : BIENVENUE AUX NOUVEAUX ALUMNI

## TAE 15



## ISESA13



## ADMISSIONS AUX FORMATIONS DE L'ENAC

Comme chaque année, l'ENAC se prépare à accueillir de nouveaux étudiants dans le domaine public comme privé. Par le biais de son Département Admission et Vie des Campus, l'école organise les campagnes de recrutements des formations fonctionnaires (TSEEAC, IESSA/ISESA, ICNA) et civiles (EPL, ATPL IENAC par Apprentissage, Mastères Spécialisés et Masters of Science).

Voici les résultats de l'année 2016:

As every year, ENAC is preparing to welcome new students into the public and private activity sector. Through its Admission and Campus Life Department, the school organizes recruitment campaigns of civil servants (TSEEAC, IESSA / ISESA, ICNA) and private employees (EPL, ATPL, , Specialized Masters and Masters of Science).

Here are the results of the year 2016:

Formations	Inscrits	Admissibles	Admis
TSEEAC	548	71	25
IESSA/ISESA	320	56	22
ICNA	668	47	34
EPL/S	954	172	15
ATPL	91	46	5
IENAC par Apprentissage	173	67	34
Mastères Spécialisés	156	/	99
Masters of Science	128	/	62

## GRANDS TRAVAUX À L'ENAC : DÉMÉNAGEMENT EN DAURAT

Cet été, ENAC Alumni et certains départements de vie étudiante (AViC, Agence Comptable, etc.) posent leurs valises dans le bâtiment Daurat au centre de l'école. Des premières photos seront disponibles à partir de fin août sur nos réseaux sociaux. Restez connectés!

This summer, ENAC Alumni and some school Departments (AVIC, Accountancy Dpt, etc.) are going to settle down in the Daurat building at the center of the school. First pictures will be available from the end of August on our social networks. Stay tuned!

# READY FOR LAUNCH... LE CLUB ASTRO

Il avait disparu, le revoilà en pleine forme ! Le tout nouveau Club Astro de l'ENAC s'est lancé à vitesse lumière à la poursuite des grands. Que ce soit pour un repas initiation Astro, au travers d'une grande conférence, ou encore sous le curieux dôme blanc du planétarium de l'ENAC, venez voyager avec nous aux confins de l'univers le temps d'une soirée !

Cette année, le club a réalisé trois conférences sur des thèmes variés allant des découvertes réalisées au Pic du Midi aux stratégies spatiales ! Avant chaque vacance, les membres se réunissent pour une soirée « exposés » réalisés par les étudiants sur des thèmes variés choisis par ces derniers. L'année prochaine, le club connaîtra un nouvel essor en organisant des séances aux planétariums et à l'observatoire de Jolimont, en rendant visite à des associations extérieures, et en travaillant sur de nombreux autres projets.

Si vous êtes motivés et animés par une passion du challenge, le club lance des équipes d'étudiants sur la conquête spatiale du futur : Défi Aérospatial Etudiant, équipe d'astronautes analogues prêts à partir vivre deux semaines sur Mars... en Utah, ou encore programme Parabole du CNES (et tester son expérience dans l'Airbus Zero G de Novespace) !

Dans le cadre de ses projets passionnants, le club souhaite s'ouvrir à tout le monde : diplômés, personnels et étudiants de l'ENAC !

Mais l'activité du Club ne se restreint pas à ces défis et ses conférences. Si vous avez un projet ou une conférence en tête et si vous êtes motivé : venez frapper au local Astro et nous trouverons un défi à votre hauteur...

