

LES FORMATIONS

LA RECHERCHE

LES RELATIONS ENTREPRISES

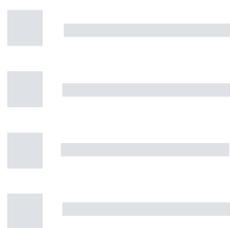
LE RAYONNEMENT INTERNATIONAL

L'UNITÉ DE L'INSTITUT

# Rapport annuel 2015

L'OUVERTURE SOCIALE ÉTUDIANTE

LES PARTENAIRES



# SOMMAIRE

ÉDITORIAL DU DIRECTEUR GÉNÉRAL .....	2
ÉDITORIAL DU PRÉSIDENT DU CONSEIL D'ADMINISTRATION .....	3
COMPOSITION DU CONSEIL D'ADMINISTRATION .....	4
LES FORMATIONS.....	5
Les formations ingénieurs .....	6
Les formations par la recherche .....	10
Les formations Masters et Mastères Spécialisés® .....	13
La formation continue .....	18
LA RECHERCHE .....	19
Une recherche d'ambition internationale .....	20
Une dynamique scientifique forte sur une gamme de domaines d'excellence.....	22
Coup de projecteur sur .....	32
RELATIONS ENTREPRISES.....	35
Les entreprises au cœur de la stratégie de développement de l'Institut.....	36
Les entreprises au plus près des étudiants .....	37
La pérennisation et le développement des partenariats forts et structurants .....	38
RAYONNEMENT INTERNATIONAL .....	39
Les principales actions structurantes intervenues au cours de 2015.....	40
Un réseau de partenaires universitaires de haut niveau .....	41
Les échanges internationaux .....	43
UNITÉ DE L'INSTITUT .....	45
Budgets de fonctionnement et d'investissement.....	46
Ressources humaines.....	47
Un campus regroupé et rénové .....	48
Les systèmes d'information .....	49
Qualité, sécurité, environnement.....	50
Communication .....	51
L'OUVERTURE SOCIALE ÉTUDIANTE.....	53
LES PARTENAIRES.....	55
La Fondation ISAE-SUPAERO .....	56
L'Amicale des anciens élèves .....	58
Le Groupe ISAE.....	59



# ÉDITORIAL DU DIRECTEUR GÉNÉRAL DE L'ISAE-SUPAERO

**2015** a été une année riche, une année charnière pour l'Institut. Le résultat le plus visible en est bien sûr la conclusion de notre regroupement géographique avec les rénovations associées en particulier la mise en route opérationnelle de nouvelles installations techniques pour nos équipes de recherche : salles blanches, salles robotique et drones, salles télécoms.

**2015**, c'est aussi l'ouverture de notre nouveau cursus ingénieur unique, à l'issue d'un grand travail de réflexion puis d'ingénierie pédagogique, et son succès auprès des étudiants des concours. C'est la diplomation de la première promotion d'ingénieurs par apprentissage CNAM-ISAE. C'est le succès de notre premier MOOC, avec près de 5000 inscrits. C'est la création de la direction des relations avec les entreprises et du mécénat, dont la mobilisation nous a permis de renouveler notre partenariat avec le GIFAS et de signer deux nouvelles chaires avec Dassault et Thales en fin d'année.

**2015**, c'est encore le lancement du satellite SENTINEL 2 emportant les capteurs CMOS développés par l'équipe CIMI du DEOS ; le démarrage de deux équipes communes de recherche ISAE-SUPAERO - ONERA ; le lancement de l'initiative d'excellence "Debate, Innovate, Collaborate" avec nos collègues toulousains ; les deux premiers séminaires recherche du Groupe ISAE ; la création longtemps attendue du GIS Microdrones dirigé par un de nos professeurs ; la confirmation du financement de trois plates-formes par le contrat de plan État-Région, dont la soufflerie aéro-acoustique ; et enfin la reconnaissance par le CNRS de l'Institut Clément Ader comme Unité Mixte de Recherche.

Clairement, 2015 a été une année clé de transformation et de croissance pour notre Institut.

## Quelles perspectives pour 2016 ?

Nous avons passé un cap majeur avec le regroupement géographique, célébré le 13 janvier 2016 en présence de représentants éminents du ministère de la Défense et de l'industrie aérospatiale, nos principaux soutiens. Mais nous ne nous arrêtons pas là, nous poursuivons les chantiers en cours, nous en lançons de nouveaux et nous réfléchissons déjà à la prochaine étape.

En effet, dans le contexte évolutif de l'enseignement supérieur, chaque jour plus concurrentiel et plus internationalisé, nous devons poursuivre l'effort pour maintenir notre position de leader de la formation en ingénierie aérospatiale aux niveaux national, européen et mondial. Cela passe non seulement par la visibilité et l'attractivité de l'établissement mais également par la qualité de son réseau et la force de ses partenariats. C'est également une attente des employeurs : l'ISAE-SUPAERO doit être reconnu au

plan international pour que nos diplômés puissent rayonner au sein d'entreprises désormais mondiales.

Nous devons donc continuer à évoluer, à nous adapter à un monde plus ouvert et plus concurrentiel. Pour cela, nous bénéficions d'un socle solide : qualité du recrutement étudiant, de leur insertion professionnelle ; soutien de la tutelle ; excellente relation avec l'industrie ; reconnaissance académique internationale ; attachement et implication des personnels de l'Institut.

Ce socle nous permet de nous projeter plus avant dans une dynamique résolue de croissance pour la recherche et les cursus internationaux. Nous poursuivons également la transformation de notre modèle économique, notamment en structurant nos relations avec les entreprises. Nous poursuivons le déploiement d'outils numériques pour nos enseignements comme pour nos processus internes. Nous poursuivons encore la rénovation et l'extension de nos infrastructures. Nous continuons enfin à nous investir dans la construction de partenariats stratégiques, selon les trois dimensions complémentaires qui fondent notre identité :

- la dimension de site, toulousaine, notamment dans le cadre de l'Université Fédérale de Toulouse Midi-Pyrénées et en particulier au sein de Toulouse Ingénierie ;
- la dimension sectorielle, l'ingénierie aérospatiale, via le Groupe ISAE, et également avec l'ONERA et l'ENAC ;
- la dimension d'excellence académique, au travers de nos partenariats nationaux (École polytechnique, HEC...) et internationaux (Georgia Tech, Stanford, Berkeley...).

Ainsi, les projets futurs ne manquent pas : développement d'une activité de recherche aéro-acoustique s'appuyant sur une nouvelle soufflerie de référence, transformation de la bibliothèque en «learning center», renforcement de l'innovation et de l'entrepreneuriat avec la création d'un espace dédié, refonte et décloisonnements de nos modes de fonctionnement internes... C'est pour soutenir cette dynamique ambitieuse que la Fondation ISAE-SUPAERO a lancé en ce début d'année 2016 une importante campagne de levée de fonds, intitulée «Donnons des ailes à leur passion», pour accompagner l'Institut dans ses projets de formation et recherche et donc dans son développement au plus haut rang mondial de la formation d'ingénieurs du domaine aérospatial.

L'ISAE-SUPAERO, résolument en mouvement, ouvre désormais une nouvelle page de son histoire.

Olivier Lesbre



# ÉDITORIAL DU PRÉSIDENT DU CONSEIL D'ADMINISTRATION

## 2015 : un millésime d'exception !

De multiples plans de transformation, menés avec rigueur et détermination depuis plusieurs années, ont abouti avec succès en 2015.

➡ Le «nouveau cursus» édifié par l'ensemble des enseignants-chercheurs SUPAERO et ENSICA, déployé selon les besoins exprimés par les industriels en Conseil Industrie, est la nouvelle pierre angulaire de l'offre de formations de l'Institut. Les jeunes ingénieurs diplômés seront ainsi immédiatement opérationnels dans un secteur aéronautique et spatial toujours plus dynamique et ambitieux.

➡ Le «nouveau campus» de Rangueil offre désormais un cadre de vie métamorphosé, vite adopté par les étudiants. Il accueille également de très nombreux intervenants industriels et partenaires, tous heureux et fiers de participer au développement continu de l'ISAE-SUPAERO dans les trois domaines clefs : formation, recherche en synergie avec l'ONERA et l'entrepreneuriat. Cet exceptionnel outil de travail constitue un plateau d'échange et d'innovation avec nos partenaires académiques du Groupe ISAE, de la l'Université Fédérale Toulouse Midi-Pyrénées, et avec nos partenaires stratégiques en France et à l'international.

➡ Le «new deal budgétaire» où le soutien accordé par la direction générale de l'Armement pour déployer les plans d'action de l'ISAE-SUPAERO se conjugue au capital confiance des industriels : mécénat de compétences et de projets, engagement dans les instances de pilotage de l'Institut et accélération dans la mise en place de chaires.

Ces trois points complémentaires n'ont pu atteindre un tel niveau simultané de maturité qu'avec un engagement sans faille des autorités de tutelle, de l'équipe de direction de l'ISAE-SUPAERO, du corps d'enseignants-chercheurs, et de tous les intervenants impliqués dans la vie de l'Institut. Qu'ils soient ici chaleureusement remerciés.

J'y adjoins sans hésitation les promotions d'étudiants, jeunes arrivants ou à l'aube de leur diplôme, qui ont été partie prenante de ces changements, y apportant un point de vue constructif en perspective de leur futur parcours professionnel.

L'exceptionnel faisceau de compétences et de talents, mobilisés pour ces transformations, a été publiquement mis en valeur le 13 janvier 2016 avec un plein succès.

Les hautes autorités du ministère de la Défense et plusieurs chefs d'entreprises ont alors souligné le potentiel inégalé et renouvelé de l'ISAE-SUPAERO. Ils ont partagé, en présence de nombreux invités et des médias, la même vision du rôle de l'Institut dans le développement du secteur aéronautique et spatial, porteur de souveraineté et de croissance.

J'adresse toutes mes félicitations aux acteurs de ces challenges réussis, à leurs constructions en équipes pluridisciplinaires avec inventivité, rigueur et efficacité.

En 2015, la barre était placée très haut. Elle fut franchie avec implication, énergie et élégance.

Le conseil d'administration élèvera à nouveau le niveau d'ambition en 2016. La synergie déployée entre l'Institut, l'Amicale des anciens élèves et la Fondation ISAE-SUPAERO sera encore renforcée.

Un des points clefs de ce nouveau déploiement aura pour catalyseur la transformation numérique, depuis l'identification de l'écosystème jusqu'à l'analyse de l'impact de nouveaux processus sur tous les secteurs de l'ISAE-SUPAERO. Le partage étendu des données, les modes d'enseignement et de coopération seront au cœur des réflexions, sans oublier les aspects économiques et juridiques.

J'ai pleinement confiance dans la capacité des équipes à relever les nouveaux défis.

Lionel de la Sayette



# COMPOSITION DU CONSEIL D'ADMINISTRATION (À FIN 2015)

## REPRÉSENTANTS DU MINISTÈRE DE LA DÉFENSE

### Norbert FARGERÉ

Inspecteur de l'Armement  
Chef de l'Inspection DGA/IAE  
Vice-président du conseil  
d'administration

### Benoît LAURENSOU

Directeur des ressources humaines  
DGA/DRH

### François COTÉ

Directeur technique DGA/DT

### Line BONMARTEL-COULOUME

Représentant le directeur des Affaires  
financières DAF/SGA

## REPRÉSENTANTS DE L'ÉTAT

### Maurice BESTOSO

Représentant du ministre chargé  
du Budget - Contrôleur budgétaire  
et comptable ministériel

### Didier MARQUIS

Représentant du ministre chargé  
de l'Enseignement supérieur  
Conseiller d'établissement au  
MENESR

### Patrice BRUDIEU

Chef du département politique spatiale  
et défense à la DGRI/MENESR  
Représentant du ministre chargé de  
l'Espace

### Marc HOUALLA

Représentant du ministre chargé  
de l'Aviation civile - Directeur de l'ENAC  
École Nationale de l'Aviation Civile

Représentant du ministre chargé de  
l'Industrie (vacant)

## REPRÉSENTANTS DU PRÉSIDENT DU CONSEIL RÉGIONAL DE MIDI-PYRÉNÉES

### Bernard PLANO

Conseil régional de Midi-Pyrénées

## PRÉSIDENT DE L'ONERA

### SAINJON Bruno

Président de l'ONERA

## REPRÉSENTANTS DES ANCIENS ELÈVES

### Philippe LUGHERINI

Président de l'Amicale ISAE-SUPAERO-  
ENSICA

### Christian DEDIEU

Amicale ISAE-SUPAERO-ENSICA

## PERSONNALITÉS QUALIFIÉES

### Lionel DE LA SAYETTE

Président du conseil d'administration  
de l'ISAE-SUPAERO  
Haut conseiller auprès du président  
directeur général de Dassault Aviation

### Jacqueline COHEN-BACRIE

Chef ingénierie systèmes A400M -  
Airbus

### Pierre FOSSIER

Chief Technical Officer "Systèmes  
terrestres et aériens" - Thales

### Jürgen ACKERMANN

Secrétaire général Airbus Safran  
Launchers

### Xavier SAHUT-D'IZARN

Directeur de l'audit et du contrôle  
interne  
Safran

## REPRÉSENTANTS DES PERSONNELS

### Alain HAIT

Enseignant-chercheur

### Pierre MAGNAN

Enseignant-chercheur

### Michel SALAUN

Enseignant-chercheur

### Étienne PERRIN

Personnel d'enseignement  
et de recherche

### Bernard DUCLOS

Personnel technique

### Françoise FORST

Personnel administratif

## REPRÉSENTANTS DES ÉTUDIANTS

### Laurent GIRAULT

Élève civil formation ingénieur  
SUPAERO

### Pierre DE PAOLIS

Élève civil formation ingénieur  
ENSICA

### Marie-Morgane IMBAULT

Élève IETA (ingénieur ENSICA)



## LES FORMATIONS



# LES FORMATIONS INGÉNIEUR

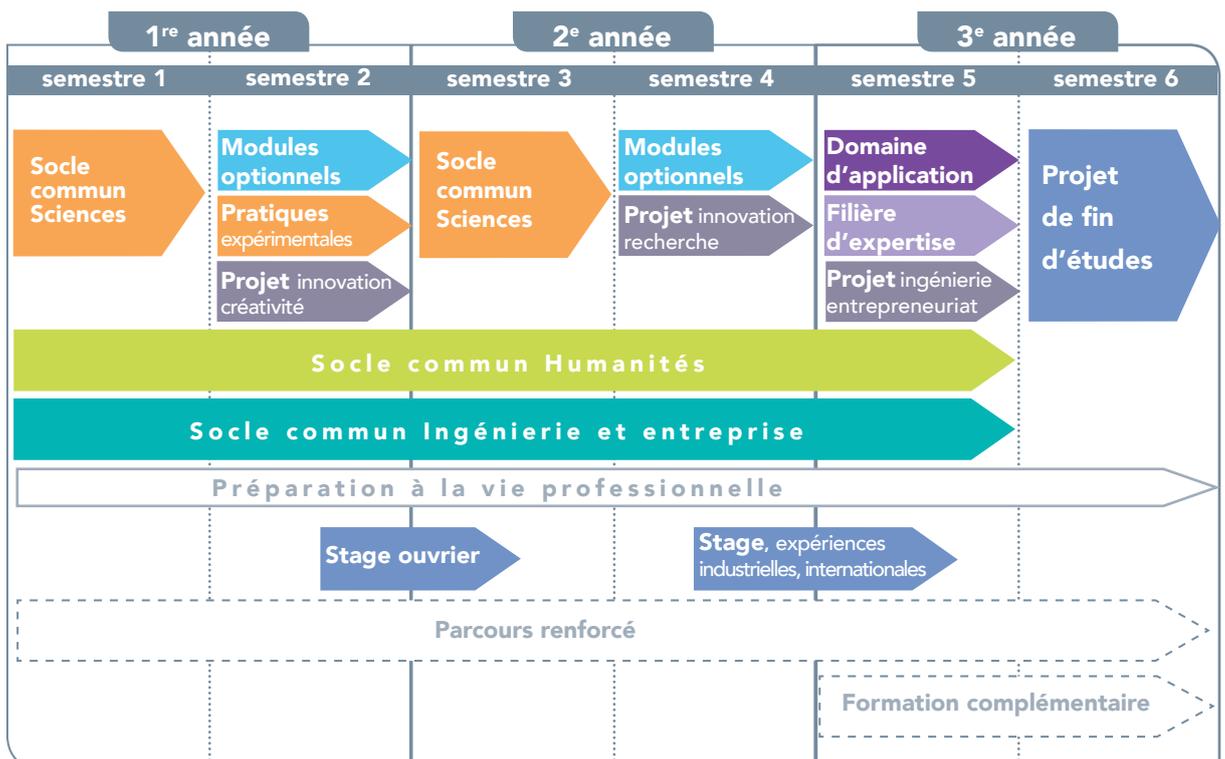
En 2011, la commission des titres d'ingénieurs (CTI) recommandait à l'ISAE-SUPAERO d'engager une réflexion sur les compétences visées par chacune des deux formations d'ingénieur et de développer les synergies entre elles. Fort de cette recommandation, le contrat d'objectifs et de performance 2012-2016 entre l'ISAE-SUPAERO et sa tutelle du ministère de la Défense a demandé de réexaminer l'avenir des deux formations d'ingénieur SUPAERO et ENSICA dans le contexte d'un Institut regroupé en septembre 2015 sur un seul et même campus. Le Conseil industrie de l'ISAE-SUPAERO qui regroupe les principaux employeurs de nos élèves a précisé les compétences attendues, à maintenir ou à renforcer chez nos diplômés pour satisfaire les besoins de l'industrie. Il a reconnu qu'une différenciation accrue des deux formations actuelles n'était pas réaliste compte tenu des besoins en compétences tels qu'exprimés par les principaux employeurs. A contrario, l'évolution vers une formation unique d'ingénieur a été considérée comme un vecteur d'excellence et de lisibilité pour l'ISAE-SUPAERO et le Groupe ISAE.

En 2015, le recrutement sur la formation ENSICA a donc été arrêté et une nouvelle formation SUPAERO a été déployée sur la première et dernière année. Les étudiants ENSICA et SUPAERO ont ainsi pu bénéficier de l'offre de la nouvelle formation.

## LA NOUVELLE FORMATION SUPAERO

**Un profil d'ingénieur complet répondant aux attentes des employeurs**

**Le nouveau cursus**



## Des compétences élargies

Le nouveau cursus vise à former des ingénieurs :

- généralistes de haut niveau scientifique et technique, concepteurs des systèmes du futur, centrés sur les problématiques, disciplines et enjeux du domaine aérospatial ;
- directement employables, en capacité de devenir des experts techniques, des managers ou des chercheurs reconnus ;
- maîtrisant les démarches et méthodes de conception de systèmes complexes et critiques pouvant être déployées dans de nombreux autres domaines d'application ;
- en capacité de devenir des managers de grands projets industriels en environnement international et multiculturel.

## Le recrutement 2015 : un très bon cru

➔ Sur le concours Mines-Ponts (recrutement principal)

Filières	Résultats 2015	Rang du dernier admis
MP	62	796
PC	33	415
PSI	69	388
PT	6	39
TSI	4	33

➔ Sur titre universitaire

La formation recrute également par la voie universitaire en L3 et en M1. Deux étudiants titulaires d'un master 1 ont ainsi été admis tandis que 9 étudiants de licence (L3) ont intégré la première année.

➔ Recrutement des polytechniciens

L'attrait de la formation SUPAERO comme école d'application reste stable pour les «X» civils. Quinze étudiants ont été intégrés (1 en 2<sup>e</sup> année, 14 en 3<sup>e</sup> année).

➔ Recrutement des ingénieurs de l'armement

3 «X» ingénieurs de l'armement ont intégré la formation SUPAERO.

➔ Officiers des armées

Un officier de l'armée de l'air et un de la marine nationale ont intégré la 2<sup>e</sup> année de la formation SUPAERO.

➔ Auditeurs

La formation SUPAERO accueille 88 auditeurs pour l'année scolaire 2015-2016 :

- 4 auditeurs de l'Imperial College en première année,
- 52 auditeurs en deuxième année (cursus double diplôme ou substitution),
- 32 auditeurs en substitution en troisième année.

## Les effectifs de la formation SUPAERO admis en 2015

Origine du recrutement 2015	H	F	Total
Ingénieurs de l'armement	3	0	3
Polytechniciens civils	14	1	15
Officiers des armées	1	1	2
Substitutions en provenance d'écoles françaises	9	0	9
Substitutions en provenance d'universités étrangères	31	5	36
Double diplômes en provenance d'écoles françaises	1	0	1
Double diplômes en provenance d'universités étrangères	35	6	41
Admis sur le Concours Commun Mines-Ponts	146	28	174
Admis sur titre en 1 <sup>re</sup> année ou en 2 <sup>e</sup> année	8	3	11
Auditeurs en provenance d'écoles françaises	1	0	1
Total	249	44	293

## Les principaux faits marquants 2015

➔ **Semaine d'échanges du Groupe ISAE du 29 mars au 3 avril** : pour la quatrième année consécutive, une semaine de la mobilité a été proposée aux élèves des écoles du Groupe ISAE. Cette semaine répond à deux objectifs : favoriser les échanges entre les étudiants et leur faire connaître toute l'offre de formation proposée dans les écoles du Groupe.

➔ **Certificat International Council on Systems Engineering (INCOSE)** : le certificat INCOSE de notoriété internationale permettant de valider des connaissances et des expériences en ingénierie systèmes est proposé aux élèves de troisième année en tant que formation complémentaire. Dix élèves de la formation SUPAERO ont suivi la préparation au certificat INCOSE ASEP (Associate Systems Engineering Professional).

➔ **184 étudiants ont été diplômés en 2015**, parmi eux :

- 93 % ont eu une expérience de recherche que ce soit à travers leur projet de 2<sup>e</sup> année, leur projet de fin d'études ou un master 2 recherche – 21 élèves ont obtenu un master 2 recherche ;
- 52 % ont eu une expérience d'au moins un semestre à l'étranger ;
- 14 élèves ont suivi le certificat HEC ;
- 24 élèves ont réussi le Diplôme d'Études Supérieures en Ingénierie des Affaires (DESIA).

➔ **Premiers diplômés du master «Innovation technologique et entrepreneuriat» (IT&E)** : Dans le cadre de la chaire Innovation technologique et entrepreneuriat créée par l'École polytechnique, l'ISAE-SUPAERO, Zodiac Aerospace

### Le partenariat SAFRAN - SUPAERO - HEC

Dans le cadre de la chaire SAFRAN «management de programmes innovants», trois types de formation sont proposés aux élèves :

- le double diplôme entre les deux formations qui a permis à 2 étudiants de la formation SUPAERO d'être admis en deuxième année d'HEC à la rentrée scolaire 2015. Un élève d'HEC a été admis en deuxième année du cursus SUPAERO en septembre 2015 ;
- le certificat «management de l'innovation» HEC qui a été suivi par 7 étudiants SUPAERO,
- 21 élèves d'HEC ont participé à l'«Académie aéronautique et Espace» en janvier 2015. L'objectif de cette académie est de sensibiliser les étudiants d'HEC au secteur de l'aéronautique et de l'espace tant sur les aspects stratégiques et financiers que sur les enjeux techniques

### Et déjà une start-up

Bertrand Joab-Cornu, actuellement en double diplôme entre l'ISAE-SUPAERO et l'École polytechnique en master «Innovation technologique et entrepreneuriat», Emeric de Waziers, polytechnicien et pilote de formation, associés à Lars Klein, web développeur berlinois ont créé Wingly.

#### Qu'est-ce que Wingly ?

«C'est une start-up française qui a pour objectif de démocratiser l'aviation légère de loisir en proposant un concept encore peu pratiqué faute d'un cadre approprié : le co-avionnage ! Notre objectif en tant que co-fondateurs de Wingly c'est de donner à tous l'accès aux loisirs extraordinaires via l'économie collaborative. Nous travaillons sur le projet au sein de l'incubateur public Agoranov et nous avons lancé le service le jeudi 9 juillet 2015».

Bertrand Joab-Cornu

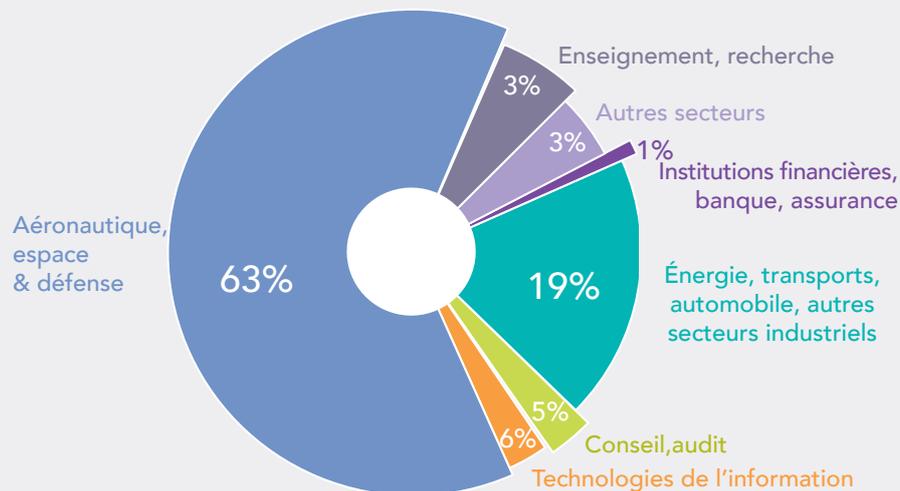
et BNP Paribas avec le soutien de la Fondation ISAE-SUPAERO, ce master de l'École polytechnique accueille des élèves de l'ISAE-SUPAERO en complément des élèves polytechniciens qui suivent déjà ce cursus. L'ouverture pour une quinzaine d'étudiants d'un programme «innovation et entrepreneuriat dans le secteur aérospatial» du master IT&E se fait dans le cursus ISAE-SUPAERO sous la forme d'un double diplôme. En 2015, 2 étudiants ont été les premiers diplômés du master IT&E. Ces deux diplômés sont déjà à la tête d'une start-up d'une quarantaine de personnes.

➔ **International Emerging Space Leaders :** deux étudiants SUPAERO, Mohammad Iranmanesh et Mehdi Scoubeau ont été sélectionnés par la Mars Society et subventionnés en partie par la NASA pour prendre part à un équipage constitué

d'étudiants américains, canadiens et belges, qui ont réalisé une mission de deux semaines au printemps 2015. Cet équipage, appelé International Emerging Space Leaders, a effectué une mission de simulation de vie martienne à la Mars Desert Research Station, au beau milieu du désert de l'Utah, aux États-Unis.

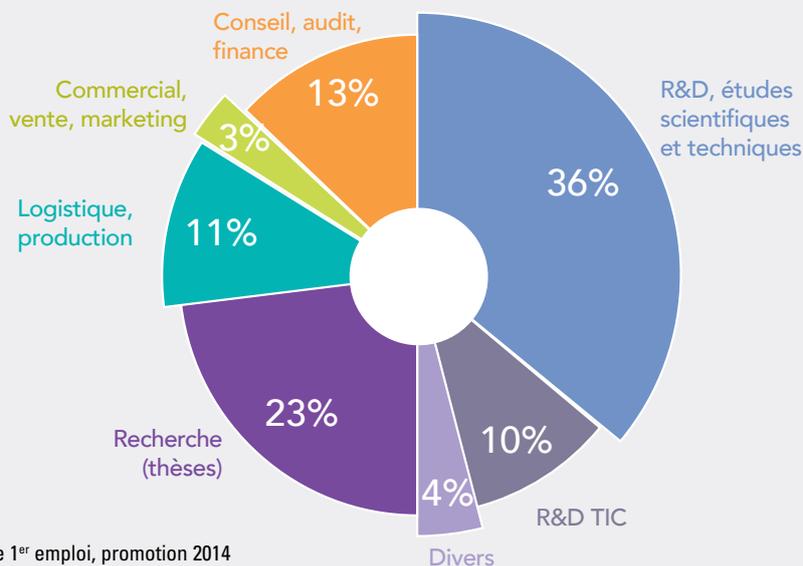
➔ **Airbus Fly Your Ideas :** un diplômé SUPAERO, Christopher Frank (SUPAERO 2014), a remporté le concours de la meilleure vidéo Airbus Fly Your Ideas. Actuellement en thèse au sein de l'université américaine Georgia Tech, Christopher a constitué une équipe d'étudiants français autour du projet appelé eMeals (Enhanced Meal Experience with Airborne Light Systems) qui a pour but d'automatiser l'expérience repas à bord de l'avion. Il a été sélectionné parmi 600 projets à travers le monde.

### Ingénieur SUPAERO : un rayonnement dans les secteurs clés de l'économie



Enquête 1<sup>er</sup> emploi, promotion 2014

### Ingénieur SUPAERO : des aptitudes pour des fonctions variées



Enquête 1<sup>er</sup> emploi, promotion 2014

## LA FORMATION ENSICA

La formation ENSICA, pluridisciplinaire scientifique et technique de haut niveau, diplôme des ingénieurs capables à terme de conduire des projets de systèmes complexes, dans un environnement international, notamment dans le domaine aéronautique et spatial.

Trois grands domaines spécifiques du secteur aérospatial sont enseignés : l'aérodynamique et la propulsion aérospatiale ; l'avionique, les réseaux et systèmes embarqués ; les matériaux et structures aérospatiales.

Les effectifs de la formation ENSICA admis en 2015 (en 2<sup>e</sup> et 3<sup>e</sup> année)

Origine du recrutement 2014	H	F	Total
Ingénieurs des études et techniques d'armement	9	1	10
Officiers étrangers	2	0	2
Prépa INP	2	0	2
Substitutions en provenance d'universités étrangères	2	2	4
Total	15	3	18

### Les principaux faits marquants 2015

- ➔ 106 étudiants ont été diplômés en 2015 dont :
  - 7 élèves étrangers qui ont obtenu le double diplôme après deux années d'études sur le campus ENSICA ;
  - 10 élèves français qui ont obtenu le double diplôme après avoir effectué une substitution en université étrangère ;
  - 7 élèves qui ont obtenu un master 2 recherche ;
  - 7 élèves qui ont obtenu le DESII,
  - 3 élèves qui ont obtenu le DESIA,
  - 4 élèves qui ont obtenu le certificat HEC.

➔ Deux étudiants ENSICA, Charline Crabé et Étienne Spieser, ont fini sur la deuxième marche du podium de la conférence internationale TurboExpo qui s'est déroulée à Montréal. Cette conférence annuelle, organisée par la puissante ASME (American Society of Mechanical Engineers), est la référence mondiale pour la communauté scientifique sur la thématique des turbomachines.

## LA FORMATION INGÉNIEUR PAR APPRENTISSAGE



En 2012, le Conservatoire National des Arts et Métiers (CNAM) et l'ISAE-SUPAERO se sont associés pour mettre en place la formation par apprentissage «Ingénieur CNAM-ISAE Aéronautique et Spatial» qui a reçu l'habilitation officielle de la commission des titres d'ingénieurs (CTI). Il s'agit d'une formation en trois ans élaborée en partenariat avec le CFA Ingénieurs 2000 de Marne-La-Vallée et destinée essentiellement aux étudiants titulaires d'un BTS ou d'un DUT. Cette formation a été conçue à la demande de grands industriels comme EADS (aujourd'hui Airbus Group), SAFRAN, Thales, Nexter, AKKA Technologie et de l'ONERA et soutenue par le GIFAS. Tous se sont impliqués dans la définition du programme souhaitant diversifier le recrutement de leurs ingénieurs en disposant de profils variés et en particulier d'ingénieurs «terrain».

La première promotion a été diplômée en 2015 (voir photo). Sur les 28 étudiants, plus de la moitié a trouvé un emploi avant d'être diplômés. La quatrième promotion rentrée en septembre 2015 accueille 37 élèves qui se rajoutent aux 37 élèves de deuxième année et aux 16 de troisième année sur le parcours énergétique et propulsion.



## LES FORMATIONS PAR LA RECHERCHE

Les formations par la recherche comprennent, par excellence, la préparation d'une thèse de doctorat, véritable expérience professionnelle de la recherche réalisée dans un laboratoire ou, pour les thèses CIFRE en partie chez un industriel, en trois ans et sanctionnée par un doctorat.

Le doctorat est reconnu de façon équivalente au PhD anglo-saxon partout dans le monde. Il donne accès aux métiers de la recherche et de l'innovation dans les milieux académiques et industriels.

La préparation et la délivrance du doctorat constituent donc une offre de formation essentielle pour le rayonnement scientifique et international de l'ISAE-SUPAERO. Elle permet de se positionner comme un centre d'accueil et de formation de renommée européenne et mondiale dans les domaines de l'aéronautique, de l'espace et des systèmes embarqués.

Les formations par la recherche comprennent également la préparation du master recherche (M2R) qui permet d'acquérir, durant un an, une formation aux méthodologies de la recherche, et la possibilité de préparer une thèse de doctorat.

Les formations par la recherche sont un atout indéniable pour évoluer dans les milieux industriels fortement innovants et travaillant au contact de laboratoires de recherche.

### MASTERS RECHERCHE : DES FORMATIONS EN ÉVOLUTION

#### Diplômés

Le nombre de diplômes de master recherche délivrés par l'ISAE-SUPAERO en 2015 connaît une érosion correspondant probablement à l'évolution annoncée du diplôme de master.

M2R délivrés	Total	Élèves ingénieurs SUPAERO	Élèves ingénieurs ENSICA	Autres
2009	54	32	32	
2010	52	38	14	
2011	51	31	20	
2012	19	9	10	
2013	51	39	10	2
2014	47	33	13	1
2015	39	29	9	1

#### Admissions

La rentrée 2015, réalisée sous la nouvelle formule du cursus ingénieur unique ISAE-SUPAERO, s'inscrit dans la stabilité avec une cinquantaine d'inscriptions en M2R.

Admis en M2R	Élèves ingénieurs ISAE-SUPAERO		Total élèves ingénieurs
	Élèves ingénieurs SUPAERO	Élèves ingénieurs ENSICA	
2008	32	20	56
2009	39	18	57
2010	36	23	59
2011	14 + 6*	10	24 + 6*
2012	52 + 9*	9	62 + 9*
2013	44 + 2*	18	63 + 2*
2014	39 + 7*	10	49 + 7*
2015*	49+4*		49+4*

\* élèves de la formation SUPAERO inscrits en M2R à l'ENS Cachan

Le master recherche (M2R) est la 2<sup>e</sup> année du cycle de master, au sein du schéma Licence-Master-Doctorat (LMD) de l'enseignement supérieur européen.

Les masters recherche sont organisés et délivrés conjointement avec plusieurs établissements partenaires du site toulousain, principalement l'Université Toulouse 3 Paul Sabatier, l'Institut National Polytechnique de Toulouse et l'INSA de Toulouse.

Sur la période 2011-2016, l'ISAE-SUPAERO est habilité à délivrer le master recherche dans les cinq spécialités suivantes :

- Dynamique des fluides, énergétique et transferts (DET)
- Génie mécanique (GM)
- Informatique et télécommunication (IT)
- Mathématiques fondamentales et appliquées (MFA)
- Astrophysique, sciences de l'espace et planétologie (ASEP).

De plus, un accord a été conclu en 2011-2012 entre l'ISAE-SUPAERO et l'ENS Cachan pour que des élèves-ingénieurs de l'ISAE-SUPAERO puissent s'inscrire dans cet établissement en M2R Automatique et traitement du signal et des images.

## Refonte de l'offre master

À compter de la rentrée 2016, l'offre de formation master sera gérée avec des règles nouvelles conformément à la loi pour l'Enseignement supérieur et la Recherche du 22 juillet 2013 :

- l'offre est organisée en « mentions de master » ne distinguant plus qu'un domaine générique de formation sans plus de précision d'une finalité recherche ou professionnelle du diplôme de master délivré ;
- les masters sont des formations qui font l'objet d'une co-habilitation entre l'ISAE-SUPAERO et les autres établissements d'enseignement supérieur et de recherche concernés.



## Les évolutions des masters

L'ISAE-SUPAERO est impliqué dans le processus de demande de co-habilitation et de construction conjointe de certains parcours.

Les mentions concernées sont : «Énergétique, thermique» ; «Génie mécanique» ; «Mathématiques et applications» ; «Réseaux et télécommunication» ; «Sciences de l'univers et technologies spatiales» (mention spécifique dérogatoire).

Dans ce contexte, l'ISAE-SUPAERO est particulièrement attentif à ce que les mentions élaborées apportent une nette plus-value aux étudiants des formations ingénieurs en double-diplôme, notamment en termes de qualité scientifique, de lisibilité «recherche» du diplôme délivré et de complémentarité vis-à-vis des parcours recherche proposés au cœur de la nouvelle formation ingénieur ISAE-SUPAERO. C'est en ce sens que l'Institut se réserve de mener à terme cette implication en partenariat ou de s'en retirer selon l'adéquation du parcours élaboré aux critères précités.

L'ISAE-SUPAERO mène parallèlement des contacts hors du site de Toulouse, notamment à l'École polytechnique et à l'étranger, pour compléter son offre sous d'autres formes.

L'objectif reste en tout état de cause que l'offre de formation ingénieur ISAE-SUPAERO ouvre sur de larges possibilités de parcours «recherche» permettant aux étudiants de se constituer l'expérience en recherche demandée pour une inscription en doctorat, ou celle qu'ils souhaitent se donner pour étoffer leur profil scientifique en vue de leurs objectifs professionnels.

## UNE FORMATION DOCTORALE EN PLEIN ESSOR

Pour la période 2011-2016, l'ISAE-SUPAERO au sein de l'Université fédérale de Toulouse Midi-Pyrénées est établissement porteur de 6 écoles doctorales et assure le support de l'une d'entre elles, l'École doctorale Aéronautique-Astronautique (ED-AA). Les 5 autres écoles doctorales portées par l'ISAE-SUPAERO couvrent l'étendue des disciplines enseignées dans les formations de l'ISAE-SUPAERO :

- ED MEGeP - mécanique, énergétique, génie civil et procédés ;
- ED SYS - systèmes ;
- ED MITT - mathématiques, informatique, télécommunications ;
- ED GEET - génie électrique, électronique et télécommunications ;
- ED SDU2E - sciences de l'univers, de l'environnement et de l'espace.

Ces écoles s'inscrivent dans le cadre de l'École des docteurs de l'Université Fédérale de Toulouse Midi-Pyrénées, qui assure la cohérence de la formation doctorale sur le site.

### L'École doctorale Aéronautique-Astronautique (ED-AA)

L'année 2015 a été, pour l'École doctorale Aéronautique-Astronautique (ED-AA) – dont l'ISAE-SUPAERO est l'établissement support – une année de croissance, de consolidation et d'analyse des retours très positifs de l'évaluation HCERES : «L'École doctorale Aéronautique-Astronautique remplit de manière très satisfaisante les missions attendues d'une école doctorale, depuis le recrutement de ses doctorants jusqu'à leur insertion professionnelle jugée très bonne, en passant par le suivi et

la formation durant la thèse. Basée sur la bi-disciplinarité, cette école à caractère transverse, ciblée sur l'aéronautique et l'astronautique, s'insère et complète l'offre des écoles doctorales portées à l'Université de Toulouse. Elle possède une politique scientifique originale et pertinente, très bien positionnée dans le paysage scientifique et industriel du site».

Le nombre d'inscriptions de l'année universitaire 2015-2016 a atteint pour la première fois la barre des 20 nouveaux doctorants avec un effectif stabilisé autour de 50 doctorants en cours de préparation, ce qui permet à l'école doctorale de conforter sa stratégie scientifique fondée sur 5 axes prioritaires : 3 axes traditionnels établis depuis une dizaine d'années, à savoir «Architecture & Véhicules», «Opérations & Optimisation» et «Facteur Humain & Psycho-Sociologie» auxquels s'ajoutent 2 axes émergents, «Systèmes Médicaux & Bioinspirés» et «Sciences Juridiques & Administratives». Avec ces 5 axes, l'ED-AA est désormais reconnue dans le paysage universitaire de l'Université fédérale de Toulouse Midi-Pyrénées comme une contribution essentielle à l'animation scientifique transverse et interdisciplinaire dans le domaine aérospatial, animation portée au crédit de l'ISAE-SUPAERO.

Cette contribution complète et accompagne les appels à projets «Émergence» et «Transversalité» de l'IDEX toulousain. L'ED-AA a également un positionnement extrêmement novateur dans les réseaux nationaux d'écoles doctorales, comme un acteur incontournable du secteur aérospatial et des recherches transverses liant sciences de la matière et sciences de l'homme.

## Croissance des effectifs des formations doctorales

183, c'est le nombre total de doctorants inscrits à l'ISAE-SUPAERO fin 2015.

Le nombre d'étudiants inscrits en 1<sup>re</sup> année de doctorat fin 2015 s'élève à 51.

Après une année 2014 record en nombre de soutenances (58, soit deux fois plus qu'en 2011), le chiffre de 2015 s'établit plus modestement à 37, un peu à l'instar de la baisse du nombre des premières inscriptions subie en 2012-2013.

Ainsi, le nombre total de doctorants inscrits à l'ISAE-SUPAERO ou doctorants co-encadrés au sein des équipes d'accueil doctoral mixtes ISAE-SUPAERO - ONERA avoisine les 230 (doctorants codirigés par des enseignants-chercheurs de l'ISAE-SUPAERO ou par des ingénieurs de recherche de l'ONERA-Toulouse).

Ce chiffre, suivi et en croissance régulière depuis de nombreuses années, reprend un sens plus fort à l'heure du rapprochement ISAE-SUPAERO - ONERA-Toulouse.

### Les prix de thèse de la fondation ISAE-SUPAERO en 2015

**Ghislain BLANCHARD** (Post-doctorat à l'IMFT puis ingénieur de recherche Onera/DMAE)

Ghislain Blanchard a travaillé sur le développement et l'implantation de modèles pour écoulements diphasiques appliqués à l'atomisation assistée dans le code CFD de recherche SLOSH développé à l'ONERA, en y incluant entre autres les aspects de parallélisation indispensables pour l'exécution effective de ce type de simulation numérique.

Ce travail a été étendu dans le code CEDRE de l'ONERA par Davide Zuzio avec application au calcul d'un injecteur tridimensionnel swirlé dans le projet européen FIRST, et transfert important du travail de doctorat réalisé dans un contexte de niveau de maturité technologique plus élevé.

**Konstantinos KOURTZANIDIS** (Post-doctorat à l'Université du Texas à Austin, USA)

Titulaire d'un Master of Engineering de l'université Aristote de Thessalonique et d'un Master of Science à l'ISAE-SUPAERO (spécialité Dynamique des fluides avancée), Konstantinos Kourtzanidis a préparé sa thèse de doctorat sous la direction de Jean-Pierre Bœuf du laboratoire Laplace et de François Rogier de l'ONERA.

Son travail de thèse a porté sur la modélisation et la simulation numérique de différents types d'actuateurs plasma pour le contrôle d'écoulement aérodynamique.

Ces actuateurs sont très prometteurs pour réduire la traînée et augmenter la portance des aéronefs de future génération.

**Elsa PIOLLET** (Post-doctorat à l'École Polytechnique de Montréal)

Ingénieur SUPAERO et titulaire du master recherche en Génie Mécanique, Elsa Piollet a préparé sa thèse de doctorat au sein de l'Institut Clément Ader et du CIRIMAT sous la direction de Guilhem Michon, ingénieur-chercheur HDR de l'ISAE-SUPAERO et de Dominique Poquillon, professeur à l'INPT. Cette thèse était soutenue par un contrat doctoral PRES-Région. Elle relie les axes matériaux et structures du DMSM de l'ISAE-SUPAERO. Ses travaux ont débouché sur une production scientifique très significative, dont une publication en revue internationale.

**Guillaume SABIRON** (Ingénieur de recherche en commande à l'IFP Energies Nouvelles)

Titulaire d'un master en automatique et traitement du signal, délivré par l'ESISAR de Grenoble, Guillaume Sabiron a préparé sa thèse de doctorat sous la direction de Philippe Mouyon du département commande des systèmes et dynamique du vol de l'ONERA-Toulouse et de Franck Ruffier, de l'ISM Université d'Aix-Marseille.

La thèse portait sur l'alunissage bio-inspiré d'un module lunaire, thème sur lequel le co-financeur Airbus Defence & Space avait exprimé le besoin de savoir s'il était possible de se passer d'une centrale inertielle et de n'utiliser que le flux optique.

Ce problème a été en partie résolu dans le cadre de la thèse de Guillaume Sabiron et ouvre aujourd'hui des pistes sérieuses pour des travaux de recherche complémentaires.

**Francesco VITILLO** (Ingénieur AREVA)

Le travail de Francesco Vitillo a porté sur la conception, l'analyse et la caractérisation d'un nouvel échangeur thermique compact composé de deux canaux ondulés s'imbriquant l'un dans l'autre au travers de zones de mélange.

Une étude expérimentale détaillée ainsi qu'une étude numérique approfondie ont été réalisées lors des travaux de thèse du doctorant. Des résultats très intéressants ont été obtenus aussi bien sur le plan expérimental avec l'importance des zones de recirculation que sur le plan numérique avec l'étude comparative de l'efficacité de différents modèles de turbulence à reproduire fidèlement le résultat des mesures.

**Pierre VUILLEMIN** (Post-doctorat à l'IRCCyN à Nantes)

Ingénieur diplômé de l'École Nationale Supérieure d'Électricité et de Mécanique de l'Université de Lorraine, Pierre Vuillemin a préparé sa thèse de doctorat sous la direction de Charles Poussot-Vassal du département commande des systèmes et dynamique du vol de l'ONERA-Toulouse et de Daniel Alazard, professeur au département conception et conduite des véhicules aéronautiques et spatiaux de l'ISAE-SUPAERO.

Cette thèse, soutenue par une bourse région Midi-Pyrénées, s'intéressait au problème de l'approximation sur des intervalles fréquentiels bornés, de modèles dynamiques linéaires invariants dans le temps, de grande dimension, à des fins de commande, d'analyse ou de simulation.

Toutes les méthodes conçues et publiées par Pierre Vuillemin durant sa thèse ont été implantées dans une toolbox, appelée MORE, développée à l'ONERA, mise à disposition de la communauté et utilisée dans le cadre de divers contrats industriels impliquant notamment Airbus et Dassault-Aviation.



## Les formations Masters et Mastères spécialisés®

L'offre masters et mastères spécialisés® de l'ISAE-SUPAERO était composée en 2015 de 19 programmes diplômants : 3 diplômes nationaux de masters, 16 mastères spécialisés offerts en France.

### FAITS MARQUANTS 2015

#### Des diplômés à l'honneur en 2015

➔ Le prix de l'Amicale ISAE-SUPAERO (rayonnement international) a été remis à Michael Tornack (Allemand) diplômé du master AMA. Il est consultant Junior chez Altran Bénélux depuis décembre 2015.

➔ Le prix de la SAE décerné à des étudiants méritants a été remis cette année à Libin Lalu Koithara (Indien), diplômé du master AMA.

➔ Le prix URISMIP a été remis à Bertrand Laporte (Français), diplômé du MS AMS. Il est en poste chez M.Technologies à Colomiers.