Contactez Camille SOUCHET via [camille.souchet@alumni.enac.fr](mailto:camille.souchet@alumni.enac.fr) ou Guillaume THIRION via [guillaume.thirion@alumni.enac.fr](mailto:guillaume.thirion@alumni.enac.fr)

**Conférence d'ASTROPHYSIQUE**  
par  
**Jean-François BECQUAERT**  
Docteur en astrophysique

**14 Avril 2016** | **Le Sahara vient des Etoiles Bleues**

**Amphi BELLONTE**  
De 20H à 21H45

Pour plus d'info, rejoignez la page de l'événement sur facebook : **Conférence Astro ENAC 14 avril** ou contactez nous par mail à l'adresse suivante : **clubastronomie.enac@gmail.com**



Jean-Christophe SANCHEZ lors de la conférence "L'Observatoire du Pic du Midi



Les 12 principes de la Stratégie Spatiale de Jean-Luc LEFEBVRE



**Conférences  
d'ASTRONOMIE**



**Jeudi 26 MAI 2016  
Amphi BELLONTE**



**Thèmes Conférences**

**17 H 45** "L'Observatoire du Pic du Midi"  
par **Jean-Christophe Sanchez**

**20 H 45** "Les 12 principes de la Stratégie Spatiale"  
par **Jean-Luc Lefebvre**

Pour plus d'infos, rejoignez la page de l'évènement sur Facebook : **Conférences Astronomie**

Ou contactez nous par mail à l'adresse suivante : **clubastronomie.enac@gmail.com**

We are back: the all new Club Astro ENAC was launched at the light speed for chasing the Greats. Whether for an initiation to astronomy, a large conference, or for discovering the strange white dome of the ENAC planetarium: come to meet with us the time of an evening in order to travel to the edge of the universe!

This year, the club organized three lectures on various topics ranging from discoveries made at the Pic du Midi to space strategy! Before each holidays, members meet for an evening where students give presentations on various topics on their choice. Next year, the club will experience a boost by organizing visits of planetariums and at the Jolimont's observatory, by visiting other associations, and by working on many new projects.

If you are motivated and driven by the passion of challenges, the club launches student teams on the future space race: the Aerospace Student Challenge, "astronauts" team ready to live two weeks on Mars ... in Utah, or the CNES Parabole program (and ready to test the Novespace Airbus Zero G)!

As part of its exciting projects, the club wants to open itself to everyone: graduates, staff members and students from ENAC!

However the activity of the Club is not restricted to these challenges and conferences. If you have a project or conference topic in mind and if you are motivated: come knocking at the door of the Astro office and we will find a challenge adapted to your eagerness...

Contact Camille SOUCHET at [camille.souchet@alumni.enac.fr](mailto:camille.souchet@alumni.enac.fr) or Guillaume THIRION at [guillaume.thirion@alumni.enac.fr](mailto:guillaume.thirion@alumni.enac.fr)

## LA NASA À L'ENAC

Trois conférences animés par William Johnson, Senior Aerospace Engineer de la National Aeronautics and Space Administration (E.-U) se sont déroulées dans les Amphitheatres BOUCHET et COSTES du 25 au 27 mai. Le programme était le suivant:

- >>> Session 1: Introduction to Air Traffic Management (ATM)
- >>> Session 2: NASA ATM Research & Development
- >>> Session 3: Trajectory Based Operations

Three lectures by William Johnson, Aerospace Senior Engineer at National Aeronautics and Space Administration (USA) took place in amphitheatres BOUCHET and COSTES from 25 to 27 of May. The program was:

- >>> Session 1: Introduction to Air Traffic Management (ATM)
- >>> Session 2: NASA ATM Research & Development
- >>> Session 3: Trajectory Based Operations

## AIREXPO – 21 MAI 2016

Le samedi 21 mai 2016, les élèves de l'ENAC organisateurs d'Airexpo ont tout fait pour que les 16000 spectateurs présents sur l'aérodrome de Muret-Lherm passent une journée inoubliable! Cette trentième édition fut un succès auprès de tous. Le public a su apprécier l'amélioration de la variété de son plateau avion, de la qualité de la sonorisation de l'aérodrome, ainsi que de l'organisation des baptêmes hélicoptères.

La Patrouille de France et sa démonstration spectaculaire a été l'animation de l'après midi. En effet, pendant un instant, l'intégralité de la zone s'est figée les yeux rivés vers le ciel où les Alpha Jet réalisaient avec perfection un véritable ballet aérien !