➔ Le Prix 3AF a été remis à Mathide Vellas (Française) diplômée du MS SAS. Elle a obtenu la mention «exceptionnel» à sa soutenance de fin d'études. Cette étudiante poursuit en thèse à l'Institut Clément Ader. Son sujet de thèse porte sur l'approche système du vieillissement des structures aéronautiques.

du projet : la gestion du projet, le développement de partenariats et les activités de communication.

➔ Thomas Tirtiaux, étudiant du mastère spécialisé Management de Grands Projets, a remporté le prix de l'ingénierie du futur lors du Forum meet.ING qui se tenait à Paris le 15 octobre 2015.

➔ Trois étudiants de mastère spécialisé® Management de Grands Projets, Kamila Bouyahiaoui, Gérald Adjanohoun et Adrien Chaussinand ont brillamment relevé le défi lancé par Bouygues Construction en novembre 2014, à plus de 60 participants originaires du monde entier sur le thème «Imaginer le quartier connecté et humain de demain».

➔ Vincent Bissonnette, étudiant du master AESS, a participé du 12 au 16 octobre 2015 à la conférence de l'International astronautical congress (IAC) qui se tenait à Jérusalem. Il y a remporté la médaille d'argent dans la catégorie «Graduate» du concours étudiant.

#### Des étudiants qui se distinguent

➔ Luis Fuster et Antonio Shu étudiants en Master AMA ont participé du 15 au 25 mars 2015 au programme Communauté des Villes Ariane CVA-KOUROU.

➔ Mehregan Dor étudiant en Master AESS a participé du 15 au 19 juin 2015 à la conférence IPPW de Cologne. Le poster qu'il a présenté avait pour sujet : «Vision-based autonomous characterization and navigation for asteroids».

➔ Officiant en tant que chef de projet pour SCALAR (SUPAERO CAnsats Launcher), Ludovic Fraumar étudiant du mastère spécialisé® Aerospace Project Management, a parfaitement mis en œuvre les connaissances acquises au cours de sa formation au sein de l'ISAE-SUPAERO. Le projet SCALAR a été récompensé lors de la cérémonie «Prix Espace et Industrie», le 5 décembre 2015, en remportant le prix Arianespace, qui a valorisé la dimension complète

#### Un rallye d'intégration pour tous les étudiants de mastères spécialisés®

Le mastère spécialisé® Management de Grands Projets (MGP) a organisé le 2<sup>e</sup> rallye Toulouse Welcome Day les 7 et 8 octobre 2015.

Il s'agissait de fêter la rentrée et d'instaurer un esprit de convivialité entre tous les étudiants de mastères spécialisés® dans un contexte multiculturel. Au programme, rallye dans Toulouse, flash mob, dégustation de produits régionaux, rugby, pique-nique...

La première promotion constituée de 16 étudiants en provenance de 8 pays différents, en MS Advanced Manufacturing Processes for Aeronautical Structures a été diplômée le 25 septembre 2015. (MS en partenariat avec l'École des Mines d'Albi Carmaux)

## Master of Science in Engineering en Malaisie

L'ISAE-SUPAERO a participé à la création du Master of Science in Engineering – Aeronautics (MSEA) à la NDUM (National Defense University of Malaysia) avec le soutien d'Airbus Helicopters afin de permettre la mise en œuvre d'un «combined master» : à l'issue du MSEA, les meilleurs étudiants, sélectionnés conjointement par la NDUM et l'ISAE-SUPAERO, pourront être admis en 2<sup>e</sup> année d'un master de l'ISAE-SUPAERO et obtenir ainsi les 2 diplômes de l'ISAE-SUPAERO et de la NDUM à la fin de leur formation.

### État d'avancement de ce projet

Une réunion de projet a eu lieu à Kuala-Lumpur au printemps 2015 notamment pour valider le programme et la phase d'ingénierie pédagogique. Les Malaisiens ont à présent tous les éléments nécessaires pour faire accréditer cette formation dans leur pays. Depuis septembre 2015, 5 professeurs malaisiens de la NDUM ont été accueillis à l'ISAE-SUPAERO pour suivre des «short courses» en master spécialisé afin de compléter et renforcer leurs connaissances. La phase d'implémentation se fera après le démarrage du programme en septembre 2016. Il est prévu que l'ISAE-SUPAERO soit présent sur place cinq semaines. L'ISAE-SUPAERO dispensera des enseignements sur trois semaines la 1<sup>re</sup> année, et pendant deux semaines, l'Institut supervisera la mise en place et sélectionnera conjointement avec la NDUM les 2 étudiants qui viendront ensuite en M2 à l'ISAE.

## UN RECRUTEMENT DE PLUS EN PLUS INTERNATIONALISÉ

La campagne de recrutement 2015 s'est concrétisée par une stabilisation du nombre total d'étudiants et auditeurs à Toulouse (389). Le rayonnement international des masters continue de croître avec une évolution significative du nombre de prospects par rapport à 2014 (environ 30 %) et couvrant environ 127 pays contre 61 en 2012. Le nombre total d'étudiants en cycle master continue de progresser (147 contre 133 en 2014). Le niveau de classement des candidats admis se maintient aux meilleurs rangs académiques. Le nombre d'étudiants inscrits dans les masters spécialisés<sup>®</sup> est légèrement en baisse par rapport à 2014 (218 contre 230 en 2014). La proportion d'étudiants internationaux augmente légèrement pour atteindre 40 % environ. On note une demande croissante dans le domaine de la maintenance (+30 %



de candidature en AMS par rapport à 2014) et une baisse significative des demandes en master structures aéronautiques et spatiales (15 candidatures contre 28 en 2014). Le niveau de qualité des candidatures, qu'elles soient françaises ou étrangères, est très satisfaisant.

## LES PARTENARIATS ET LES PROGRAMMES DE BOURSES

Les partenariats avec les institutions soutenant financièrement les étudiants de masters et de masters spécialisés<sup>®</sup> sont des atouts essentiels pour l'attractivité de l'Institut, en particulier à l'international.

➔ **Programme Régional de Formation Professionnelle (PRFP) Midi-Pyrénées** : cette année, 7 étudiants français, demandeurs d'emploi en reconversion, ont bénéficié de financements pour différents masters spécialisés<sup>®</sup> (MS AHE, MS AMS, MS ASAA, MS SPA et MS TERA).

➔ **Bourses d'excellence de la Fondation ISAE-SUPAERO pour l'accueil d'étudiants étrangers en master** : deux bourses de la Fondation ISAE-SUPAERO ont été octroyées, l'une à un étudiant mexicain en master AESS1, l'autre à un étudiant d'Afrique du Sud en master AMA1.

➔ **Bourses DGA** : 6 étudiants ont pu bénéficier cette année d'un financement de la direction générale de l'Armement (DGA) pour tout ou partie de leur scolarité : un étudiant vietnamien en MS SPA, un étudiant malaisien en MS AMS, un étudiant indien et un étudiant chilien en MS APM, un étudiant tunisien en MS SAS, un étudiant slovène en MS TAS Aéro.

➔ **Bourses CESEC** : ces bourses sont attribuées dans le cadre de la chaire CESEC (Fondation d'entreprise EADS) qui vise à renforcer les formations existantes dans le domaine des systèmes embarqués critiques. Trois étudiants indiens ont cette année reçu une bourse (master AESS1 et MS EMS).

➔ **Bourses MBDA** : ce programme de bourses s'est étendu à l'Indonésie. Huit bourses ont été attribuées dont sept à des étudiants indiens et une à un étudiant indonésien. Le 18 mars 2015, le premier groupe d'étudiants indiens lauréats du programme d'excellence soutenu par MBDA a eu l'honneur de rencontrer sur le campus de l'ISAE-SUPAERO l'ambassadeur d'Inde, Son Excellence Arun K. Singh, qui a également visité les laboratoires de recherche, guidé par Olivier Lesbre, directeur général de l'ISAE-SUPAERO, accompagné d'Olivier Martin, secrétaire général de MBDA et de Jean-Claude Dardelet, conseiller municipal délégué responsable des questions internationales de la ville de Toulouse. Ce programme, qui se poursuivra jusqu'en 2017, figure parmi les initiatives menées par MBDA pour renforcer son positionnement en tant que partenaire de long terme de l'industrie de Défense indienne, et pour développer entre la France et l'Inde des filières industrielles d'excellence.

➔ **Bourses CEDAR** : les bourses CEDAR sont attribuées dans le cadre de la chaire CEDAR (Airbus). Quatre bourses ont été attribuées cette année : un étudiant espagnol en master AMA1, un étudiant turc en master AMA1, un étudiant camerounais en MS TAS Aero, un étudiant malaisien en MS TAS Aero.

➔ **Bourses GIFAS** : pour la 1<sup>re</sup> fois, le GIFAS a attribué des bourses à des étudiants de masters AMA et AESS, dont 3 à des étudiants européens de nationalité espagnole et portugaise, et 5 à des étudiants non européens de nationalités indienne, brésilienne, mexicaine et bolivienne.

## LA COMMUNICATION ET LA PROMOTION

L'ISAE-SUPAERO a maintenu les efforts de promotion des masters et des mastères spécialisés® à l'international comme en France :

### ➤ Participation à des salons internationaux :

- EuroPosgrados à Santiago du Chili en avril 2015
- Paris : Salon du Bourget en juin 2015
- Inde en octobre 2015 avec Campus France : Bangalore  
– Chennai – Pune et Kochi

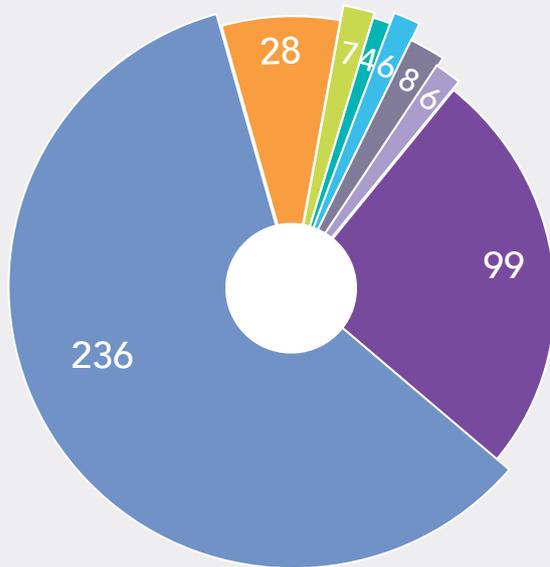
- EuroPosgrados Colombie en novembre 2015 : Medellin et Bogota

➤ En France, l'Institut a poursuivi les **campagnes de rencontres** auprès d'écoles d'ingénieurs en régions parisienne (ECE, Arts et Métiers, ICAM, IPSA), Rhône-Alpes et Midi-Pyrénées.

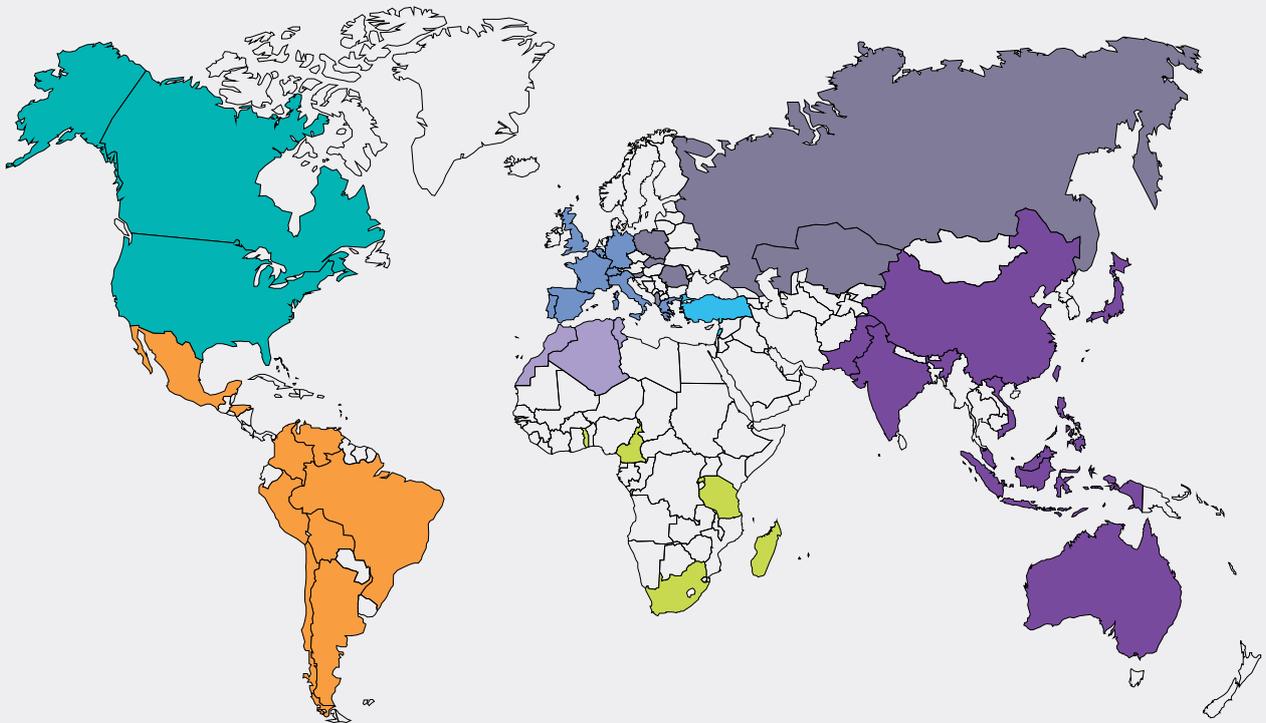
### Nombre de diplômes délivrés en 2015 – Masters et Mastères Spécialisés®

Diplôme National de Master (3)			
Master Systèmes Aéronautiques et Spatiaux	13		
Master Mécanique Aérospatiale et Avionique	38	dont 1 de la promo 2013/2014	
Master in Global Navigation Satellite Systems	6		
Mastères Spécialisés® (16)			
AHE (Aircraft & Helicopter Engineering)	9	dont 1 de la promo 2013/2014	
AMPAS (Advanced Manufacturing Processes for Aeronautical Structures)	16		
AMS (Aeronautical maintenance and support)	17	dont 5 de la promo 2013/2014	
APM (Aerospace Project Management)	25		
ASAA (Aviation safety aircraft airworthiness – Navigabilité)	16		
EMS (Embedded systems)	13		
IEVex (Ingénierie des essais en vols expérimentaux)	5		
IMF (Ingénierie et modèles de la finance)	3		
MGP/FT(Management de grands projets)	43	dont 1 de la promo 2012/2013	
SAS (Structures aéronautiques et spatiales)	18	dont 1 de la promo 2013/2014	
SCS (Systèmes de communications spatiales)	5		
SEN (System engineering)	13		
SPA (Système de propulsion aérospatiale)	7		
TAS AERO (Techniques aéronautiques et spatiales – Aeronautical engineering et son option FTE)	17		
TAS ASTRO (Techniques aéronautiques et spatiales – Space systems engineering)	17	dont 1 de la promo 2013/2014	
TERA (Télécommunications et réseaux pour l'Aéronautique et l'Espace)	4		
Total	2013	2014	2015
Mastère spécialisé	203	201	228
Diplôme national de master	46	57	57

## Provenance par secteur géographique



- **Europe de l'Ouest** (Allemagne, Belgique, Espagne, France, Grèce, Italie, Portugal, Royaume-Uni, Suisse)
- **Amérique Latine et du Sud** (Argentine, Bolivie, Brésil, Chili, Colombie, Honduras, Mexique, Pérou, Vénézuéla)
- **Afrique Sub Saharienne** (Afrique du Sud, Cameroun, Madagascar, Tanzanie, Togo)
- **Amérique du Nord** (USA, Canada)
- **Moyen-Orient** (Liban, Turquie)
- **Europe Centrale et Orientale** (Albanie, Kazakhstan, Pologne, Roumanie, Russie, Slovaquie, Slovénie)
- **Maghreb** (Algérie, Maroc, Tunisie)
- **Asie-Pacifique** (Australie, Chine, Inde, Indonésie, Japon, Malaisie, Philippines, Taïwan, Vietnam)



## Comparatif 2013/2014/2015 du nombre de diplômes délivrés – Masters et mastères spécialisés®

Comparatif	2013	2014	2015
Nb d'étudiants en DNM	119	134	147
Nb d'étudiants en MS*	226	231	218
Nb de Français	127	162	140
Nb d'étrangers*	218	203	225
Nb de femmes dans les formations	64	75	95
Nb d'étudiants en poursuite d'études	231	273	279
Nb d'étudiants en reprise d'études	114	92	86
Total Nb étudiants*	345	365	365
Nb total d'auditeurs en DNM	0	2	1
Nb total d'auditeurs en MS	10	22	23
Total Nb étudiants y compris les auditeurs	355	389	389
Provenance géographique**	41 pays	44 pays	46 pays
Dont officiers	17	23	14

\* pour 2013, les étudiants des MS Chine sont inclus dans les effectifs.

Depuis la rentrée 2014 : les MS Chine sont supprimés.

\*\* de tous les étudiants y compris les auditeurs

## ORIENTATIONS 2016

L'année 2016 correspond au renouvellement des habilitations des masters au niveau de l'enseignement supérieur et de la recherche. Dans le cadre de la nouvelle loi sur l'enseignement supérieur et la recherche, l'organisation de ce processus évolue de façon importante. Ce ne sont plus les programmes de masters qui seront habilités à titre individuel mais ce seront les établissements qui seront accrédités pour la délivrance des masters, relevant d'une mention, au sein de laquelle pourront exister plusieurs parcours. Du fait de ce changement, une concertation et une stratégie collective en matière d'offre de formation ont été mises en place au niveau du site toulousain. Néanmoins l'accréditation du master restera portée par l'établissement et ce dernier délivrera le diplôme.

Une liste nationale des mentions (environ 250) de diplôme national de master a été fixée par l'arrêté du 4 février 2014. La mention est le niveau de référence pour la définition des contenus de formation et l'organisation pédagogique. L'une d'entre elles est la mention «Aéronautique et espace». Au niveau du site toulousain, il a été décidé de donner à cette mention une orientation ingénierie.

L'Institut a donc lancé en 2015 le processus qui le conduira à proposer à la rentrée 2016 le diplôme national de master en ingénierie aéronautique et spatiale, appelé, en anglais, le MSc in Aerospace Engineering de l'ISAE-SUPAERO.



## FORMATION CONTINUE PARTAGER NOTRE SAVOIR-FAIRE

L'évolution permanente de la technologie et des méthodes dans un environnement toujours plus complexe demande une nouvelle approche de la formation au cours de la vie pour les cadres du secteur aérospatial. Vecteur de rayonnement national et international, la formation continue permet de tisser et renforcer les liens avec le milieu professionnel.

En anticipant les besoins, l'ISAE-SUPAERO a développé une politique de formation continue diversifiée pour des auditeurs français et étrangers qui se décline suivant différents types de formation :

- formations longues diplômantes avec possibilité de suivi en temps partagé : les mastères spécialisés® en ingénierie et en management (MS), en anglais et en français, intéressants au titre de la formation continue pour les personnes ayant un projet d'évolution de carrière ;
- certificats d'Études Spécialisées (CES), en anglais, pour les personnes désirant renforcer leurs compétences dans un domaine technique spécifique. La durée typique est de quelques semaines et donne lieu à la délivrance d'un certificat garant de la pertinence et de la qualité des contenus.

### LE PROGRAMME INTERNATIONAL ECATA

Le 23 avril 2015, 19 cadres confirmés du secteur aérospatial ont terminé leur formation ECATA «Aerospace Business Integration». Cette formation d'une durée de dix semaines, s'adresse à des cadres à haut potentiel ayant à leur actif dix à quinze années d'expérience professionnelle. Ces 19 cadres ont été choisis par leur société pour leur fort potentiel d'évolution professionnelle. Les dix sociétés impliquées - Airbus Group, Alenia Aermacchi, BAE Systems,

Dassault Aviation, Fokker Aerostructures, Liebherr Aerospace, NPO Saturn, Piaggio Aero Industries, Saab, Safran Sagem et Safran Snecma - sont implantées dans 8 pays en Europe, en Russie et en Inde. À la fin de la conférence, les participants se sont vu remettre un diplôme attestant de l'acquisition de nouvelles compétences qui contribueront à leur permettre de devenir des futurs directeurs de programmes dans l'industrie aéronautique européenne.

### EUROSAE

Le EUROSAE est un organisme de formation continue, filiale commune de l'ISAE-SUPAERO et de l'ENSTA-ParisTech.

EUROSAE propose des formations professionnelles courtes et des formations sur mesure de haut niveau pour des clients industriels dans les domaines des sciences et techniques, de l'ingénierie, des sciences de l'entreprise et du management.

En 2015, EUROSAE a fait face à un marché difficile de la formation continue et a réussi à maintenir une position solide sur son cœur de métier. En parallèle, la société a décidé de recentrer son activité principalement au niveau national et a engagé une démarche de relance prenant en compte les changements en cours ou à venir dans son secteur, en particulier la présence croissante des universités d'entreprise, le développement du numérique dans la formation continue et la demande par les entreprises clientes de certification des formations suivies par leurs salariés







## UNE RECHERCHE D'AMBITION INTERNATIONALE

### UNE STRATÉGIE SCIENTIFIQUE EN ÉVOLUTION

L'année 2015 pour l'ISAE-SUPAERO a été extrêmement riche en termes de changements : refonte des cursus, déménagements pour ses enseignants, mais aussi pour sa recherche, et tout particulièrement pour toutes les équipes autour des enseignants-chercheurs et chercheurs.

L'évaluation HCERES préparée en 2014 pour les deux laboratoires ISAE-Recherche (ISAE-SUPAERO) et Institut Clément Ader (ICA) dont l'Institut est la tutelle au sens du MENESR ont conduit à la publication en 2015 de rapports très élogieux («très bonne unité de recherche») analysés en profondeur avec notre conseil de la Recherche ISAE-SUPAERO.

Les préconisations de ces rapports convergent, pour les deux unités évaluées, et également pour l'École Doctorale Aéronautique & Astronautique (ED-AA) dont l'ISAE-SUPAERO est établissement support. Elles notent des unités jeunes et dynamiques, mais devant affermir leur stratégie scientifique, leur visibilité et l'organisation de leur fonctionnement au sein de leur environnement.

Ces analyses ont conduit au lancement d'un certain nombre de chantiers concernant l'ensemble de la recherche de l'ISAE-SUPAERO, englobant naturellement ces deux laboratoires, mais aussi nos actions transverses en recherche et innovation ainsi que les réseaux interuniversitaires académiques ou industriels régionaux (Université de Toulouse, IRT Saint-Exupéry, etc.) et nationaux (GIS Micro-Drones, ONERA, CNES, etc.).

En interne, une consolidation de l'organisation de la gestion, du pilotage et de la valorisation des activités scientifiques et techniques a été mise en œuvre pour accompagner la montée en puissance des activités contractuelles et partenariales de recherche de l'ISAE-SUPAERO de ces dernières années.

Les travaux d'analyse des retours HCERES ont également permis d'engager plus largement une refonte de la stratégie scientifique avec le concours du conseil de la Recherche, stratégie dont la rédaction s'inscrit



dans le contrat d'objectifs et de performance (COP) 2017-2021 qui nous lie au ministère de la Défense.

La révision de la stratégie scientifique se conçoit en rapport avec l'évolution des besoins de l'industrie, principalement européenne, des enjeux socio-économiques et environnementaux, avec l'évolution compétitive de notre environnement académique international et celle collaborative de notre environnement académique et économique régional et national (DGA, industrie, Université de Toulouse, ONERA, ENAC, CNES, IRT, TéSA, Toulouse Tech Transfer (TTT), etc.).

Au titre de l'année 2015, l'ISAE-SUPAERO a poursuivi une politique de contribution active à la stratégie de recherche de l'IDEX, au fonctionnement du bureau du Département Recherche et Doctorat (DRD) de l'Université de Toulouse, ainsi qu'aux instances de l'IRT Saint-Exupéry.

## RAPPROCHEMENT ISAE-SUPAERO ET ONERA-TOULOUSE

La convention entre l'ISAE-SUPAERO et l'ONERA constituant à Toulouse les deux premières Équipes Communes de Recherche (ECR) ISAE-SUPAERO – ONERA a été signée le 24 mars 2015, avec l'ECR n°1 «MOIS» : Modèles et Outils pour l'Ingénierie des Systèmes et l'ECR n°2 «CSDV» : Commande des Systèmes et Dynamique du Vol. Plusieurs séminaires se sont tenus en 2015 entre les ECR constituées, mais aussi entre équipes ISAE-SUPAERO et ONERA susceptibles de créer de nouvelles ECR (département DAEP de l'ISAE-SUPAERO et département DMAé de l'ONERA) dans le domaine de l'aérodynamique ou de la propulsion pour l'aérospatial.

Les équipes se connaissent déjà très bien comme en témoigne la co-organisation (ECR n°2) de la conférence EuroGNC 2015 à Toulouse, mais il reste à dégager des pistes d'amélioration de la coordination des recherches et de la mise en œuvre d'actions communes notamment sur les propositions de projets de recherche (réponses communes à des appels d'offres), projets doctoraux et projets de recherche et formation. Il faut noter la mise en place d'un premier séminaire régulier dans l'ECR n°1, le couplage de deux plateformes de recherche et ingénierie systèmes (systèmes embarqués et systèmes autonomes), la co-signature du GIS Micro-drones et les participations croisées à des projets ISAE-SUPAERO et ONERA.

Un élargissement de la coopération est envisagé avec la préparation d'une proposition de PEA (programme d'études amont) commun ISAE-SUPAERO – ONERA sous l'égide de la DGA.



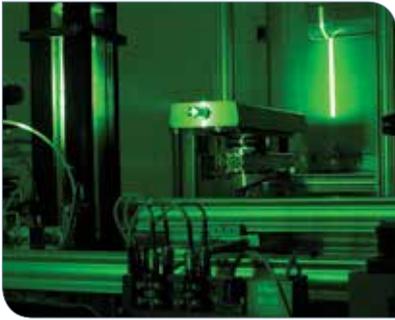
Signature de la convention par Olivier Lesbre (directeur général de l'ISAE-SUPAERO) et Bruno Sainjon (président de l'ONERA)

## COUP D'ENVOI DE NOUVEAUX CHANTIERS : 3 PLATEFORMES CPER CONFIRMÉES

Trois équipements scientifiques du Contrat de Plan État Région directement soutenus par l'ISAE-SUPAERO ont été retenus : il s'agit de la plateforme ACHIL (portée par l'ENAC), de la soufflerie aérodynamique et aéroacoustique SAA et de la plateforme PRISE. Ces opérations ont été approuvées par le Conseil régional Midi-Pyrénées le 15 octobre dernier, les conventions signées fin 2015.

Ces trois plateformes sont des signes visibles du coup d'envoi d'une nouvelle dynamique de recherche dans les différents domaines correspondants. L'initiative de développement en matière d'aéroacoustique se traduira physiquement par la construction d'un nouveau bâtiment (financé par le Plan

Campus), et d'un équipement scientifique (financé par le CPER) : la SAA, soufflerie de formation et de recherche de premier plan européen (et international pour les instituts académiques). La plateforme ACHIL (Aeronautical Computer Human Interaction Laboratory) développera une plateforme d'essais unique en Europe. La plateforme PRISE (Plateforme de Recherche en Ingénierie des Systèmes Embarqués) permettra le renouveau des approches de la simulation distribuée en temps réel, de la conception, de la vérification et de la validation des systèmes «time-triggered» (systèmes à déclenchement temporel) innovants pour l'avionique du futur.



# UNE DYNAMIQUE SCIENTIFIQUE FORTE SUR UNE GAMME DE DOMAINES D'EXCELLENCE

## DÉPARTEMENT DE CONCEPTION ET CONDUITE DES VÉHICULES AÉROSPATIAUX (DCAS)

Les forces de l'ISAE-SUPAERO dans le domaine des sciences et technologies de l'information et des systèmes ont été, de 2007 à 2014, structurées autour du département de mathématiques, informatique, automatique (DMIA) et du centre aéronautique et spatial (CAS), abritant en particulier les activités aériennes, le simulateur de vol à base mobile PEGASE, ainsi que l'activité de recherche sur la neuro-ergonomie et les facteurs humains pour la sécurité des vols.

À l'issue d'un renfort significatif de ces équipes sur la période, et dans le but d'aligner son organisation avec ses objectifs stratégiques renouvelés, l'ISAE-SUPAERO a adopté une organisation plus lisible en restructurant ses forces autour de deux départements le 1<sup>er</sup> janvier 2015. Le département d'ingénierie des systèmes complexes (DISC) regroupe les spécialistes en recherche opérationnelle et mathématiques appliquées, ingénierie pour les systèmes critiques et réseaux de communication.

Le département de conception et conduite des véhicules aérospatiaux (DCAS) est donc né le 1<sup>er</sup> janvier 2015 et rassemble une équipe scientifique se développant en trois thèmes :

- commande et conduite des systèmes aérospatiaux,
- conception des systèmes aérospatiaux,
- neuro-ergonomie et facteurs humains pour la sécurité des vols.

Ce département gère également le centre d'opérations aériennes de l'ISAE-SUPAERO et les moyens de simulation du vol.

Les effectifs techniques des deux départements DISC et DCAS sont rassemblés dans une équipe technique commune et les moyens sont organisés en plateformes de manière à favoriser les synergies et le développement d'activités pluridisciplinaires. Ces deux départements DISC et DCAS ont également déménagé pour se rapprocher physiquement à l'occasion du regroupement géographique de l'ISAE-SUPAERO et ont intégré le nouveau pôle «physique et systèmes» de l'Institut.

### La nouvelle équipe scientifique du DCAS

La toute nouvelle équipe scientifique du DCAS a accueilli sous les meilleurs auspices, le 26 février 2015, la soutenance d'Habilitation à Diriger les Recherches (HDR) de Valérie Budinger sur la «conception et le contrôle de systèmes adaptatifs et actifs : application au contrôle de bruit, de forme et de vibrations», un thème particulièrement intéressant pour le département DCAS car porteur de synergies avec les départements de mécanique, d'aérodynamique, d'ingénierie des systèmes complexes et de traitement du signal.

Cette HDR doit être particulièrement citée pour la qualité de son rapport et de sa soutenance, ainsi que pour les pistes ouvertes dans le thème porté au sein du DCAS de l'automatique et de la commande, notamment en contrôle adaptatif et non-linéaire avec des liens vers la robustesse.

Cette équipe scientifique est par ailleurs fortement impliquée dans l'équipe commune de recherche ISAE-SUPAERO – ONERA «ECR CSDV» en Commande des Systèmes et Dynamique du Vol, en miroir du Département DCSD de l'ONERA-Toulouse, suite à la signature de la convention entre l'ISAE-SUPAERO et l'ONERA concernant le rapprochement proposé par la DGA.

Concrètement, la collaboration sur cette ECR se traduit :

- par un projet ESA commun sur la simulation en mécanique spatiale de systèmes orbitaux ;
- une deuxième thèse lancée en co-encadrement et une suivante co-financée en 2016,
- la participation de l'ISAE-SUPAERO à la coopération ONERA-USArmy, et au projet PR Commande avion électrique ;
- la préparation de trois réponses à appels à projets en commun et la discussion d'une proposition de PEA à la DGA centré sur les thématiques de conception et certification de systèmes de drones au cœur des thématiques de l'ECR CSDV et de l'ECR MOIS.

### Décollage du volet recherche de la chaire CEDAR

La chaire AIRBUS-ISAE CEDAR (Chair for Eco-Design of Aircraft) a été mise en place le 1<sup>er</sup> octobre 2013 via deux conventions :

- la convention de partenariat entre AIRBUS et l'ISAE-SUPAERO signée le 18 juin 2013 au salon du Bourget ;
- la convention de mécénat entre AIRBUS, la Fondation ISAE-SUPAERO et l'ISAE-SUPAERO signée le 4 octobre 2013 au GIFAS.

Cette chaire, d'une durée de cinq ans, est financée par un don d'Airbus de 2,5 millions d'euros. La chaire CEDAR porte sur la définition et l'évaluation de concepts novateurs d'avions de transport incluant l'introduction de technologies innovantes dans la conception avion, dans l'objectif de contribuer au développement durable du transport aérien en prenant en compte les dimensions environnementales, sociales, économiques et industrielles du sujet. Elle comprend quatre programmes majeurs : «certificat aéronautique et environnement», «portefeuille de projets étudiants en conception avion», «bourses internationales d'excellence», «recherche». Le recrutement d'un enseignant-chercheur en décembre 2015 a notamment permis de dynamiser le volet recherche de la chaire sur lequel un post-doctorant sera également prochainement missionné.

### Le CPER consacre la plateforme ACHIL, lien entre l'ISAE-SUPAERO et l'ENAC

Parmi les succès enregistrés en 2015, il faut remarquer la consécration du projet de développement de la plateforme ACHIL (Aeronautical Computer Human Interaction Laboratory), projet conjointement porté par l'ENAC (déposant) et le département de Conception et Conduite des véhicules Aérospatiaux (DCAS) de l'ISAE-SUPAERO.

La plateforme ACHIL s'appuie fortement sur les moyens du département DCAS d'expérimentation en vol et de simulation (simulateur PEGASE, plateforme des opérations aériennes). Elle développe des moyens de simulation, d'expérimentation en situation clinique maîtrisée en simulation, mais aussi d'expérimentation en vol, pour des interfaces innovantes, des outils d'étude et des systèmes de supervision des interactions hommes-systèmes. Les moyens seront ainsi développés en coordination étroite avec l'ENAC, avec des mutualisations et des interconnexions en temps réel pour notamment mettre en place des expérimentations de neuro-ergonomie appliquées sur un équipage en situation de vol simulé.

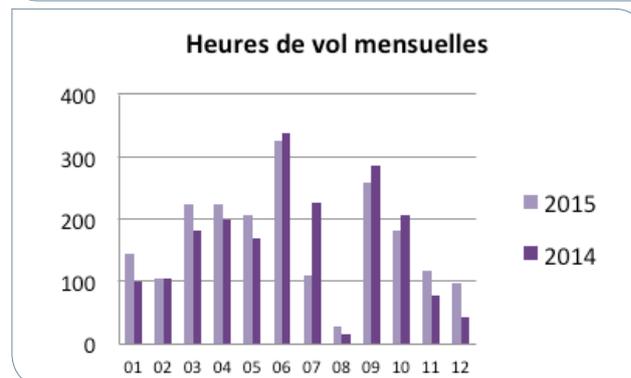
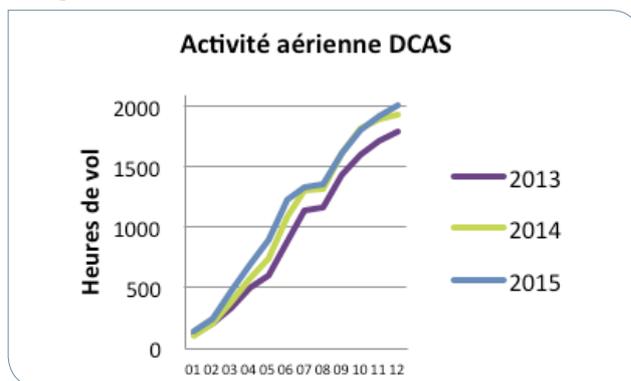
La plateforme ACHIL permettra également à l'équipe de neuro-ergonomie et facteurs humains du DCAS de disposer, en partage avec l'ENAC, d'une plateforme d'essais unique en Europe pour la conception et l'évaluation de systèmes homme/machine aéronautiques.

### La neuro-ergonomie pour la sécurité aérienne : premières expérimentations en vol réel



Des premières expériences ont été conduites en TB20 avec le professeur invité Daniel Callan (Cinet, Université Osaka) et ont visé à mesurer l'activité électrique du cerveau pour détecter la surdité des pilotes aux alarmes auditives. Une deuxième série d'expériences en DR400 a permis de développer, en collaboration avec le professeur invité Hasan Ayaz (Drexel University, Philadelphie), une interface cerveau machine pour estimer en temps réel le niveau de charge de travail d'un pilote en condition réelle de vol.

### Une activité soutenue au Centre d'opérations aériennes de Lasbordes



L'année 2015 a été particulièrement productive pour le Centre d'opérations aériennes de Lasbordes avec le passage de 23 brevets PPL (private pilot licence) et la réalisation de 2013 heures de vol (à comparer à 1940 heures en 2014). L'excellente disponibilité technique opérationnelle des avions et notamment du TB20 instrumenté ont permis la réalisation de l'ensemble des vols d'expérimentation prévus au profit des formations ingénieurs, masters et de la formation continue. Cette année a aussi été marquée par le retour de la contribution à la formation des équipages d'essais d'Airbus et par l'accueil d'une vingtaine d'étudiants américains venus découvrir la sécurité aérienne. La fin de l'année a été marquée par la rationalisation de la flotte avec la réforme de l'avion le plus ancien.

### De nouveaux contrats en vue

Le DCAS a vu la notification à la rentrée d'une série de nouveaux contrats dans le domaine «neuro-ergonomie pour la sécurité des vols» :

- ANR AIRTIUS sur les cockpits tangibles ;
- Contrat DGAC : pilote vision ;
- DGA contrat Rapid : SYCOPAERO.

Un projet de GIS (Groupement d'Intérêt Scientifique) est par ailleurs en discussion avec l'ENAC sur le domaine des interactions hommes-machines pour la sécurité aéronautique associant les compétences en neuro-ergonomie de l'ISAE-SUPAERO et en interfaces hommes-systèmes de l'ENAC.

## DÉPARTEMENT D'INGÉNIERIE DES SYSTÈMES COMPLEXES (DISC)



Une réorganisation avait permis de redessiner en 2014 le périmètre du département Mathématiques, Informatique, Automatique (DMIA) de l'ISAE-SUPAERO pour correspondre aux orientations stratégiques de l'établissement. L'année 2015 a vu la concrétisation physique de cette réorganisation avec le regroupement géographique des équipes composant le nouveau département d'Ingénierie des Systèmes Complexes (DISC) à l'occasion de la rénovation du bâtiment abritant le pôle « physique et systèmes » sur le campus de l'ISAE-SUPAERO. C'est donc un nouveau départ, dans des locaux qui réunissent désormais les chercheurs et enseignants-chercheurs, l'équipe technique (commune au DISC et au DCAS), les doctorants et post-doctorants et les étudiants autour de salles d'expérimentation, de salles de cours et de projets.

### L'acquisition de nouveaux équipements performants

#### La plateforme systèmes autonomes

L'année 2015 a vu l'inauguration de la plateforme systèmes autonomes, équipement permettant l'évolution de robots et drones dans un espace sécurisé et instrumenté. Elle est utilisée pour l'enseignement comme pour la recherche. Un environnement simulé donne la possibilité de faire collaborer des robots réels et virtuels.

#### La plateforme PRISE

La sélection du projet PRISE (Plateforme d'Enseignement et de Recherche en Ingénierie des Systèmes Embarqués), dans le cadre du Contrat de Plan État-Région, a permis d'obtenir un financement conséquent pour la mise en place de cette plateforme. L'année 2015 a été consacrée à la définition de cet outil qui accueillera chercheurs et étudiants pour des travaux en modélisation, validation, simulation et évaluation de performances des systèmes embarqués. Initié avec une application à la simulation d'un aéronef, des extensions sont en cours pour les systèmes embarqués spatiaux et pour la simulation de drones. Par ailleurs, des connexions sont envisagées avec la plateforme systèmes autonomes, ainsi qu'avec des simulateurs de vol utilisés dans le cadre du projet ACHIL.

#### Les différents sillons structurants du DISC

Ces nouveaux investissements se sont accompagnés d'une croissance et d'un renouvellement des effectifs, avec un quart des 24 chercheurs ou enseignants-chercheurs du département qui ont été recrutés depuis 2013, dont 4 pour l'année 2015. C'est donc une période de structuration qui caractérise principalement l'exercice 2015 du DISC. Cette structuration a coïncidé avec une forte implication des enseignants-chercheurs dans le nouveau cursus d'ingénieur, lancé en septembre 2015. En effet, le DISC est porteur des thèmes mathématiques appliquées et informatique qui constituent deux pôles importants du tronc commun de la formation d'ingénieur, ainsi que du tronc commun ingénierie et entreprise pour les thèmes ingénierie systèmes et gestion de projet. Il couvre également plusieurs domaines et filières de la troisième année qui a ouvert

à la rentrée 2015 : systèmes complexes et simulation, systèmes autonomes, sciences de la décision, informatique télécom et réseaux. Parallèlement, les enseignants-chercheurs restent impliqués dans les formations master (nouveau cursus en cours de définition), masters spécialisés®, masters recherche et formation continue.

Côté recherche, le département est positionné sur les disciplines mathématiques et informatiques. Les activités se répartissent en quatre axes : mathématiques appliquées, réseaux de communications, systèmes embarqués critiques et systèmes décisionnels. Ces axes donnent lieu à des collaborations, internes ou avec des partenaires, sur différents thèmes : interactions fluide-structure, optimisation multidisciplinaire, etc.

### Le DISC impliqué dans de nombreux projets

L'année 2015 a vu la mise en place d'équipes communes de recherche ISAE-SUPAERO – ONERA. Le DISC est impliqué dans l'ECR n°1, Modélisation et Ingénierie des Systèmes (MOIS), avec notamment des collaborations en systèmes et réseaux embarqués, et en optimisation.

Le département DISC est partie prenante dans différentes chaires dont la mise en place a été achevée durant l'année 2015 ou se poursuit en 2016 :

- Chaire ARISE soutenue par Thales : enseignement de l'architecture et de l'ingénierie des systèmes embarqués ;
- Chaire Cyberdéfense avec l'École de l'Air.

Le département participe également de manière active à un certain nombre de projets :

- IREHDO 2, dans le cadre d'un appel à projets de la DGA et de la DGAC en partenariat avec AIRBUS Group et l'ONERA-Toulouse au travers des ECR ISAE-SUPAERO – ONERA ;
- TASTE Multicore, projet ESA, en collaboration avec l'ONERA-Toulouse dans le cadre des ECR ISAE-SUPAERO – ONERA, sous pilotage ISAE-SUPAERO ;
- Automonitoring de réseaux spontanés, projet DGA MRIS ;
- projet MOISE de l'IRT avec un post-doctorant co-encadré par l'ISAE-SUPAERO et l'ONERA.

Trois thèses ont été soutenues en 2015, six ont commencé sur les différents projets du département.

## DÉPARTEMENT ÉLECTRONIQUE OPTRONIQUE ET SIGNAL (DEOS)

L'année 2015 a été marquée par la réinstallation de l'ensemble des ressources matérielles et des activités d'enseignement et de recherche ainsi que de toutes les ressources humaines scientifiques et techniques au sein de l'étage du nouveau bâtiment du pôle «physique et systèmes». Le DEOS y dispose notamment d'infrastructures expérimentales de premier plan pour l'optoélectronique, l'imagerie, les circuits micro-électroniques, et l'intégration des charges utiles des satellites miniaturisés localisées en salles propres de classe ISO8 et ISO7 ainsi que d'installations dédiées à la navigation et aux télécommunications. Quatre thèses de doctorat dans le périmètre du DEOS ont été soutenues ainsi que l'Habilitation à Diriger les Recherches (HDR) de Stéphanie Bidon, enseignant-chercheur au DEOS en traitement du signal pour le radar, ce qui renforce le potentiel d'encadrement doctoral du département. Sept nouvelles thèses de doctorat ont été initiées au dernier trimestre de 2015, ce qui illustre le dynamisme du DEOS en matière de formation doctorale.

### Satellite SENTINEL 2 : les premières images de la Terre issues des capteurs de l'ISAE-SUPAERO



Le 29 juin 2015, tout juste quatre jours après sa mise en orbite, le satellite européen SENTINEL 2A a transmis les premières images de la Terre issues de son imageur multispectral (MSI) comportant 12 capteurs d'image pour le Visible et le Proche Infrarouge (VNIR) conçus par l'équipe CIMI du DEOS. Ces capteurs offrent un aperçu des capacités d'imagerie optique à haute résolution dont l'imageur fera bénéficier le programme de surveillance de l'environnement Copernicus, programme d'observation de la Terre de l'Union Européenne (UE) en partenariat avec l'Agence spatiale européenne (ESA). En réalisant l'imagerie de la végétation, des sols, de l'environnement côtier et des surfaces couvertes en eau, il permettra d'améliorer la gestion de l'environnement, de comprendre et d'atténuer les effets du changement climatique et d'assurer la sécurité civile. Pour ses premières images, le satellite a balayé une bande de 290 kilomètres de largeur depuis la Suède jusqu'en Algérie, traversant l'Europe centrale et la Méditerranée.

Les capteurs d'images présents sur SENTINEL 2, multilinéaires à très bas bruit, sont le fruit et la consécration de six ans de recherche et deux ans de développement de l'équipe CIMI de l'ISAE-SUPAERO pour arriver à donner aux capteurs leurs fonctionnalités et leurs performances sur le télescope. Le

développement du capteur VNIR-S2 s'inscrit dans la longue coopération avec Airbus Defence and Space, formalisée depuis 1998 et structurée par la chaire CRISTAL depuis 2009. Il démontre ainsi la volonté de l'ISAE-SUPAERO d'accompagner ses partenaires industriels dans la valorisation des travaux effectués en commun.

### Vers de nouveaux capteurs d'images microélectroniques

En réponse à un appel d'offres de l'ANDRA (Agence Nationale des Déchets Radioactifs) dans le cadre d'un programme investissements d'avenir, un consortium mené par l'ISAE-SUPAERO a été sélectionné pour proposer et démontrer dans les quatre ans à venir de nouveaux concepts de capteurs et caméras destinés à des applications de surveillance dans des environnements radiatifs sévères.

Ces développements s'appuieront sur les avancées obtenues en 2015 dans le domaine des capteurs d'images durcis pour les environnements fortement radiatifs où la capacité à fournir des images restant exploitables après exposition à des doses radiatives très élevées de 1 Grad (ou 10 MGy) a été démontrée. Ce résultat a pu être obtenu grâce à l'utilisation d'une nouvelle technique de durcissement des pixels alors que les techniques utilisées à ce jour conduisent soit à la disparition de l'image soit à l'obtention d'une image très dégradée.

L'année 2015 a d'autre part été couronnée par la signature d'un accord de partenariat avec Thales Alenia Space dans le domaine des capteurs d'images CMOS pour l'espace couvrant un large spectre d'activités (thèses, R&T, R&D, transfert) et qui fait de l'ISAE-SUPAERO un partenaire important des deux grands industriels européens du domaine spatial.

### Signal, antennes, navigation, radar et télécommunications

Dans le domaine de la navigation, l'année 2015 a été marquée par la sélection de l'ISAE-SUPAERO pour la conception en co-design d'un récepteur GNSS bi-constellation (GPS/Galiléo) ouvert, avec la société M3S, dans le cadre du Contrat CLE Région Midi-Pyrénées pour les prochains 36 mois. Il faut noter également la réalisation d'un système de positionnement précis par mesures de phases GNSS en collaboration avec le CNES et DROTEK, start-up toulousaine qui assurera la commercialisation de la carte électronique qui porte ce produit ainsi que la création d'une licence d'exploitation pour un logiciel

temps réel de récepteur GPS à destination des laboratoires de recherche du projet RELIASIC (France et USA). Ce thème a bénéficié du recrutement d'un nouvel ingénieur-chercheur, D. Vivet, qui apporte des compétences en traitement statistique du signal et de l'image pour la fusion de données intégrant la vision.