La météo étant au rendez-vous, l'équipe était ravie mais a dû faire face à une urgence : la protection du public qui était sous un soleil de plomb ! Les médecins et secouristes sur place ont énormément apprécié la distribution gratuite de bouteilles, ainsi que la confection de chapeaux en papier pour protéger les plus jeunes et éviter les malaises.

Sous l'œil bien veillant du parrain François Le Vot et de la marraine Béatrice Vialle, les élèves organisateurs, aidés par les bénévoles sans qui ce meeting n'aurait pas eu lieu, communiquaient sur la zone réservée et la zone publique avec leur talkies-walkies afin de satisfaire les besoins de tous. L'équipe a su tenir sa promesse de disponibilité et d'écoute, avec professionnalisme et rigueur. Malgré quelques moments de stress en amont du meeting et durant celui-ci, les frissons et la joie face à l'accomplissement de son projet l'ont emporté.

L'équipe d'Airexpo 2016 se tient désormais prête à épauler les futurs étudiants de la 31ème édition qui prendront le relais en octobre prochain.



AirExpo is an air show held every year by a coalition of students from the ENAC and ISAE. On Saturday 21 May 2016, the ENAC students organizing the 2016 edition made sure that the 16 000 visitors at the aerodrome of Muret-Lherm spent an unforgettable day! This thirtieth edition was a success for everyone. The public was able to enjoy the improved diversity of the flight program, the improvement of the quality of the airfield sound system, and the first helicopter flights offered to the public.

The Patrouille de France and its spectacular demonstration was the best of the afternoon. Indeed, for a moment, the entire area froze staring skyward where Alpha Jets performed a genuine aerial ballet with perfection!

The good weather was there, the team was thrilled but had to face with an emergency, with the protection of people who were under a blazing sun! Doctors and aid workers on site greatly appreciated the free distribution of water bottles, as well as making paper hats to protect younger and avoid discomfort.

Under the benevolent eye of the sponsors Francois Le Vot and Beatrice Vialle, the organizers helped by volunteers (without whom this meeting would not have taken place) communicated on the restricted and public areas with their radios in order to satisfy the needs of all. The team was able to keep his promise of availability and listening with professionalism and rigor. Despite some moments of stress before and during the event, the thrill and joy facing the achievement of this project prevailed.

Team AirExpo 2016 now stands ready to assist the students who will prepare the 31st edition. They will take over the association in the coming October.





Bureau d'Airexpo 2016 accompagné de Béatrice VIALLE, marraine de l'édition.

Crédit: Airexpo 2016

SUIVEZ ENAC ALUMNI SUR [WWW.ALUMNI.ENAC.FR](http://WWW.ALUMNI.ENAC.FR) ET SUR LES RÉSEAUX SOCIAUX  
Follow us on [www.alumni.enac.fr](http://www.alumni.enac.fr) and on social networks



[www.alumni.enac.fr](http://www.alumni.enac.fr)



[Google+/EnacAlumni](#)



[LinkedIn/EnacAlumni](#)



[Facebook/EnacAlumni](#)



[Viadeo/EnacAlumni](#)

#### MERCI !

A l'ensemble des contributeurs!

N'oubliez pas que vous pouvez vous aussi participer à votre magazine : proposez des sujets, écrivez des articles, prenez des photos, faites des interviews...

#### THANK YOU !

To all the participants!



Do not forget: you too, you can be part of this magazine: send us ideas for new topics, write articles, take pictures, propose interviews etc.



CONTENU RÉDACTIONNEL : ENAC Alumni  
PHOTOS : ENAC Alumni, Equipe Airexpo 2016,  
Christian Teulé, ERAU

ENAC ALUMNI,  
7 AVENUE EDOUARD BELIN  
CS 34005 TOULOUSE CEDEX



05 62 17 43 39  
[contact@alumni.enac.fr](mailto:contact@alumni.enac.fr)  
[www.alumni.enac.fr](http://www.alumni.enac.fr)