Dans la thématique des antennes, l'année a vu le démarrage du projet ANR ASTRID "DIOMEDE" (Dispositif d'Interaction Onde - Micro-décharge Électrique pour le Durcissement électromagnétique) impliquant l'ISAE-SUPAERO (R. Pascaud), l'unité LAPLACE et le CEA de Gramat.

Dans le domaine de la formation, il faut noter le déploiement de la plateforme de radio logicielle pour la formation soutenue par le projet IDEX de l'Université fédérale de Toulouse Midi-Pyrénées qui permet le développement de nouveaux enseignements dans le domaine des communications ainsi que le prix obtenu par deux étudiants du cursus ENSICA (E. Spieser et Ch. Crabé) à la conférence Turbo-expo 2015 à Montréal pour un système d'imagerie de sources aéroacoustiques appliqué à la signature d'une machine tournante étudié avec le professeur F. Vincent.

### Composants optoélectroniques pour les télécommunications spatiales optiques

Les activités télécommunications optiques en espace libre pour lien satellite-sol se sont déroulées en 2015 à un rythme soutenu, en impliquant de jeunes chercheurs en formation : achèvement de la thèse de S. Poulenard portant sur la faisabilité d'un lien feeder LASER à 1,55  $\mu\text{m}$  (thèse CIFRE avec Airbus Defence&Space), démarrage de la thèse de K. Elayoubi dans le cadre du projet ALBS de l'IRT Saint-Exupéry portant sur l'étude de la chaîne de communication pour liens laser satellite-sol et qui implique simultanément les départements DEOS (A. Rissons) et DISC (J. Lacan). Deux autres thèses en lien avec la thématique ont également démarré, celle de L. Canuet sur financement CNES-TAS-AirbusD&S en co-encadrement avec l'ONERA-DOTA, portant sur la fiabilisation des transmissions optiques satellite-sol et celle de Cecil Pham, thèse CIFRE avec III-V Lab, dont le sujet porte sur les sources lasers à semi-conducteurs de puissance émettant à 1550 nm pour les transmissions en espace libre et les lidars.

En liaison avec la formation, l'année 2015 a vu le lancement du projet étudiant NIMPH (Nanosatellite to Investigate Microwave and Photonics Hardware) en collaboration avec l'Université Paul Sabatier de Toulouse, soutenu par le CNES et Thales

Alenia Space dont l'objectif est de tester le comportement en environnement spatial d'une charge utile opto-microndes comprenant notamment des amplificateurs à fibre dopée Erbium. La date de lancement visée est 2019.

### Développement d'un nano-satellite pour l'ESA

L'ISAE-SUPAERO a été présélectionné par l'ESA pour la proposition de l'équipe SSPA en collaboration avec l'Observatoire Royal de Belgique pour le développement d'un nano-satellite «SEIS-Cube» pour la mission AIDA - Asteroid Impact & Deflection Assessment - projet conjoint entre la NASA et l'ESA. Cette mission vise à démontrer la capacité d'un vaisseau spatial lancé à pleine vitesse de dévier un petit astéroïde. La déviation serait faible mais permettrait de tester pour la première fois les technologies requises pour modifier la trajectoire d'un astéroïde susceptible d'impacter la Terre.



# DÉPARTEMENT AÉRODYNAMIQUE, ÉNERGÉTIQUE ET PROPULSION (DAEP)



Vue d'artiste de la soufflerie SAA

## 2015, un rayonnement accru

Après l'évaluation très positive de l'activité de recherche du DAEP par l'HCERES fin 2014, le département développe le périmètre de sa politique scientifique de recherche en ouvrant un nouveau thème en aéroacoustique.

Ainsi, au-delà des 4 thèmes de recherche déjà actifs au DAEP (turbulence, instabilité et simulations numériques ; aérodynamique avancée et contrôle ; turbomachines et propulsion ; aérodynamique et propulsion des micro-drones), l'aéroacoustique constitue dès 2015 un nouveau levier de croissance de nos activités et de nos partenariats.

Les partenariats industriels de la recherche du DAEP se manifestent directement par des financements de 9 thèses en contrat CIFRE (Airbus, Liebherr, Assystem, Technofan, Snecma et PSA) soit la moitié de la population de doctorants du DAEP au 1<sup>er</sup> décembre 2015. Le chiffre global du nombre de doctorants au DAEP est donc de 18 fin 2015 ce qui correspond au double de celui mesuré fin 2012 (doublement en 3 ans). Les autres doctorants sont soutenus financièrement par des institutions (DGA, CNES, MENESR au travers des Écoles Doctorales, et Région Midi-Pyrénées)

En 2015, le DAEP fait aussi bien qu'en 2014 sur le plan du nombre (17) de publications d'articles de recherche dans des revues internationales à comité de lecture, soit un taux de production de 1,62 publications annuelles par équivalent temps plein chercheur. Le DAEP compte en effet 21 personnels enseignants-chercheurs et ingénieurs-chercheurs en 2015. Les chercheurs et jeunes chercheurs non-permanents ont donné 16 communications en 2015 dans des conférences internationales.

L'ensemble de ces activités de recherche nourrit le contenu de l'offre renouvelée de la formation d'ingénieur ISAE-SUPAERO et du nouveau Master of Aerospace Engineering en préparation. Les modalités les plus évidentes du lien formation-recherche se situent dans l'offre de projets en cours d'étude de ces formations et portée par le DAEP qui propose aux étudiants de s'associer aux recherches en cours dans les équipes et de bénéficier des moyens de nos projets, qu'ils soient expérimentaux ou de simulation numérique. En 2015, le DAEP a ainsi proposé près d'une cinquantaine de projets aux étudiants des deux directions de formation ingénieurs et de masters.

La MRIS (Mission pour la Recherche et l'Innovation Scientifique) de la DGA a prolongé en 2015 son soutien au programme de recherche sur la furtivité acoustique des drones. L'équipe simulation numérique met en œuvre des calculs d'écoulements (LES haute-fidélité) qui visent soit au diagnostic des modèles de bruit en usage chez l'industriel soit à manipuler l'écoulement à l'aide de conditions aux limites d'impédance acoustique (partenariat académique avec Stanford et Purdue University).

Au titre des partenariats académiques naissants, il faut signaler le départ en octobre 2015 de Thierry Jardin pour un séjour long (9 mois) de recherche à CalTech (en collaboration avec le professeur T. Colonius) sur le thème de l'aérodynamique des petits rotors (avec une application aux micro-drones).

## Lancement du programme européen ULTIMATE au 1<sup>er</sup> septembre 2015

Dans le domaine des turbomachines et de la propulsion aéronautique, le thème TMP a remporté un nouveau succès aux appels à projets européens H2020 avec la proposition ULTIMATE dans laquelle le DAEP est leader d'un Work-Package sur l'intégration motrice pour les architectures propulsives à très haut taux de dilution. La réunion de lancement du projet ULTIMATE a eu lieu en septembre 2015 et a donné lieu au recrutement de deux ingénieurs de recherche.

ULTIMATE est un projet européen visant à développer des concepts disruptifs qui changent radicalement l'architecture des moteurs des avions civils afin d'aller au-delà des attentes de la SRIA 2050 (Strategic Research & Innovation Agenda). Il implique six universités/centres de recherche et trois partenaires industriels.

## La SAA : une soufflerie de formation et de recherche de premier plan européen

Pour le DAEP et l'ISAE-SUPAERO, la signature, le 8 décembre, du contrat d'étude et de réalisation de la Soufflerie Aérodynamique et Aéroacoustique (SAA) avec le groupement Artelia est un fait marquant de l'année 2015.

Cette signature vient conclure les travaux menés tout au long de l'année par l'équipe projet transversale dans le cadre d'une procédure de «dialogue compétitif».

Le montage financier est en trois parties distinctes : deux tiers relèvent du plan Campus et le tiers complémentaire fait l'objet d'un CPER dans lequel le ministère de la Défense (notre tutelle) et les collectivités locales (région Midi-Pyrénées et Toulouse Métropole) contribuent au projet à parité.

Ce moyen d'essai viendra se substituer à la soufflerie S4, héritée de DGA-TA (ex-CEAT) et démantelée en juillet 2015 lors de la dernière phase du regroupement géographique. La soufflerie SAA permettra de mener à bien des recherches en aérodynamique fondamentale et appliquée, ainsi que sur les rayonnements acoustiques d'éléments de la cellule de l'aéronef (hypersustentateurs, train d'atterrissage).

Elle sera, comme S4, dédiée à la recherche et à la formation par la recherche, avec des ambitions académiques et des objectifs visant l'application à l'aviation civile de demain.

## DÉPARTEMENT MÉCANIQUE DES STRUCTURES ET MATÉRIAUX (DMSM)

2015 a été une année très importante pour le Département Mécanique des Structures et Matériaux. En effet, c'est durant cette période que le département s'est établi de manière pérenne sur ses deux sites définitifs : le Pôle Mécanique pour les missions formation, innovation et relations recherche-formation et l'Espace Clément Ader pour ses missions recherche liées aux Matériaux Structuraux Innovants (MSI) et à la Durabilité & Dynamique des Structures (DDS).

### Un département désormais bilocalisé



L'année 2015 a permis la consolidation du fonctionnement regroupé avec la mise en pleine opération des équipes et équipements dans les locaux flambant neufs. Ces opérations, qui ont nécessité un engagement de toutes les équipes et une grande coordination, avaient été préparées selon des cahiers des charges précis, et ont de surcroît été l'occasion de renforcer la documentation et la systématisation des procédures qualité associées à ces équipements. Grâce à ces précautions, et malgré les aléas (notamment à l'Espace Clément Ader), les installations d'essais (laboratoire) et de fabrication (atelier) ont été relocalisées et rendues pleinement opérationnelles, assurant la continuité du service.

Ainsi, le Pôle Mécanique accueille désormais l'ensemble des personnels du DMSM, l'atelier ainsi qu'un laboratoire de formation et d'innovation en mécanique des solides. Ce laboratoire comporte d'abord une grande salle «statique» dans laquelle les structures et éléments de structures – métalliques et composites – sont testés sous charge et mesurés sous déformation, dans une approche pédagogique reliant ces mesures à des modèles analytiques (essentiellement la théorie des poutres ou résistance des matériaux). Une seconde salle accueille les montages dynamiques en vibrations et chocs, dont l'objectif est la modélisation des modes propres et des réponses temporelles des structures. Ces problèmes sont plus complexes, mais aussi très porteurs de développements en matière d'identification et de diagnostic structural. Plusieurs autres salles abritent des montages que les étudiants utilisent pour la connaissance des matériaux solides, comme les essais

de résilience, les traitements thermiques, les essais sous vide (installation qui intéresse notamment le DCAS et le DEOS), la microscopie électronique à balayage et la microscopie optique, le contrôle non-destructif et les mesures fines d'état de surface. Ce laboratoire déployé sur plus de 3000 m<sup>2</sup> a permis de mettre en place un «circuit de notoriété» qui offre une visite didactique reliant les essais de voilures à ceux des longerons, en passant par la vibration d'une pale d'hélicoptère.

Les installations «lourdes» de recherche sont quant à elles désormais installées à l'Espace Clément Ader, qui abrite l'antenne toulousaine de l'Institut Clément Ader. Parmi les installations fournies par l'ISAE-SUPAERO, certaines sont emblématiques : tour de chute pour les essais de crash et de minigravité, impacteur à gaz pour les essais d'impact à grande vitesse, barres de Hopkinson pour la rhéologie des matériaux en compression rapide, salle de vibrations, banc de divergence dynamique rotor, parc de machines hydrauliques de traction-compression. Cette panoplie s'intègre dans un ensemble occupant près de 8 000 m<sup>2</sup> incluant des installations de l'Université Paul Sabatier et de l'INSA-Toulouse (élaboration composite, essais statiques sous sollicitations combinées, usinage par jet d'eau, durabilité des systèmes mécaniques, microfluidique). La mise en place de tous ces éléments et leur mise en service opérationnelle et évolutive a nécessité une implication sans précédent de l'ensemble des personnels. Il s'agissait d'un défi majeur dont la réussite – acquise en 2015 mais après une préparation opérée les deux années précédentes – conditionne le développement de nos activités de recherche MSI et DDS pour les cinq années à venir.



## Visiting Professor Joaquim Martins : un professeur américain au DMSM

L'attribution d'une bourse d'excellence européenne Marie Skłodowska-Curie à l'ISAE-SUPAERO permet au DMSM d'accueillir de juin 2015 à août 2016 le professeur Joaquim Martins qui dirige le Multidisciplinary Design Optimization Laboratory (MDOLab) de l'université du Michigan. J. Martins est un des spécialistes mondiaux d'optimisation multidisciplinaire (OMD). Il développe des méthodes pour la conception innovante d'avion qui utilisent des simulations hautes fidélités (CFD, CSM) et tirent, en particulier, avantage du calcul massivement parallèle.

Joaquim Martins travaille au DMSM avec le professeur Joseph Morlier en relation étroite avec l'ONERA-DCPS (Nathalie Bartoli). Le principal enjeu scientifique de cette collaboration est l'accélération des optimisations actuelles (très coûteuses en temps de calcul) par l'utilisation intelligente de modèles de substitution basée sur des critères d'enrichissement (EGO, Kriging). L'autre challenge est le développement de simulateurs aéroélastiques numériques suffisamment matures et robustes pour optimiser non plus la masse mais un critère original tel que la distance entre le comportement du drone de démonstrateur et un comportement cible (avion). En particulier, cette collaboration a permis de monter une thèse (Joan Mas Colomer, ingénieur SUPAERO 2013) dans le cadre de l'ECR MDO dont l'objectif principal est d'utiliser une approche d'optimisation multidisciplinaire pour concevoir un démonstrateur (drone) qui soit capable de reproduire certains comportements en vol prévus par le modèle numérique de l'avion complet (déformée statique, modes et fréquences propres, qualités de vol). De plus, le professeur Martins contribuera en 2016 au projet collaboratif MDA-MDO de l'IRT Saint-Exupéry Aéronautique Espace et Systèmes Embarqués (AESE), impliquant AIRBUS, l'ONERA, le CERFACS et l'ISAE-SUPAERO.

Cette première collaboration très bénéfique permet également de renforcer les liens avec l'Université du Michigan (Ann Arbor), l'une des plus grandes universités américaines de formation et de recherche aérospatiale et en ingénierie aux États-Unis.

## L'Institut Clément Ader devient une unité mixte de recherche CNRS

Et précisément, l'évolution majeure en termes de recherche pour le DMSM a été obtenue par les efforts réalisés en 2015. En effet, l'Institut Clément Ader (ICA) qui est le laboratoire de mécanique des solides de l'Université de Toulouse, devenu Équipe d'Accueil labellisée par le MESR en 2009, s'est lancé dans la démarche stratégique d'association auprès du Centre National de la Recherche Scientifique (CNRS). Celle-ci s'est concrétisée, après quatre ans d'effort, par la reconnaissance au 1<sup>er</sup> janvier 2015 comme Formation Recherche en Évolution (FRE CNRS). C'est là l'étape initiale de l'association, mais il nous fallait dès lors préparer la reconnaissance complète qui est le statut d'Unité Mixte de Recherche (UMR). L'année 2015 a été consacrée à cette préparation, avec les audits décisifs. L'UMR a été obtenue très rapidement dès janvier 2016, ce qui est un résultat très remarquable qu'il faut mettre au crédit des équipes de mécanique de l'ISAE-SUPAERO, de l'UPS, de l'INSA et de l'École des Mines d'Albi, qui ont œuvré ensemble pour devenir ainsi l'unique équipe labellisée cette année en France dans le cadre de l'Institut des Sciences de l'Ingénierie et des Systèmes (INSIS) du CNRS. Un résultat dont nous sommes légitimement fiers, car l'association CNRS assure à la mécanique des structures l'intégration définitive dans le tissu national, sachant que les axes MSI et DDS relatifs au secteur aérospatial nous donnent une visibilité européenne certaine. L'UMR 5312 CNRS ICA compte en effet 99 doctorants (dont 28 inscrits à l'ISAE-SUPAERO) et 112 personnels qui y réalisent leur mission recherche, et possède une spécificité internationale en termes de structures, matériaux et procédés solides.

## Une production scientifique dynamique

Enfin, malgré les défis de 2015, le DMSM a accru son volume d'activité et sa production scientifique avec 25 publications internationales, 1 chapitre en ouvrage scientifique, 5 conférences invitées en congrès, 38 communications en conférences à comité de lecture et 23 autres contributions scientifiques originales référencées. Il a poursuivi et initié des programmes de coopération dans le domaine de la tolérance au dommage des composites, du comportement dynamique des matériaux métalliques et des interfaces fluides-structures. Ce dernier axe, en lien avec le contrôle dynamique des structures minces, est un thème émergent, en coopération avec le DAEP et le DCAS notamment, dans le contexte de l'optimisation multidisciplinaire.

## DÉPARTEMENT LANGUES ARTS CULTURES ET SOCIÉTÉ (LACS)



Le département Langues Arts Cultures et Société a connu, avec le regroupement géographique et le nouveau cursus ingénieur ISAE-SUPAERO, une année très particulière en 2015 avec la refonte complète et en une seule fois des programmes d'enseignement des humanités pour toutes les formations de l'ISAE-SUPAERO. L'ensemble des enseignants du LACS a grandement contribué à l'évolution.

Le département a également affiché en 2015 une ambition, modeste en dimension, mais bien réelle, en termes de contributions en formation et en recherche à la vie de l'ISAE-SUPAERO et de l'Université de Toulouse. Deux enseignants-chercheurs, dont une HDR, du LACS font ainsi leur recherche dans des laboratoires extérieurs à l'ISAE-SUPAERO, mais intégrés au sein de l'Université de Toulouse :

- au LAIRDIL, Université Toulouse Paul Sabatier : le Laboratoire Inter-universitaire de Recherche en Didactique du Lansad (les langues pour spécialistes d'autres disciplines) mène des recherches sur les joutes oratoires (Debating) dans l'enseignement supérieur français et participe avec l'ISAE-SUPAERO à la création de la plateforme numérique du projet inter-universitaire Collaborate Innovate Debate financé grâce au prix obtenu à l'occasion du 2<sup>e</sup> appel à projets de l'IDEFI ;
- au LISST, Université Toulouse Jean Jaurès : le Laboratoire Interdisciplinaire, Solidarité, Société et Territoire mène des recherches en sciences sociales et étude des réseaux socio-économiques, notamment sur l'importance des relations personnelles dans la genèse des relations sciences – industrie, sur la structure et l'évolution des réseaux de relations entreprises – laboratoires, et l'étude des réseaux socio-économiques liés aux réseaux d'anciens élèves.

### La révolution Collaborate Innovate Debate

Le projet multidisciplinaire collaboratif, interactif et interculturel Collaborate Innovate Debate, financé grâce au prix obtenu à l'occasion du 2<sup>e</sup> appel à projets de l'IDEFI, est un projet inter-universitaire piloté en 3 dimensions par ISAE-SUPAERO, puisqu'il comporte :

- la création d'une plateforme numérique propre à l'activité du «debating» pour les écoles membres de l'Université fédérale de Toulouse. <http://cid.isae.fr> : la plateforme permet de développer l'activité de joutes oratoires dans divers établissements et servira de réseau social de communication inter-élèves pour la préparation, la discussion préalable, le choix des motions, les enregistrements audio-visuels des orateurs, l'organisation des tournois et autres échanges ;
- l'utilisation de pédagogies actives avec la formation des enseignants et des étudiants à cette activité dans les établissements partenaires, le tout en anglais : une formation a eu lieu pour l'IUT de Rangueil avec la collaboration du Laboratoire de Recherche LAIRDIL en juin 2015 afin d'initier les enseignants de langue à l'activité du «debating» avec pour objectif d'organiser et de mettre en place la pratique du «debating» (joutes oratoires) à l'échelle régionale ;
- le projet d'élargir l'activité de «debating» à une échelle bilingue voire multilingue : les élèves débattront dans deux langues autres que leur langue maternelle.

En novembre 2015, un weekend interuniversitaire de joutes oratoires a eu lieu à l'ISAE-SUPAERO avec la participation des élèves, des «alumni debaters», ainsi que des «coachs» de différents établissements, principalement l'ISAE-SUPAERO, l'INSA, l'ENSIACET, Toulouse Business School et Mines Albi.

### «Intercultural Workshop» (ICW)

L'atelier interculturel, organisé par le département LACS de l'ISAE-SUPAERO, au bénéfice des formations de l'ISAE-SUPAERO et au-delà, vise à préparer les étudiants à leur prochaine vie professionnelle en les sensibilisant aux questions des relations interculturelles, en valorisant la présence d'étudiants étrangers sur le campus et en agissant pour une meilleure intégration.

Le format de l'atelier est fondé sur une approche de pédagogie innovante dite d'Apprentissage par Problème (APP) appliquée en environnement multiculturel et mise en œuvre en équipes multiculturelles d'étudiants travaillant sur le cas d'étude du projet européen ITER. Le travail en groupe est majoritairement en anglais mais toutes les langues sont permises tant que ce n'est pas sa propre langue maternelle.

Deux éditions de l'atelier se sont déroulées de façon extrêmement satisfaisante. En plus du reportage réalisé par France 3, ce projet a suscité un vif intérêt de la part de la communauté académique toulousaine.

## DE LA BIBLIOTHÈQUE VERS LE LEARNING CENTRE

La fermeture de la bibliothèque du campus ENSICA a conduit à reconfigurer les espaces et les services de celle du campus SUPAERO. L'équipe a également été réorganisée pour gagner en lisibilité (les activités ont été regroupées par thématique) et en efficacité.

En parallèle, le projet de Learning Centre a avancé de façon significative. L'implantation a été validée : un bâtiment neuf d'environ 2 500 m<sup>2</sup> sera construit au cœur du campus. Ce bâtiment sera financé par le ministère de la Défense tandis que l'équipement et le financement de nouveaux services feront l'objet d'une campagne de mécénat. Avec une ouverture prévue fin 2018, le Learning Centre proposera un environnement de travail convivial et propice à la collaboration, alliant une offre documentaire riche à des services et espaces repensés.

### Culture scientifique

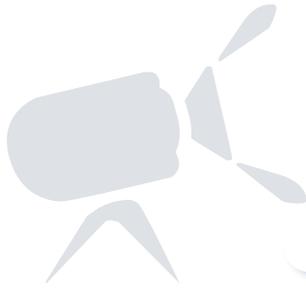
L'ISAE-SUPAERO est également impliqué dans la diffusion de la culture scientifique auprès du grand public. Le site internet HISIS met à disposition les archives historiques des deux écoles fondatrices et s'est enrichi en 2015 de pages sur les instruments scientifiques.

À travers le service DSCT de l'Université Fédérale Toulouse Midi-Pyrénées, l'ISAE-SUPAERO a participé à la Nuit Européenne des Chercheurs, le 25 septembre 2015 à la Cité de l'Espace.

### Des missions au service de la communauté de l'ISAE-SUPAERO

Développement d'OATAO pour les archives ouvertes des publications scientifiques, d'IDOL pour la gestion électronique des documents de travail de l'ISAE-SUPAERO, participation aux projets documentaires nationaux et régionaux, extension de notre offre de services et de l'offre documentaire, animations culturelles tout au long de l'année : le service Documentation reste impliqué dans une démarche constante de progrès pour donner le plus largement possible accès à l'information.





## COUP DE PROJECTEUR SUR...

### CHAIRE AXA 2015 : NEURO-ERGONOMIE, CONFÉRENCES FNIRS ET SÉCURITÉ AÉRIENNE

L'équipe Facteurs Humains du département de Conception et Conduite des véhicules Aérospatiaux (DCAS) a organisé dans le cadre de la chaire AXA sur la neuro-ergonomie pour la sécurité aérienne, une conférence sur l'utilisation et le développement de la fNIRS (functional Near Infra Red Spectroscopy), une technique très récente d'imagerie cérébrale en proche infrarouge.

Les professeurs invités en 2015 étaient Hasan Ayaz (Drexel University, Philadelphie), Louis Bherer (Concordia University, Montréal) et Judit Gervain (Université Paris Descartes). Cette conférence internationale a rassemblé plus de 80 experts internationaux du domaine (Europe, USA, Australie) ainsi qu'une dizaine d'industriels.

<http://websites.isae.fr/2fnirs/workshop-2016/general-information/general-information>.

Un deuxième workshop a été organisé dans le cadre des travaux de la chaire pour la sécurité aérienne en partenariat avec la DGAC. Ce workshop a rassemblé près de 100 personnes académiques, des autorités de certification (BEA, DGAC), des compagnies aériennes (Air France, Azur), des industriels (Airbus, Dassault) et des collègues de l'ENAC pour discuter de l'apport de l'«eye-tracking» pour la formation des pilotes, l'ergonomie des cockpits, la certification et l'analyse d'accidents.

[http://websites.isae.fr/IMG/pdf/2015\\_gaze\\_workshop\\_flyer9\\_fr-dgac-dsac.pdf](http://websites.isae.fr/IMG/pdf/2015_gaze_workshop_flyer9_fr-dgac-dsac.pdf).

### CONFÉRENCE EUROGNC 2015 SUR LE GUIDAGE, LA NAVIGATION ET LE CONTRÔLE DES VÉHICULES AÉRONAUTIQUES ET SPATIAUX



Co-organisée par l'ISAE-SUPAERO, l'ONERA et l'ENAC, la troisième édition de l'EuroGNC s'est tenue à Toulouse du 13 au 15 avril 2015 dans les locaux de l'ISAE-SUPAERO.

Cette manifestation, qui a connu un vif succès tant sur le plan de l'organisation que de la programmation scientifique, a permis de réunir 140 participants, dont 35 étudiants, représentant 19 nationalités et de développer les échanges parmi ces experts du domaine. L'EuroGNC 2015 a reçu le soutien de l'American Institute of Aeronautics and Astronautics (AIAA), de la fondation ISAE-SUPAERO, de la Ville de Toulouse et de la Région Midi-Pyrénées.

Le comité de programme, présidé par le professeur Daniel Alazard de l'ISAE-SUPAERO, a accepté 92 communications sur 107 soumissions.

Une sélection de 40 papiers a été publiée par SPRINGER dans l'ouvrage intitulé *Advances in AEROSPACE GUIDANCE NAVIGATION AND CONTROL - Selected Papers of the Third CEAS Specialist Conference on Guidance, Navigation and Control*, Held in Toulouse, France, in April 2015.

Après l'Université technique de Munich en 2011, celle de Delft (Pays-Bas) en 2013, et l'ISAE-SUPAERO en 2015, la quatrième édition se tiendra à l'Université de Technologie de Varsovie du 25 au 27 avril 2017.

<http://www.springer.com/us/book/9783319175171>

## 50<sup>e</sup> ÉDITION DE LA CONFÉRENCE D'AÉRODYNAMIQUE APPLIQUÉE DE LA 3AF

Cette année était particulièrement importante pour l'Association Aéronautique et Astronautique de France (3AF) qui célébrait la 50<sup>e</sup> édition de la Conférence d'aérodynamique appliquée.

Cette année, la conférence a attiré une participation record, avec la présentation de 71 communications organisées en 5 sessions. Les 158 participants ont représenté 11 nationalités (Allemagne, Australie, Canada, Émirats Arabes Unis, États-Unis, France, Italie, Pologne, Royaume-Uni, Russie, Serbie), confirmant ainsi l'intérêt international pour cette conférence d'aérodynamique appliquée.

Cinq conférences plénières ont été données par des experts dans les domaines de l'aérodynamique théorique, expérimentale et appliquée. En outre, et exceptionnellement, la conférence a accueilli la Lanchester Lecture organisée chaque année par la Royal Aeronautical Society. Le conférencier invité par la RAeS était Jean-Pierre Rosenblum qui a fait un exposé très apprécié sur le sujet «An overview of flow control activities at Dassault Aviation for the last 25 years».

## NEUF PARTENAIRES DE LA COMMUNAUTÉ SCIENTIFIQUE CRÉENT LE GIS MICRO-DRONES

L'ISAE-SUPAERO, l'ENAC, l'ONERA, le CNRS, l'INPT, l'Université de Toulouse 3 Paul Sabatier, l'Université Toulouse 2 Jean Jaurès, l'INRAP et METEO France ont créé le GIS Micro-Drones pour fédérer leurs actions de recherche pluridisciplinaires et d'innovation dans le domaine des mini et micro-drones. La création du GIS Micro-Drones est une nouvelle étape structurante de la communauté scientifique après la création en 2011 du Consortium Micro Air Vehicle Research Center. La signature de la convention s'est déroulée jeudi 19 novembre 2015 à l'ISAE-SUPAERO.

Le GIS Micro-Drones se positionne plus particulièrement sur la recherche de nouveaux systèmes ou sous-systèmes de micro-drones à des fins scientifiques, avec le souci constant de la sûreté de fonctionnement et du strict respect de la réglementation aérienne. Le domaine des micro-drones est aujourd'hui en forte expansion civile et militaire, notamment dans les domaines de l'observation, de l'exploration, de la surveillance, de l'inspection et de la cartographie. Dans ce cadre, le GIS Micro-Drones développera des systèmes ou sous-systèmes pour des usages scientifiques concernant plus particulièrement l'exploration du monde et de l'univers : l'exploration planétaire, la compréhension du monde du vivant, la météorologie, la recherche archéologique. Il s'agira de rendre possible l'utilisation sûre et sécurisée des micro-drones à des fins de mesure, collecte d'information, recalage de modèles et analyse de données météorologiques, atmosphériques, dans le but de



créer une base technologique et méthodologique robuste et sûre, à la rencontre des champs de la robotique et de l'aéronautique. Le GIS Micro-Drones se donne également pour but de favoriser la rencontre du secteur des entreprises de la filière et des laboratoires de recherche grâce au statut de membre associé et l'organisation conjointe de colloques scientifiques et de forums professionnels.

L'établissement gestionnaire du GIS Micro-Drones est l'ISAE-SUPAERO. Il sera dirigé pour un mandat de trois ans par Jean-Marc Moschetta, professeur à l'ISAE-SUPAERO.

Nomination  
«AIAA Associate  
Fellow»  
de Daniel Alazard

<https://www.aiaa.org/2016AssociateFellows>

Cette distinction vient honorer des scientifiques particulièrement investis dans le progrès de la science et de la connaissance en matière aérospatiale.

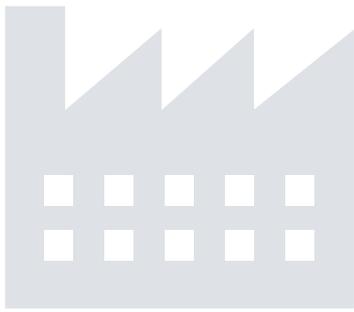
## SÉLECTION DE NANOSAT DANS LE CADRE DU PROGRAMME ÉQUIPEMENTS SCIENTIFIQUES DE L'IDEX

La plateforme de recherche et de formation NANOSAT proposée par l'ISAE-SUPAERO a été retenue par l'IDEX de Toulouse dans l'esprit de constituer la première pierre d'une initiative coordonnée au sein de l'Université fédérale de Toulouse Midi-Pyrénées sur le thème des nano-satellites et de leur développement dans le sens d'une miniaturisation des missions spatiales. Les moyens envisagés à terme dans cette initiative se composent de moyens de conception, de développement, de caractérisation, de test et de télécommande-télémesure de nano-satellites (banc de développement et de test, cuve à vide thermique, station sol et liaisons de donnée) coordonnés avec les moyens existants dans les différents laboratoires voisins, notamment ceux de l'Observatoire Midi-Pyrénées - Institut de Recherche en Astrophysique et Planétologie (OMP-IRAP). La plateforme s'appuie sur des développements en cours dans le cadre du projet ENTRYSAT et s'articule dans un premier temps autour des besoins de projets

de recherche actuellement lancés entre les partenaires toulousains ISAE-SUPAERO, LAAS, Université Paul Sabatier.

Cette initiative a déjà permis de proposer dans le cadre des actions thématiques stratégiques «Aéronautique, Espace et Systèmes Embarqués» de l'IDEX, un nouveau projet coordonné avec l'OMP-IRAP et les partenaires ci-dessus, dans l'esprit de constituer un équivalent de centre spatial étudiant offrant des capacités de support aux projets de recherche, aux projets de formation et aux projets d'étudiants.

L'équipement scientifique de cette plateforme a été sélectionné par le comité de sélection du programme «équipement scientifique» de l'IDEX de Toulouse pour un financement à hauteur de 52,5 k€ afin de donner la première impulsion à un domaine de recherche en émergence. Ce montant viendra contribuer à l'installation dans les laboratoires de l'ISAE-SUPAERO de moyens de qualification des nano-satellites.



## RELATIONS ENTREPRISES

Depuis de nombreuses années, l'ISAE-SUPAERO développe des liens forts avec le monde de l'entreprise au niveau national et international car il a à cœur de former des ingénieurs et chercheurs du plus haut niveau répondant aux besoins évolutifs des entreprises.

Aussi, les coopérations avec les entreprises sont extrêmement présentes dans l'ensemble des activités de l'Institut tant sur le volet formation que celui de la recherche : vacations, visites d'entreprises, diffusion d'offres de stages, montage de projets ou de parcours spécifiques pour les étudiants sur l'ensemble de l'offre de formation, développement de la coopération R&D, mécénat...



# LES ENTREPRISES AU CŒUR DE LA STRATÉGIE DE DÉVELOPPEMENT DE L'INSTITUT

## LA CRÉATION D'UNE DIRECTION DÉDIÉE

En avril 2015, afin de renforcer sa stratégie de développement des relations entreprises, l'ISAE-SUPAERO a créé la Direction des Relations entreprises et du Mécénat (DREM).

La DREM a pour mission de proposer et piloter la mise en œuvre de la politique des relations de l'ISAE-SUPAERO avec les entreprises, d'assurer la cohérence des différentes coopérations avec les entreprises et de développer les ressources propres de l'Institut. Elle travaille en étroite collaboration et concertation avec les différentes directions de l'ISAE-SUPAERO (formations ingénieur, formations masters

et masters spécialisés®, recherche...). Elle constitue une interface privilégiée pour les entreprises afin de pouvoir développer des coopérations étendues à l'ensemble des activités de l'Institut.

Les activités de la DREM contribuent à la génération de ressources propres, au rayonnement national et international de l'ISAE-SUPAERO, à la valorisation et à la promotion de son savoir-faire éducatif (enseignement supérieur, formation continue) et de recherche ainsi qu'au développement et au maintien de réseaux de partenaires industriels et économiques.

## LE MONDE INDUSTRIEL TRÈS PRÉSENT DANS LES INSTANCES DÉCISIONNELLES ET OPÉRATIONNELLES DE L'ISAE-SUPAERO

Le monde professionnel participe fortement aux réflexions et décisions stratégiques de l'ISAE-SUPAERO avec des participations nombreuses d'industriels aux différents conseils de l'Institut :

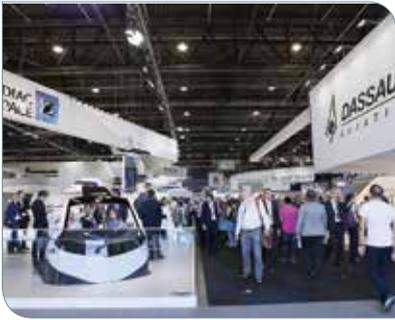
➤ **le conseil d'administration** : en charge de la définition des orientations stratégiques, il compte parmi ses membres des personnalités désignées en raison de leurs compétences dans les branches industrielles correspondant aux différentes activités de l'Institut et parmi lesquelles est choisi le président du conseil d'administration ;

➤ **le conseil de la formation** : adossé à des conseils de perfectionnement auxquels participent de

nombreuses entreprises, il fournit les orientations spécialisées sur les différentes activités de formation de l'ISAE-SUPAERO ;

➤ **le conseil de la recherche** : regroupant des intervenants et des personnalités de spécialités et d'origines diverses issues notamment de l'industrie, il participe à l'élaboration de la stratégie de recherche de l'Institut, tant fondamentale qu'appliquée en lien avec les entreprises ;

➤ **Le conseil Industrie** : il a pour mission d'associer les entreprises aux réflexions stratégiques de l'ISAE-SUPAERO.



# LES ENTREPRISES AU PLUS PRÈS DES ÉTUDIANTS

## Quelques exemples :

La première rencontre à l'ISAE-SUPAERO avec Rolls Royce a réuni plus de 310 élèves, autour d'une conférence et d'ateliers d'échanges de CV et conseils au recrutement ;

↪ La conférence avec Dassault Aviation sur le thème Métiers chez Dassault Aviation a connu un grand succès avec 200 étudiants présents ;

↪ La conférence de la société Safran sur le thème du management ;

↪ La conférence de Zodiac Aerospace a permis aux intervenants de présenter différents produits en cours de développement ;

↪ Visites de sites d'Airbus, TAS, Mews Partners (ex Vinci Consulting), Turboméca, Design Challenge de Zodiac ;

↪ Les secteurs aérospatial et conseil/audit ont été les plus représentés. La Défense (DGA, Marine nationale) ainsi que les secteurs de la banque et du transport ont aussi donné lieu à des présentations.

## UN VIVIER DE PLUS DE 1800 VACATAIRES

La participation du milieu professionnel à l'enseignement garantit la cohérence de la formation qui s'appuie sur toutes les dernières connaissances techniques et tient compte de l'évolution des pratiques industrielles. Plus des deux tiers des 1800 enseignants vacataires sont des ingénieurs

ou des chercheurs issus des services de l'État, d'organismes de recherche comme l'ONERA, le CNRS-LAAS, le CNES, de grandes entreprises comme AIRBUS, SAFRAN, Dassault Aviation, Thalès, LIEBHERR, d'ETI (entreprises de taille intermédiaire) ou de PME-PMI.

## DES CONFÉRENCES ET DES RENCONTRES RICHES ET DIVERSES

L'année a été marquée à la fois par la consolidation et l'harmonisation des actions entreprises suite à la fusion des cycles de formations ingénieurs ENSICA et SUPAERO et par le développement de nouvelles actions.

↪ Près de 20 conférences sur des thématiques très variées portant sur des enjeux scientifiques et techniques, économiques ou sociétaux ont permis de donner aux étudiants un éclairage sur la réalité du monde de l'entreprise et la société ;

↪ Près de 40 temps forts privilégiés associant des entreprises ont été proposés aux étudiants pour leur permettre de découvrir

les métiers de l'industrie et le marché de l'emploi : présentations, déjeuners-débats, simulation d'ateliers de recrutement, forum ou visites de sites industriels, dans lesquels les conseils et le partage d'expérience des responsables de recrutement, des chefs de projet et des anciens élèves jouent un rôle primordial ;

↪ Un forum PME qui a réuni plus d'une douzaine de PME et 150 étudiants a vu le jour en 2015 pour sensibiliser les étudiants sur la richesse de ce tissu économique où l'innovation se développe en lien avec les domaines d'excellence de l'Institut.

## PRÈS DE 900 STAGES DANS 300 ORGANISMES DIFFÉRENTS EN 2015

Conseillés et soutenus par les professeurs et le service des stages de l'ISAE-SUPAERO, les élèves sont responsables de la recherche de leur stage, ce qui constitue en soi une première préparation aux problématiques de recherche d'emploi.

Au cours de l'année scolaire 2014-2015, 884 stages ont été réalisés par les étudiants de l'ISAE-SUPAERO, tous cursus confondus.

### Secteurs d'activité

74 % des stages, tous cursus confondus, sont réalisés au sein du secteur aérospatial dont 69 % au sein des industriels du secteur (Thales, Airbus Group...) et 31 % au sein de laboratoires de recherche et de sociétés d'ingénierie et de conseil.

D'autres secteurs comme le transport, l'énergie, l'audit ou encore l'automobile constituent des terrains de stage fructueux pour nos étudiants.

### Des organismes d'accueil variés

69 % des stages ont été effectués dans des entreprises, 19 % dans des universités et laboratoires de recherche, 12 % dans le secteur public, associatif, culturel ou sportif.

Airbus Group, Safran, Thales, le CNES, l'ONERA, le groupe Dassault, le CNRS, Altran et Zodiac sont les principaux organismes d'accueil de nos étudiants et représentent 48 % des stages réalisés (dont 18,50 % pour AIRBUS Group).

Des établissements étrangers comme Rolls Royce, Swiss Space Systems, Elseco Limited, l'École polytechnique de Montréal et la NASA figurent dans la liste des principaux terrains d'accueil.



# LA PÉRENNISATION ET LE DÉVELOPPEMENT DES PARTENARIATS FORTS ET STRUCTURANTS

## Les chaires

Les relations étroites entretenues par l'ISAE-SUPAERO avec les entreprises s'illustrent également à travers le développement de conventions de mécénat. À ce jour, l'ISAE-SUPAERO a signé plus de 10 partenariats de mécénat et plusieurs programmes de soutien spécifique dans le domaine aéronautique et spatial mais aussi dans le secteur de l'innovation et de l'entrepreneuriat : Safran, Airbus Group, MBDA, AXA, Nuclétudes, Zodiac Aerospace, BNP Paribas, GIFAS et Thales Alenia Space.

En 2015, trois nouvelles conventions ont été signées. La première convention avec Thalès Alenia Space, a pour objectif de développer un cursus spatial à l'Instituto Tecnológico de Aeronautica (ITA) au Brésil, dans le cadre d'une chaire internationale d'enseignement sur les plateformes de petits satellites.

La deuxième convention, avec Thales Avionics, vise à développer une relation durable dans le domaine de l'«Architecture et Ingénierie des Systèmes Embarqués».

La dernière avec Dassault Aviation, dans le cadre d'une convention recherche et enseignement, porte sur l'architecture de systèmes aériens, focalisée sur les disciplines de neuro-ergonomie, les systèmes à forte autonomie et l'ingénierie système.

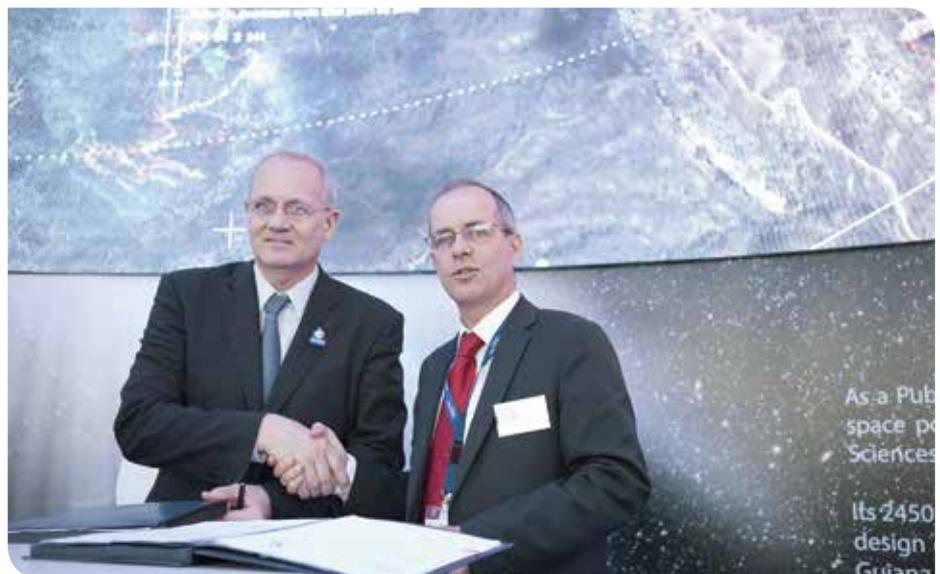
L'ISAE-SUPAERO pérennise ses relations de partenariat avec les entreprises en signant des accords-cadres de coopération particulièrement structurants tant pour l'Institut que pour l'entreprise. Ces accords recouvrent une diversité d'actions reflétant les stratégies propres à chaque entreprise tant sur le volet formation que sur le volet recherche.

Ces conventions reposent sur l'élaboration d'un plan prévisionnel d'actions et d'un pilotage resserré de sa mise en œuvre. Elles visent à renforcer l'implication des entreprises dans l'enseignement à l'ISAE-SUPAERO, ainsi que dans les projets de recherche et à améliorer l'insertion professionnelle des étudiants.

Trois nouveaux partenariats ont été signés en 2015 avec Liebherr, le CNES et la Cité de l'Espace.

Le soutien aux activités étudiantes, aux programmes sociaux, le financement de locaux ou d'équipements, le parrainage d'étudiants, de projets, d'options ou de cursus internationaux sont autant d'actions réalisées par les entreprises. L'ISAE-SUPAERO a à cœur de développer des actions spécifiques sur mesure pour ses partenaires privilégiés en instaurant des partenariats riches et diversifiés.

Le GIFAS apporte son soutien financier pour promouvoir un enseignement académique et professionnel de haut niveau en Europe dans le domaine des systèmes aérospatiaux à travers le financement de projets menés par le Groupe ISAE dans les domaines de la formation, de l'aide sociale aux étudiants et de la promotion des métiers auprès de jeunes scolaires et étudiants. Ce soutien a été renouvelé pour un an à la fin de l'année 2015.



Signature du partenariat ISAE-SUPAERO/CNES au salon du Bourget 2015



## RAYONNEMENT INTERNATIONAL

L'ambition de l'ISAE-SUPAERO est de demeurer un leader mondial de l'enseignement supérieur dans le domaine de l'ingénierie aérospatiale, et au-delà de la formation, de s'affirmer comme un pôle incontournable de référence dans le domaine de la recherche aéronautique et spatiale, en fondant son développement sur le triptyque «enseignement-recherche-innovation», tout en maintenant un lien fort avec l'industrie.

La politique internationale de l'ISAE-SUPAERO se décline en trois orientations majeures :

- former efficacement les étudiants de l'ISAE-SUPAERO à savoir travailler dans un environnement international et multiculturel ;
- attirer du monde entier les meilleurs étudiants intéressés par l'ingénierie aérospatiale dans l'ensemble des formations de l'ISAE-SUPAERO ;
- développer la reconnaissance internationale de notre recherche aérospatiale dans les axes prioritaires identifiés, notamment grâce à des collaborations internationales, et attirer les meilleurs étudiants, enseignants et chercheurs dans nos laboratoires.



# LES PRINCIPALES ACTIONS STRUCTURANTES INTERVENUES AU COURS DE 2015

## ACCORDS DE PARTENARIATS

➔ Signature de l'accord de partenariat avec Thales university sur la coopération en formation dans le cadre du développement international de Thales.

➔ Signature le 9 juillet 2015 d'un accord de double diplôme avec l'Instituto Tecnológico de Aeronautica (ITA, Brésil), qui est le 1<sup>er</sup> accord de double diplôme signé par l'ISAE-SUPAERO avec un établissement d'enseignement supérieur brésilien. Cette coopération académique avec le Brésil a été consolidée par la signature d'un 2<sup>e</sup> accord de double diplôme le 9 décembre 2015 avec l'Universidade Federal de Uberlandia (UFU).

➔ S'agissant de l'Europe, 3 accords de double diplôme ont été signés en 2015 avec l'Espagne, dans le cadre du réseau TIME (accords avec l'UPM-ETSIT, l'UPC-ETSEIAT, l'UPC-ETSETB) et 2 nouveaux accords de double diplôme T.I.M.E. ont été initiés avec l'Universidad de Sevilla (US-ETSI) et l'Universidad



Signature de l'accord de double diplôme entre l'ISAE-SUPAERO et l'ITA

Politecnica de Valencia (UPV-ETSID). Par ailleurs, l'accord multilatéral de double diplôme avec la Sapienza di Roma (membre du réseau Pegasus) a été renouvelé le 9 juillet 2015.

## DES ACTIONS SOUTENUES PAR LE GIFAS



Plusieurs actions ont été mises en place en 2015 grâce à un financement du GIFAS :

- un Club International a été créé à l'ISAE-SUPAERO avec pour objectif de mettre en place des actions qui permettent une meilleure intégration des étudiants internationaux sur le campus pour l'ensemble des formations de

l'Institut (activités d'intégration à la rentrée, cafés des langues, soirées internationales à thème, tandems d'étudiants, etc.) ;

- trois étudiants ont été recrutés pour des emplois saisonniers au mois de juillet et août afin de faciliter et d'améliorer l'accueil des étudiants internationaux qui arrivent à l'ISAE-SUPAERO fin août pour la rentrée.

## L'ISAE-SUPAERO PARTENAIRE DE LA TOUL'BOX



L'ISAE-SUPAERO a lancé en 2015, en partenariat avec l'Université Fédérale Toulouse Midi-Pyrénées, le package de services, appelé «Toul'Box ISAE-SUPAERO».

Il s'agit d'un nouveau dispositif pour aider les étudiants et chercheurs internationaux à anticiper et mieux préparer leur arrivée et installation à Toulouse.



## UN RÉSEAU DE PARTENAIRES UNIVERSITAIRES DE HAUT NIVEAU

L'ISAE-SUPAERO coopère avec de nombreux établissements d'enseignement supérieur prestigieux, tant en Europe qu'aux États-Unis ou au Canada. Membre actif des réseaux internationaux PEGASUS, TIME et AGUPP (Airbus Group University Partner Programme), l'ISAE-SUPAERO compte 90 accords de coopération académique et 80 universités partenaires.

Les accords signés permettent aux étudiants des cycles ingénieur d'effectuer un semestre ou une année de substitution dans un établissement étranger, mais également d'obtenir un double diplôme en effectuant une mobilité comprise entre douze et vingt-quatre mois à partir de la troisième année du cycle ingénieur.

De nombreux élèves effectuent également leur projet de fin d'études à l'étranger et débute ensuite leur carrière à l'international. En sus de leur diplôme SUPAERO ou ENSICA, ces étudiants reçoivent le PEGASUS Award, label de reconnaissance internationale délivré aux étudiants du réseau PEGASUS dès lors qu'ils ont démontré leur maîtrise d'au moins une langue étrangère européenne et passé cinq mois ou plus à l'étranger pendant leur cursus ingénieur.

Les étudiants en formation doctorale ont eux aussi la possibilité de faire une partie de leur thèse à l'étranger et d'obtenir le doctorat avec un label européen.

### Des accords de substitution et de double diplômes

En 2015, 122 élèves ingénieurs étaient à l'étranger dans le cadre d'un accord de substitution ou de double diplôme.

178 étudiants étrangers étaient présents au sein des cursus ingénieurs SUPAERO et ENSICA et ils sont au total 456 à être présents dans les différents cycles de formation, soit 29 % d'étudiants étrangers à l'ISAE-SUPAERO.

En 2015, l'ISAE-SUPAERO a fait porter ses efforts sur le développement et la consolidation de ses partenariats :

- en Europe : Espagne, Allemagne, Autriche, Hongrie, Pologne, Russie
- en Amérique Latine : Brésil, Argentine
- en Amérique du Nord : Canada, États-Unis
- en Asie : Japon, Inde, Singapour

## Des partenaires universitaires dans le monde entier

 Allemagne	TU München (TUM), Universität Stuttgart, TU Berlin (TUB), TU Braunschweig, TU Dresden, RWTH Aachen University	 États-Unis	Georgia Institute of Technology (Georgia Tech), University of Michigan, Ann Arbor (UM), California Institute of Technology (CalTech), University of Illinois at Urbana-Champaign (UIUC), Syracuse University New York, University of California, Berkeley (UC Berkeley)
 Argentine	Instituto Universitario Aeronautico de Cordoba (IUA), Universidad Nacional de Rio Cuarto (UNRC), Universidad Nacional de Cordoba (UNC), Facultad Regional Haedo de la Universidad Tecnologica Nacional (FRH-UTN), Universidad Nacional de la Plata (UNLP)	 Italie	Politecnico di Milano, Politecnico di Torino, Università degli Studi di Napoli Federico II, Università degli Studi di Roma «La Sapienza»
 Australie	Queensland University of Technology (QUT) Brisbane, The University of New South Wales (UNSW) Sidney	 Japon	University of Tokyo (Graduate School of Engineering), Kyushu Institute of Technology (Kyutech), Tohoku University
 Belgique	Université Catholique de Louvain (UCL) – Katholieke Universiteit Leuven (KU Leuven) Université Libre de Bruxelles (ULB), Université de Mons - Faculté Polytechnique de Mons, Université de Liège, Vrije Universiteit Brussel (VUB)	 Kazakhstan	Kazakh National Technical University (KazNTU)
 Brésil	Instituto Tecnológico de Aeronautica (ITA)-Sao José dos Campos, Universidade Federal de Itajuba (UNIFEI), Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG), Universidade Federal de Uberlandia (UFU)	 Mexique	Instituto Politecnico Nacional de Mexico (IPN) – Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica (ESIME)
 Canada	Bureau de coopération interuniversitaire (BCI, ex. CREPUQ), Polytechnique Montréal (PM), Université d'Ottawa, Université de Sherbrooke	 Norvège	Norwegian University of Science & Technology - Trondheim (NTNU)
 Chine	Beihang University (Beijing University of Aeronautics and Astronautics – BUAA), Nanjing University of Aeronautics and Astronautics (NUAA), Northwestern Polytechnical University Xi'an (NPU), Université de l'Aviation Civile de Chine (CAUC) & Sino-european Institute of Aeronautical Engineering (SIAE) Tianjin	 Pays-Bas	Delft University of Technology (TU Delft)
 Espagne	Universidad Politecnica de Madrid (UPM) – ETSIAE – ETSIT – ETSII – ETSIINF, Universidad Politecnica de Catalunya (UPC) – ETSEIB – ETSETB, ETSEIAT, Universitat Autònoma de Barcelona (UAB) Escola d'Enginyeria, Universidad de Sevilla – Escuela Técnica Superior de Ingenieros (ETSI Sevilla), Universidad del País Vasco – Escuela Superior de Ingenieros, Bilbao (ETSI Bilbao), Universidad Politecnica de Valencia – Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño (UPV-ETSID)	 Pologne	Warsaw University of Technology, Lublin University of Technology
		 Portugal	Universidade de Lisboa - Instituto Superior Técnico de Lisboa (IST)
		 Rép. Tchèque	Czech Technical University Prague
		 Roumanie	University Politehnica of Bucharest
		 Royaume-Uni	Cranfield University, Imperial College London, University of Bristol, University of Glasgow, University of Southampton
		 Russie	Moscow State Aviation Institute (MAI), Bauman Moscow State Technical University (BMSTU), Samara State Aerospace University (SSAU)
		 Suède	Royal Institute of Technology (KTH Stockholm), Lund University – Faculty of Engineering (LTH)
		 Suisse	École Polytechnique Fédérale de Lausanne (EPFL)



Étudiants américains du Summer Program au salon du Bourget 2015

# LES ÉCHANGES INTERNATIONAUX

## Les stages à l'étranger en 2015

Tous les stages prévus dans les cursus des étudiants de l'ISAE-SUPAERO (découverte de l'entreprise, stages d'été, stages longs, projets de fin d'études) peuvent être réalisés à l'étranger.

Au cours de l'année scolaire 2014-2015, 884 stages ont été réalisés par les étudiants de l'ISAE-SUPAERO, tous cursus confondus dont 232 stages effectués à l'étranger (+4 %). La répartition par continent s'effectue ainsi : 47 % en Europe, 25 % Amériques, 17 % en Asie et Océanie et 11 % en Afrique. Les États-Unis (21 %), l'Allemagne (13 %) et le Royaume-Uni (12 %) constituent le top 3 des destinations hors de France et totalisent 46 % des stages à l'étranger. Le Japon et le Maroc ont aussi été plébiscités par les étudiants avec chacun 6 % des destinations.

## Les projets de développement à l'international en 2016

En 2016, le développement de nouveaux programmes d'échanges est prévu en Asie, notamment avec l'Inde et Singapour. L'ISAE-SUPAERO envisage également de renforcer les liens de partenariat avec Georgia Tech aux États-Unis. L'effort de promotion à l'international de l'établissement sera intensifié, en particulier à destination des étudiants internationaux et des laboratoires universitaires étrangers.

## L'ISAE-SUPAERO A ACCUEILLI EN 2015 :

- son Excellence Arun Kumar Singh, ambassadeur de l'Inde en France, qui est venu à l'ISAE-SUPAERO dans le cadre du programme d'excellence MBDA/ISAE/Fondation – formations en master pour un groupe d'étudiants indiens le 18 mars ;
- son Excellence Theresa P. Lazaro, ambassadrice des Philippines en France, qui a visité l'ISAE-SUPAERO le 2 octobre ;
- le président du SIAE de Tianjin (Chine), Monsieur Dong Jiankang, le 27 novembre ;
- le professeur Sergey Serokhovostov du MIPT (Moscow Physics and Technology Institute) pour étudier les possibilités d'échanges d'étudiants (substitutions ou stages) le 16 avril ;
- une délégation de l'ITA (Brésil), composée des professeurs Anderson Ribeiro Correia (élu recteur de l'ITA en 2016), Marcelo José Santos de Lemos, et Flávio Luiz de Silva Bussamra, pour finaliser un accord de partenariat le 11 mai ;
- le professeur Barrera Sanchez de TEC Monterey (Mexique) le 19 juin ;
- le professeur Ta Toung Earn de l'Université de Singapour le 6 juillet ;
- le professeur Dimitri Mavris de GeorgiaTech (États-Unis) le 8 décembre.

## LES VISITES DE L'ISAE-SUPAERO À L'ÉTRANGER

### Allemagne

- Visite des universités de Dresden et Berlin
- Journées "Partner Days" TU de Munich
- Présentation de l'ISAE-SUPAERO à l'université de Stuttgart

### Espagne

- Participation à la réunion PEGASUS à Séville

### Autriche, Hongrie, Pologne

- Visite des universités de Vienne, Budapest et Varsovie

### Argentine

- Participation au Forum ARFITEC
- Visite à l'université Nationale et à l'Institut Universitaire Aéronautique à Cordoba

### Brésil

- Représentation ISAE-SUPAERO au forum Brafitec
- Visites d'universités

### Canada

- Visite à l'École polytechnique, Université Concordia, École de technologie supérieure à Montréal
- Participation aux 2 journées de promotion des universités françaises
- Présentation de l'offre masters à des étudiants

### Japon

- Mission TIME à Tokyo

### Russie

- Forum franco-russe en aéronautique et espace à Moscou
- Visites du Bauman Institute et du Moscow Institute of Physics and Technology (MIPT)







## BUDGETS DE FONCTIONNEMENT ET D'INVESTISSEMENT

### ZOOM SUR LES DÉPENSES DE FONCTIONNEMENT

Les dépenses de fonctionnement de la gestion 2015 atteignent 44,53 M€, dont 30,46 M€ au titre de la masse salariale des personnels permanents et des CDD sur conventions de recherche et de formation et 14,07 M€ au titre du fonctionnement courant et des redevances du partenariat publié privé résidences.

### ZOOM SUR LES DÉPENSES D'INVESTISSEMENT SCIENTIFIQUES ET TECHNIQUES

Les dépenses d'investissement 2015 représentent 5,36 M€, dont 3,53 M€ au titre d'opérations techniques et 1,82 M€ au titre d'équipements scientifiques. Les engagements correspondant à ces ensembles totalisent respectivement 4,18 M€ et 9,26 M€.

### ZOOM SUR CERTAINS INVESTISSEMENTS

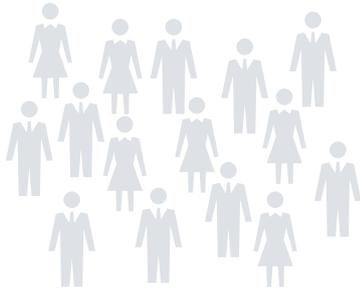
L'année 2015 se signale par l'engagement du marché de réalisation d'une soufflerie aérodynamique et aéroacoustique à double vocation, pédagogique et de recherche, pour un montant de 8,30 M€ financé sur les crédits ISAE-SUPAERO avec le soutien de l'Université fédérale de Toulouse-Midi-Pyrénées et les subventions du CPER. On peut également signaler l'acquisition auprès de l'UGAP d'un serveur de virtualisation et d'un serveur de calcul enseignement.

### LES RESSOURCES DE L'ISAE-SUPAERO

Au titre de l'année 2015, les ressources de l'ISAE-SUPAERO s'élèvent à 56,48 M€, dont 34,08 M€ au titre de la subvention annuelle du ministère de la Défense et 22,40 M€ de ressources propres.

### LA TAXE D'APPRENTISSAGE 2015

Suite aux nouvelles dispositions réglementaires applicables en 2015 à la taxe d'apprentissage, le versement annuel a connu une baisse importante de - 46%, soit 0,37 M€.



# RESSOURCES HUMAINES

## POURSUITE DES RECRUTEMENTS

En 2015, l'ISAE-SUPAERO comptait en moyenne 475 équivalents temps plein (hors vacataires d'enseignement) dont 395 équivalents temps plein (ETP) sous plafond d'emplois de la loi de finances, pour une masse salariale égale à 30 M€.

Budget ISAE	2014	2015
Masse salariale	29,2 M€	30 M€

En conformité avec le contrat d'objectifs et de performance 2012-2016, la priorité a été donnée aux effectifs du secteur enseignement et recherche qui représentaient, en 2015, 67% de l'effectif global de l'ISAE-SUPAERO.

La campagne de recrutement 2015 a porté sur un effectif de 76 ETP.

## L'ENSEIGNEMENT PAR DES PROFESSIONNELS DU SECTEUR AÉRONAUTIQUE ET SPATIAL SE POURSUIT EN 2015

En complément des cours dispensés par des personnels scientifiques permanents, l'enseignement à l'ISAE-SUPAERO est également assuré par des professionnels d'origines diverses : 80% de ces enseignants viennent du secteur privé, tandis que 20 % exercent leur activité principale dans le secteur public.

Cette spécificité propre à l'ISAE-SUPAERO permet aux élèves des différentes formations de l'Institut d'être pleinement en phase avec les dernières innovations technologiques et évolutions du monde industriel et économique.

## FORMATION PROFESSIONNELLE CONTINUE : UN EFFORT POURSUIVI EN 2015

Près de 165 k€ ont été consacrés à la formation professionnelle continue en 2015, hors participation de nos enseignants à des colloques et conférences.

Ces dépenses se sont réparties selon les priorités suivantes :

- la capitalisation de nos savoir-faire dans les domaines transverses (gestion des ressources humaines, achats, technologies de l'information et de la communication, logistique et sécurité, développement durable...) à hauteur de 41,3 % ;
- l'orientation stratégique en relation avec les activités d'enseignement et de recherche (développement des compétences scientifiques, conduite de projets, rayonnement international, langues étrangères) pour 46,4 % ;
- les formations HSCT et formations obligatoires pour 9,1 % ;
- les formations liées au développement personnel (examens, promotions sociales et statutaires) pour 3,2 %.



## UN CAMPUS REGROUPÉ ET RÉNOVÉ

### UN PROJET MENÉ DANS LE RESPECT DES DÉLAIS ET DES BUDGETS ALLOUÉS

Le projet intitulé «regroupement géographique de l'Institut» (projet RGI) a été lancé concrètement en 2009 avec un montage financier innovant intégrant un partenariat public-privé. L'enjeu était non seulement de regrouper sur un seul site les activités de formation et de recherche mais également toute la vie étudiante, y compris l'hébergement. Au final, le projet «RGI» aura recouvert de nombreuses opérations d'importance parmi lesquelles :

- la construction d'un nouveau bâtiment d'enseignement de 5200 m<sup>2</sup> ;
- la construction d'un Pôle mécanique de 8500 m<sup>2</sup> pour les activités de recherche et d'enseignement de deux départements, en zone Nord du campus ;
- la rénovation du pôle d'enseignement et de recherche «physique et systèmes» pour deux autres de nos départements, soit 7000 m<sup>2</sup>, pôle réceptionné à l'été 2015 ;
- la réhabilitation de trois résidences étudiantes, de l'ancien restaurant transformé en maison des élèves et la construction de trois nouvelles résidences, représentant au total un parc de 982 logements, qui offre aux étudiants l'opportunité d'évoluer au sein d'un campus attractif ;
- l'extension et la rénovation technique du restaurant, afin d'absorber l'augmentation des effectifs issue du regroupement géographique ;
- et enfin, le déménagement de 450 personnes et de près de 600 équipements scientifiques.



Au total, 20 000 m<sup>2</sup> de bâtiments ont été construits et 23 000 m<sup>2</sup> rénovés, pour un montant total avoisinant les 100 M€.

La surface totale construite du campus de Rangueil est passée de 50 000 m<sup>2</sup> à 70 000 m<sup>2</sup> avec une rationalisation des surfaces puisque en libérant le site de l'ENSICA à Toulouse-Jolimont, l'Institut a réduit globalement son empreinte immobilière totale de près de 20 000 m<sup>2</sup>.

Toutes ces opérations ont été menées dans le respect des budgets alloués et du calendrier fixé permettant la rentrée universitaire 2015-2016 dans de bonnes conditions sur un campus rénové.

### OBJECTIF CAMPUS 2020

D'autres grands travaux sont d'ores et déjà programmés pour une enveloppe budgétaire qui devrait s'élever à environ 40 M€.

Il s'agit de ;

- la mise en conformité incendie et accessibilité des bâtiments «Clément Ader et administration» en 2016-2017 ;
- la construction d'une soufflerie aérodynamique et aéroacoustique, dite SAA, qui sera réceptionnée en 2017. Cet équipement figurera parmi les trois premières souffleries de ce type au niveau mondial ;
- l'implantation du centre d'excellence en «neuroergonomie» dédié à l'étude des facteurs humains en milieu aérospatial, dont la livraison est prévue en 2017 ;
- la construction d'un nouveau poste de garde et la réfection de l'entrée du campus qui devraient être réceptionnés en 2017 ;

- la réhabilitation lourde du bâtiment «enseignement», dont les études de programmation sont prévues courant 2016 ;
- la construction d'un «learning center» de 2500 m<sup>2</sup>, novateur tant dans ses espaces collaboratifs que dans son équipement «informatique et médias» et dont la livraison est prévue pour 2018-2019 ;
- la remise à hauteur des voiries et réseaux divers en 2019-2020 pour parachever et harmoniser les circulations, les parkings et les espaces verts du campus en privilégiant les modes de déplacement doux, tout en sécurisant le site par une modernisation des portails d'entrée.

Le «campus 2020» aura alors atteint un niveau permettant d'offrir aux étudiants de l'ISAE-SUPAERO un ensemble immobilier et des équipements à la hauteur des ambitions de l'Institut et répondant aux meilleurs critères d'accueil internationaux.



# LES SYSTÈMES D'INFORMATION

## LE NUMÉRIQUE AU SERVICE DE L'INNOVATION PÉDAGOGIQUE

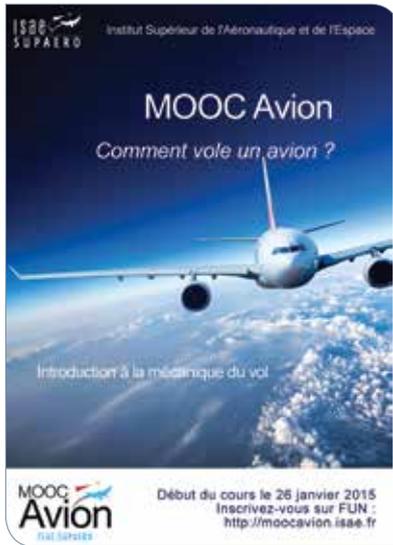
Le numérique révolutionne la façon de travailler, de collaborer, de communiquer. Il transforme nécessairement en profondeur la manière d'enseigner. L'ISAE-SUPAERO accorde une place importante à l'innovation pédagogique pour l'ensemble des formations proposées. Dans ce contexte, le numérique constitue une opportunité permettant de diversifier les méthodes d'apprentissage utilisées dans les différentes formations ainsi que de former les étudiants à un usage professionnel de ces outils.

L'essor des MOOC (Massive Online Open Course) au sein de l'établissement redessine peu à peu l'accès à la connaissance aéronautique et spatiale, pour qu'au-delà de nos propres étudiants, les salariés, les futurs étudiants et tous les passionnés d'aéronautique et d'espace puissent bénéficier du savoir-faire et de l'expertise de l'ISAE-SUPAERO.

Le numérique accompagne également la formation en présentiel avec le déploiement de technologies ciblées, au sein des lieux mêmes d'enseignement : de nombreuses actions sont menées pour améliorer les capacités audiovisuelles et numériques des

amphithéâtres ou développer des salles de formation adaptées aux pédagogies actives et de groupes dans le cadre du projet ANR d'Initiative d'Excellence en Formations Innovantes «Défis Diversités».

Un dispositif centralisé sur la plateforme pédagogique de l'ISAE-SUPAERO permet également pour l'ensemble des amphithéâtres et salles de cours équipées de WiFi, d'utiliser les smartphones, tablettes ou PC portables des étudiants pour développer des enseignements interactifs. Ce mode d'enseignement consiste à créer, durant les cours, des temps de débats et d'échanges entre les étudiants et l'enseignant, afin d'améliorer chez les élèves la compréhension du contenu du cours et de permettre à l'enseignant de mieux apprécier leurs difficultés. Ces actions sont accompagnées par la mise en place de formations et de rendez-vous informels liés à l'innovation pédagogique. Le soutien scientifique aux enseignements n'est pas non plus oublié avec notamment l'acquisition, grâce au soutien du GIFAS, d'un ordinateur haute performance dédié aux étudiants.



### Le MOOC Avion

Pour son premier MOOC, l'ISAE-SUPAERO a décidé de poser la question simple et universelle : «Comment vole un avion ?» et d'y répondre par le «MOOC-Avion : introduction à la mécanique du vol», en s'appuyant sur des cours en vidéo, des mises en situation réelles d'avion en vol, des expériences en simulateur de vol, tout en essayant de se limiter à un formalisme mathématique accessible à un élève de terminale scientifique. La première édition de ce MOOC a attiré plus de 5000 inscrits.

## DES PERSPECTIVES DE DÉVELOPPEMENT SOUTENUES PAR NOS PARTENAIRES

Les premiers succès du MOOC Avion, en ce qui concerne l'enseignement à distance, nous engageant en premier lieu à renouveler l'expérience dans le cadre d'une seconde session qui aura lieu à partir de mars 2016. D'autres MOOC sur les secteurs clés de l'activité ISAE-SUPAERO et dans un contexte international sont en cours de développement.

Par ailleurs, des études ou expériences d'enseignement à distance auront lieu dans le cadre de la formation initiale ou continue.

Pour l'enseignement en présentiel, l'ISAE-SUPAERO s'oriente vers l'augmentation du nombre de salles pédagogiques spécialisées permettant aux enseignants un choix du lieu et des outils adaptés aux besoins spécifiques de chaque cours.

Le développement des partenariats ISAE-SUPAERO nous aidera à mener à bien ces projets à forte valeur ajoutée. Le succès de telles actions passe notamment par une amélioration et un développement continu d'infrastructures techniques sûres et sécurisées, et des systèmes d'information fiables et adaptés aux secteurs d'activités de l'ISAE-SUPAERO, y compris sur des domaines transverses tels que des outils collaboratifs à distance.

Enfin, un support technique et une assistance fonctionnelle très à l'écoute restent indispensables à l'accompagnement des utilisateurs.



# QUALITÉ SÉCURITÉ ENVIRONNEMENT

## CERTIFICATION ISO



La nouvelle version de la norme ISO 9001 a été publiée au mois de septembre. Si les fondamentaux ne changent pas, elle s'oriente vers une approche maîtrise des risques. L'équipe qualité de l'ISAE-SUPAERO a d'ores et déjà suivi les formations

nécessaires pour appréhender cette nouvelle version.

Le troisième cycle de certification a débuté en janvier 2016 par un audit de renouvellement selon la version 2008 de la norme, l'ISAE-SUPAERO prévoyant de basculer sur la version 2015 dès le premier audit de suivi en 2017.

## «PLAN VERT»

Depuis la loi dite «Grenelle» du 3 août 2009, les établissements d'enseignement supérieur doivent mettre en œuvre une démarche «plan vert» qui est en fait une approche développement durable et responsabilité sociétale. Cette exigence est intégrée dans le référentiel de la commission des titres d'ingénieur (CTI). L'équipe qualité

de l'ISAE-SUPAERO a réalisé un état des lieux et implémenté une plateforme dédiée (EVADDES), mise à disposition par la Conférence des grandes écoles (CGE).

La prochaine étape est la définition des orientations en termes de développement durable et de responsabilité sociétale ainsi que des objectifs qui en découlent.

## PRÉVENTION INCENDIE

Conformément à l'article MS47 de l'arrêté du 20 novembre 2000 applicable à l'Institut concernant la sécurité incendie, l'ISAE-SUPAERO a désigné et formé les

personnes chargées de diriger l'évacuation des personnels et du public en cas d'alerte incendie.

## PRÉVENTION ROUTIÈRE

La cellule Hygiène et sécurité du travail (HST) de l'ISAE-SUPAERO a organisé et animé la troisième édition des journées «prévention routière». Cette journée est principalement destinée à la sensibilisation

des étudiants aux risques notamment liés à la consommation d'alcool et de stupéfiants. Les personnels de l'ISAE-SUPAERO y participent également.





## COMMUNICATION

### PROMOTION DES FORMATIONS INGÉNIEURS : PARTICIPATION AUX PRINCIPAUX SALONS ÉTUDIANTS

L'ISAE-SUPAERO est présent comme chaque année sur les principaux salons étudiants comme InfoSup en novembre (Toulouse) et celui de L'Étudiant-Grandes Écoles en décembre (Paris Porte de Champerret) pour la promotion des cursus ingénieurs et des mastères spécialisés.

En tant qu'École d'application de l'École Polytechnique, l'ISAE-SUPAERO assure la promotion de la formation ingénieurs SUPAERO dans le cadre du Forum de l'«X» organisé traditionnellement à l'automne.

En 2015, l'ISAE-SUPAERO comme toutes les autres écoles du Groupe ISAE (ISAE-ENSMA ; ESTACA ; École de l'Air) était présent sur le forum «emploi – formation» organisé par le GIFAS dans le cadre du salon du Bourget.



### CÉRÉMONIES DE REMISES DE DIPLÔMES ET DE PRIX



Chaque année, l'ISAE-SUPAERO honore ses diplômés à l'occasion de cérémonies officielles de remise de diplômes d'ingénieurs (SUPAERO, ENSICA, CNAM-ISAE), mastères spécialisés et de doctorat.

Certains de ces diplômés sont doublement honorés lors d'une soirée de gala de remise des prix organisée en fin d'année sur le campus SUPAERO. Cette soirée réunit les lauréats accompagnés de leur famille ainsi qu'un parterre d'invités industriels et institutionnels. En 2015, quelque 25 diplômés ont été récompensés par l'ISAE-SUPAERO et ses partenaires (ONERA, 3AF, SAE, URISMIP, Amicale des anciens élèves, Fondation ISAE-SUPAERO), les uns pour leur investissement dans la vie de l'Institut ou de leur formation, les autres pour l'excellence de leur parcours académique ou encore pour la qualité de leur travaux de recherche.

### POINT PRESSE RÉGIONAL SUR LA SIGNATURE DU GIS MICRODRONES LE 19 NOVEMBRE 2015

À l'occasion de la signature du groupement d'intérêt scientifique (GIS) sur les micro-drones, un point presse régional a été organisé le 19 novembre 2015 sur le campus de l'ISAE-SUPAERO en présence de tous les membres du GIS : l'ISAE-SUPAERO, l'ENAC, l'ONERA,

le CNRS, l'INPT, l'Université Toulouse 3 Paul Sabatier, l'Université Toulouse 2 Jean Jaurès, l'INRAP et METEO France. Ce point presse a permis de faire découvrir aux journalistes la toute nouvelle plateforme pour systèmes autonomes de l'ISAE-SUPAERO.

## VOYAGE DE PRESSE NATIONAL SUR LA THÉMATIQUE «FACTEURS HUMAINS ET NEURO-ERGONOMIE POUR LA SÉCURITÉ AÉRIENNE»

Ce voyage de presse, organisé le 12 mars 2015 dans le cadre du lancement de la chaire AXA – ISAE «Facteurs humains et Neuro-ergonomie pour la sécurité aérienne», a été l'occasion pour les journalistes de découvrir les techniques de neuro-imagerie, de traitement du signal et de l'intelligence artificielle dans les laboratoires de l'ISAE-SUPAERO. Parmi les médias nationaux présents, on peut citer : TF1, France 2, les Échos, La Tribune, RFI, AFP, L'Usine Nouvelle, La Recherche, Sciences et Vie...



## «RETOUR VERS LE FUTUR» : UN CAMPUS ENSICA À LA FÊTE



Le samedi 27 juin 2015 restera sans aucun doute dans les annales de l'Institut et encore plus dans la communauté des «ENSICA». Plus de 1500 personnes, élèves, anciens élèves, personnels et retraités avec leurs familles et enfants se sont retrouvés une toute dernière fois

sur le campus ENSICA dans une ambiance empreinte de convivialité, de partage et d'émotion. Le succès de cette manifestation est à mettre au crédit des quelque 25 élèves et anciens élèves ingénieurs ENSICA du comité d'organisation et de la mobilisation de 250 bénévoles.

## ISAE-TOUR – UNE JOURNÉE CONVIVIALE ET DE DÉCOUVERTE POUR TOUS LES PERSONNELS DE L'INSTITUT



À l'occasion du regroupement géographique de l'Institut, une journée de découverte du campus SUPAERO a été organisée le 10 septembre 2015 pour

l'ensemble des personnels. Baptisée ISAE-Tour, cette journée de cohésion interne a permis à chacun, personnels administratifs, personnels techniques et professeurs de présenter et d'échanger sur leurs activités et leurs pratiques professionnelles.



## L'OUVERTURE SOCIALE ÉTUDIANTE : OSE L'ISAE

Lancé en 2006, labellisé en 2009 Cordée de la Réussite, le projet d'ouverture sociale étudiante «OSE l'ISAE-SUPAERO» a pour objectif de promouvoir l'égalité des chances dans l'accès aux études supérieures.

## OSE L'ISAE-SUPAERO, UNE ÉQUIPE SOUDÉE ET MOTIVÉE

- 100 élèves ingénieurs qui s'impliquent bénévolement pour le tutorat et les autres actions menées ;
- 50 enseignants-chercheurs et techniciens qui déploient leur savoir-faire pédagogique pour accueillir des visites, encadrer des projets, des stages... ;
- Une équipe permanente qui favorise, organise et encadre les actions.

## OSE L'ISAE-SUPAERO, UN PROGRAMME AU SERVICE :

- de la diversité et l'égalité des chances avec la mise en place d'un encadrement spécifique vers les populations défavorisées issues de quartiers inscrits en Politique de la ville ;
- de l'égalité hommes-femmes dans l'accès aux études supérieures, et plus particulièrement dans les carrières scientifiques et techniques ;
- d'une meilleure intégration dans les cursus de formation des élèves en situation de handicap ;
- des élèves scolarisés dans les territoires ruraux avec la volonté d'informer et d'accompagner tous les milieux pour une meilleure réussite scolaire.

## OSE L'ISAE-SUPAERO, UN ENGAGEMENT POUR :

- le tutorat de lycéens avec deux heures hebdomadaires de soutien scolaire et d'échange en individuel ou collectif avec nos élèves ingénieurs ;
- l'animation d'ateliers scientifiques et techniques collectifs dans les collèges ;
- des visites de l'ISAE-SUPAERO ou d'entreprises pour une meilleure connaissance de l'enseignement supérieur et de l'environnement professionnel ;
- des stages (collégiens valides et en situation de handicap) avec immersion dans les départements de recherche de l'ISAE-SUPAERO pendant une semaine de découverte ;
- des rencontres et des rendez-vous réguliers :
  - > les Entretiens de l'Excellence (rencontre avec des professionnels de haut niveau issus de la diversité avec échange sur les parcours de formation et les trajectoires professionnelles dans une dizaine de secteurs d'activités),
  - > la journée de partage et d'échanges à l'ISAE-SUPAERO avec les parrains de OSE l'ISAE-SUPAERO (Thomas Pesquet, spationaute, SUPAERO 2001 – Sophie Adenot, pilote d'hélicoptère militaire, SUPAERO 2004 – Vincent Lecrubier, enseignant chercheur et sportif de haut niveau sélectionné aux JO de Pékin, SUPAERO 2011 – Matthieu Ponin-Ballom pilote de chasse, SUPAERO 2015),
  - > les actions d'information-orientation dans les établissements d'enseignement secondaire où sont présentées les différentes possibilités offertes par l'enseignement supérieur et le monde de l'entreprise.

## OSE L'ISAE-SUPAERO, DES ACTIONS CONCRÈTES :

- La journée «baptême de l'Air» ou comment le rêve devient réalité ;
- Les journées consacrées à des visites en entreprises afin de présenter la réalité du travail ;
- Des projets étudiants qui servent de support à l'approche scientifique et technique ainsi qu'à l'ouverture d'esprit («ECO Marathon Shell» : projet automobile – «4L trophy » : projet humanitaire– HandiFly & Rêv'ailes» : projets pour élèves en situation de handicap – Hôpital des enfants : création d'outils pédagogiques numériques facilitant les apprentissages pour les enfants malades pendant leur séjour en hôpital).

## OSE L'ISAE-SUPAERO, UN PROGRAMME QUI CONCERNE EN UN AN :

- 10 collèges et 10 lycées partenaires ;
- Plus de 1 500 lycéens et 1 000 collégiens rencontrés ;
- 100 élèves ingénieurs investis bénévolement dont 80 comme tuteurs ;
- 80 lycéens (seconde, première, terminale) accompagnés en soutien scolaire, dont 14 en situation de handicap ;
- 156 collégiens (en troisième) investis dans des ateliers scientifiques et techniques, dont 46 en situation de handicap ;
- 10 étudiants aidés dans l'enseignement supérieur (projets TIPE) ;
- 3 500 heures d'encadrement (tutorat) dont 500 heures à destination d'élèves en situation de handicap ;
- 50 journées de visites dont 30 au sein de l'ISAE-SUPAERO.

## OSE L'ISAE-SUPAERO, DE NOUVEAUX PROJETS :

- Étendre les actions favorisant l'accès au savoir pour les enfants hospitalisés en longue durée à l'hôpital de Toulouse Purpan et/ou suivis en instituts médico-éducatifs ;
- Suivre les élèves tuteurs une fois qu'ils se sont lancés sur la voie de l'enseignement supérieur, avec l'association «Passerport avenir» ;
- Développer des actions en direction des élèves issus de bac pro et bac techno ;
- Renforcer l'utilisation du e-learning (accès aux informations et aux aides en tous points et tous lieux) et la communication à distance (tutorat par visioconférence), notamment afin de compenser l'éloignement des élèves scolarisés en zones rurales ;
- Sensibiliser les jeunes filles aux études scientifiques et au métier d'ingénieur par une mobilisation d'étudiantes et de professionnelles dans un programme dédié d'actions communes.

## LES PARTENAIRES



Créée en 2008, la Fondation ISAE-SUPAERO a pour mission principale d'accompagner le développement de l'ISAE-SUPAERO en soutenant le rayonnement de l'ISAE-SUPAERO au plan national et international, en favorisant la mise en place de projets pédagogiques innovants au sein de l'Institut, en aidant l'ISAE-SUPAERO à s'investir dans des technologies aéronautiques et spatiales innovantes dans une perspective de développement durable, en encourageant l'ouverture sociale ainsi que les carrières scientifiques auprès des jeunes et en favorisant l'éclosion, dans l'orbite de l'ISAE-SUPAERO, de jeunes entreprises créatrices.

Elle finance ses actions sur la base des produits financiers de sa dotation initiale (1 million d'euros) apportée par les 4 membres fondateurs (SAE, ISAE-SUPAERO, Amicale ISAE-SUPAERO-ENSICA et ONERA) et de soutiens financiers complémentaires apportés par des donateurs. Reconnue d'utilité publique, elle est habilitée à émettre des reçus pour déduction fiscale au titre du mécénat.

Depuis le début de sa première campagne de collecte de fonds en 2011, la Fondation a financé de nombreuses actions et collecté près de 12,3 M€ de dons et promesses de dons auprès d'une communauté de plus de 600 entreprises et particuliers (alumni, parents d'élèves, étudiants et passionnés du secteur aérospatial).

## LES PRINCIPALES ACTIONS FINANCÉES EN 2015

Près de 168 k€ ont été consacrés au financement d'actions générales, avec notamment :

- 19 bourses de mobilité pour des étudiants de l'Institut et l'accueil d'étudiants étrangers,
- 7 bourses de mobilité pour des professeurs de l'Institut et l'accueil de professeurs étrangers,
- 6 prix de thèses,
- des projets étudiants (AirExpo, Micro-drones, projet SCALAR, Soyouz Cansat),
- les actions de tutorat du programme d'ouverture sociale «OSE l'ISAE»,
- 1 projet entrepreneurial.

Près de 2,4 M€ ont été redistribués au titre des chaires et programmes.

### Financement de chaires

**Poursuite du financement des chaires en cours grâce au soutien financier des partenaires :**

- Chaire AIRBUS ISAE CEDAR «Chair for Eco-design of Aircrafts»
- Chaire SAFRAN-ISAE-HEC «Management de projets innovants»

- Chaire Nuclétudes-ISAE «Impact de l'environnement radiatif sur la conception des systèmes spatiaux»
- Chaire AXA-ISAE «Human factors and neuro-ergonomics for flight safety»

### Soutien à la création de nouvelles chaires et de programmes spécifiques

- Chaire ITE-X-ISAE «Innovation Technologique et Entrepreneuriat» avec le soutien de Zodiac Aerospace et BNP Paribas
- Chaire ISAE-TAS-ITA «Chaire internationale d'enseignement sur les plateformes de petits satellites»
- Chaire ARISE-THALES AVIONICS «Architecture et Ingénierie des Systèmes Embarqués»

### Soutien à la mise en œuvre de programmes spécifiques

#### Soutien du GIFAS au Groupe ISAE

D'un montant de 1,5 millions d'euros, ce programme, décidé en 2014, a été consacré en 2015 au financement de projets menés par le Groupe ISAE dans les domaines de la formation, de l'aide sociale

aux étudiants et de la promotion des métiers auprès de jeunes scolaires et étudiants et de soutien du projet d'ouverture sociale OSE l'ISAE.

### **Poursuite du programme MBDA**

Le programme d'excellence MBDA pour l'Inde à l'ISAE-SUPAERO s'est poursuivi et un premier boursier indonésien du

programme d'excellence MBDA pour l'Indonésie a été accueilli à l'ISAE-SUPAERO.

### **Mécénat de compétences Accenture**

Le programme en mécénat de compétences d'Accenture a été mis en œuvre pour soutenir le projet de création d'un «Learning Centre» au sein du campus.

## **LES DONNÉS ET PROMESSES DE DONNÉS**

### **Nouveaux dons et nouvelles promesses de dons enregistrés en 2015**

- De la part d'une vingtaine d'entreprises et institutions : plus de 4,5 M€
- De la part de près de 300 particuliers : plus de 156 k€

### **Les nouvelles institutions mécènes au titre de 2015**

Les nouveaux mécènes : BNP Paribas, Dassault Aviation, Thales Alenia Space, Thales Avionics.

Mécènes dont le soutien se poursuit : Accenture, AIRBUS, Fonds AXA pour la Recherche, GIFAS, MBDA, Nuclétudes, SAFRAN, Zodiac Aerospace

### **La campagne «Donnons des ailes à leur passion» : perspectives à l'horizon 2018**

Le 13 janvier 2016, l'Institut et sa Fondation ont annoncé devant la presse, et en présence de nombreux industriels du secteur aérospatial, le lancement officiel de la première campagne de collecte de fonds. L'objectif de cette campagne est ambitieux : lever 40 millions d'euros à l'horizon 2018 afin de mener l'Institut au plus haut rang mondial dans le domaine de l'aéronautique et de l'espace.

Afin de s'inscrire en cohérence avec les missions de l'école, la campagne est articulée autour de 5 axes de développement stratégique :

- Soutenir la recherche et l'enseignement
- Conjuguer excellence et pédagogie innovante
- Renforcer l'attractivité et le rayonnement international de l'école
- Encourager l'entrepreneuriat
- Promouvoir la diversité et l'ouverture sociale



De gauche à droite : Jean-Paul Herteman, Jean-François Clervoy, Olivier Lesbre, Olivier Zarruati



# L'AMICALE ISAE-SUPAERO-ENSICA

## L'ORGANISATION DE L'AMICALE

- ⇒ Près de 21 000 diplômés dont 16 000 en activité
- ⇒ Des clubs actifs
  - ISAE Executive Club,
  - Club Histoire & Mémoire
  - Club ISAE-SUPAERO au féminin
- ⇒ Des commissions dynamiques
  - Commission Jeunes Diplômés (CJD)
  - Commission Promotion Image (CPI)
  - Commission Relations Institut et Organisations Professionnelles (CREOP)
  - Commission Carrières (CC)
  - Commission Amitié Solidarité (CAS)

## L'ANIMATION DU RÉSEAU DES ANCIENS ÉLÈVES

### Les temps forts

- ⇒ L'assemblée générale en juin
- ⇒ 10 dîners-débats ou conférences cocktails
- ⇒ 7 visites culturelles ou techniques
- ⇒ 4 animations en entreprises pour présenter les activités de l'Amicale et de la Fondation
- ⇒ 5 manifestations carrières
- ⇒ 5 «afterworks» jeunes diplômés
- ⇒ 3 dîners ISAE Executive Club
- ⇒ 2 voyages à l'étranger (Les Balkans, 7 jours ; L'Irlande, 7 jours)

- ⇒ Plus de 1.500 offres d'emploi, et un accès pour ses membres à la plateforme «WATs4U»
- ⇒ Des dizaines d'entretiens carrière

### Les publications et vecteurs de communication

- ⇒ Édition d'un annuaire des anciens élèves
- ⇒ 5 bulletins d'information trimestriels de l'Amicale (ISAEdre), dont 1 hors série (salon du Bourget)
- ⇒ Un site internet dynamique
- ⇒ Une présence active sur les réseaux sociaux, en particulier Facebook et LinkedIn

## L'AMICALE AU CŒUR DE LA VIE DE L'ISAE-SUPAERO



Remise de prix à des diplômés ingénieurs et de Mastères Spécialisés® particulièrement méritants

### Des relations régulières et suivies avec l'ISAE-SUPAERO

- ⇒ Participation aux Instances officielles de l'ISAE-SUPAERO (Conseil d'Administration, Conseil de la

formation et de la recherche, jurys...)

- ⇒ Soutien pour la promotion de la formation ingénieur SUPAERO auprès des élèves polytechniciens
- ⇒ 1 afterwork de bienvenue à Toulouse pour les nouvelles promotions
- ⇒ Organisation de 3 dîners thématiques étudiants-alumni sur des thèmes choisis par les étudiants
- ⇒ Présentation de l'ISAE-SUPAERO auprès des élèves de classes préparatoires scientifiques (20 lycées)
- ⇒ Organisation d'une journée «Métiers» auprès des étudiants de l'ISAE-SUPAERO
- ⇒ Présentation de l'Amicale lors des chaînes de rentrée de l'Institut (septembre)
- ⇒ Participation aux cérémonies de remise des diplômes et des prix de l'Institut
- ⇒ Parrainage des promotions

### Des soutiens financiers à des élèves en difficulté

- ⇒ Prêts d'honneurs aux élèves (8300 € de prêts accordés)

## LES RELATIONS AVEC LA FONDATION

- ⇒ Présence du personnel permanent de la Fondation sur le campus SUPAERO à l'écoute des étudiants au titre de la Fondation et de l'Amicale.
- ⇒ Soutien mutuel et mise en place d'actions communes pour dynamiser le réseau des alumni.



## SALON DU BOURGET 2015

Lors du Salon du Bourget 2015, et pour la première fois, les directeurs des écoles du Groupe ISAE (ISAE-SUPAERO, ISAE-ENSMA, ESTACA, École de l'Air) se sont réunis avec le soutien du GIFAS, pour évoquer les grands enjeux de la formation des ingénieurs en aéronautique et spatial de demain.

Pas moins de 11 journalistes de la presse généraliste et spécialisée étaient présents lors du point presse, 12 articles dédiés ont été publiés : de très bons résultats pour une première opération commune de communication, avec des retombées dans des médias cœur de cible à forte audience.

## LA RECHERCHE



Le 2<sup>e</sup> séminaire recherche s'est tenu sur le campus de l'ISAE SUPAERO

Les chercheurs des quatre écoles ont également tissé des liens étroits dans le but de lancer des projets de recherche communs dans les domaines de la mécanique, l'aérodynamique ou la dynamique du vol. Des pistes de recherche exploratoires sont à l'étude notamment sur les matériaux et structures composites, l'aéroélasticité des ailes de grande envergure ou encore la propulsion-combustion.

Le 3<sup>e</sup> séminaire recherche se tiendra à l'École de l'Air le 31 mars prochain sous forme d'ateliers thématiques et d'exposés.

## SEMAINE DE MOBILITÉ

Du 30 mars au 3 avril 2015, les étudiants de chaque école du Groupe ont suivi des modules d'enseignement mis en place au sein de toutes les formations. Les thèmes proposés à ces étudiants

étaient très variés : commandes de vol et navigation, sociologie de la défense, écoconception et énergie renouvelable, approche système de l'automobile, technologie spatiale...

## SÉMINAIRE ESPACE

150 étudiants de 2<sup>e</sup> année des écoles du Groupe ISAE ont participé du 30 mars au 2 avril à Toulouse

au séminaire «Espace, entre volonté stratégique et réalités économiques».



**[www.univ-toulouse.fr](http://www.univ-toulouse.fr)**

Courriel :  
[isae@isae.fr](mailto:isae@isae.fr)

Adresse postale :  
ISAE-SUPAERO 10, avenue Édouard Belin  
BP 54032 - 31055 Toulouse CEDEX 4 - France

Tél. : 33 (0)5 61 33 80 80

Site internet : [www.isae-supaero.fr](http://www.isae-supaero.fr)



Crédits photos : ISAE, ISAE/[www.jpgphotographie.com](http://www.jpgphotographie.com), ISAE/Aude Lemarchand, AIRBUS, ESA

Rédaction et conception : ISAE-SUPAERO

Impression : imprimerie Champagnac

Document non contractuel

Avril 2016