



DOSSIER DE PRESSE

INAUGURATION DE LA PLATEFORME STIMPACT, simulation et essais d'impacts sur matériaux structuraux pour l'aéronautique et les transports

#stimpact

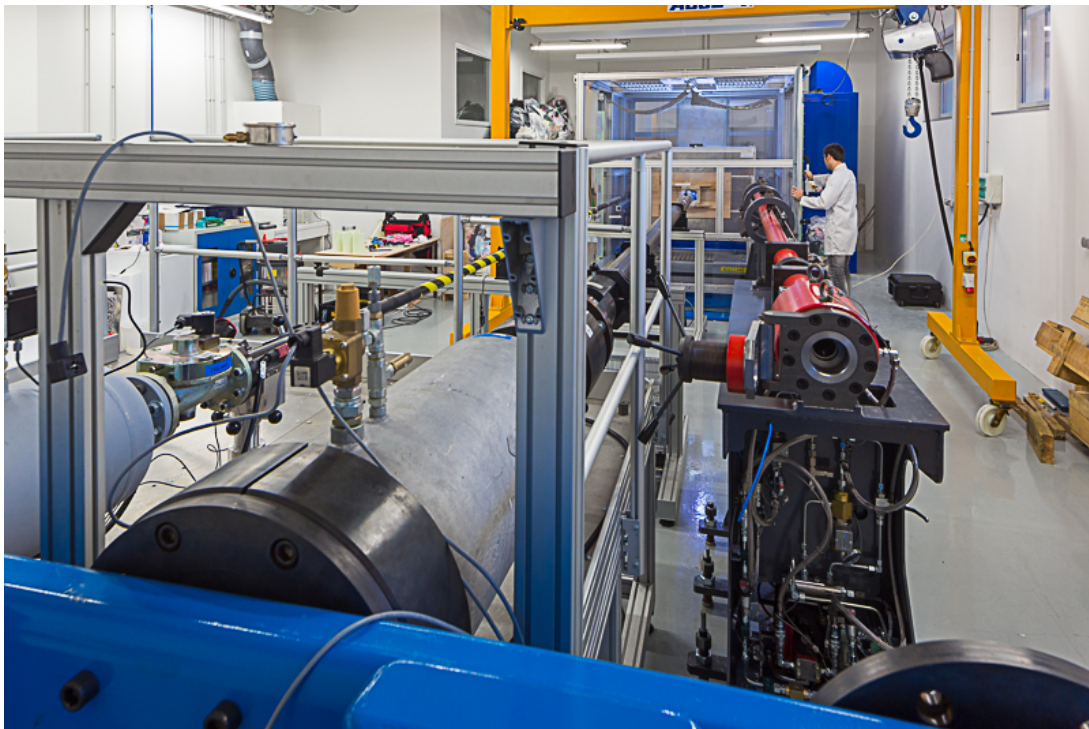


Photo Patrick Dumas pour IRT Saint Exupéry.

16 Mars 2017

Sommaire

Communiqué : Inauguration de la plateforme STIMPACT, simulation et essais d’impacts sur matériaux structuraux pour l’aéronautique et les transports	3
VERBATIMS	4
LES IMPACTS EN VOL : UN RISQUE RÉEL	5
FICHE TECHNOLOGIQUE DE LA PLATEFORME STIMPACT	6
A l’origine de la plateforme : le fruit de 20 ans de recherche et de coopération	8
PROGRAMMES DE RECHERCHE ENGAGÉS	9
• Institut Clément Ader : l’impact des matériaux structuraux, des moyens et des compétences acquis depuis 20 ans.....	9
• Airbus : de nouvelles perspectives pour l’évaluation expérimentale	11
• IRT Saint Exupéry : implication dans le projet Samba porté par STELIA Aerospace	13
Fiche projet FUI Samba.....	14
CHIFFRES CLÉS	16
• Le point éco	16
• Le point RH	16
• Le point recherche.....	16
POUR ALLER PLUS LOIN	17
• Exemples de projets de recherches.....	17
• Quelques exemples de thèses.....	17
• Quelques articles scientifiques parmi les plus cités	17
LES PARTENAIRES	18

Communiqué : Inauguration de la plateforme STIMPACT, simulation et essais d'impacts sur matériaux structuraux pour l'aéronautique et les transports

Face aux risques d'impacts que peut rencontrer un avion ou un hélicoptère et dans un cadre réglementaire exigeant, les avionneurs proposent de nouvelles conceptions adaptées et utilisent des matériaux plus résistants. L'Institut Clément Ader¹ (ICA) au travers de deux de ses tutelles ISAE-SUPAERO et Université Toulouse III - Paul Sabatier, Airbus et l'IRT Saint Exupéry ont décidé de mutualiser leurs équipements et leurs expertises sur l'innovation campus de Toulouse Aerospace pour créer la plateforme STIMPACT, essais et simulation d'impacts à haute vitesse, qui permettra de traiter l'ensemble des cas d'impacts pour l'aéronautique.

➤ **Une organisation mutualisée**

La plateforme STIMPACT, de niveau européen, permet aujourd'hui à l'industrie aéronautique de bénéficier d'un nouveau moyen pour faire émerger des solutions technologiques de matériaux et structures plus légères, plus sûres et moins coûteuses.

S'appuyant sur le terreau des recherches de l'ICA et d'Airbus menées depuis 20 ans, à l'écoute des besoins accrus d'industriels comme STELIA Aerospace, l'IRT Saint Exupéry s'est associé au projet Samba. Grâce à son modèle collaboratif reposant sur un partenariat public-privé, l'IRT Saint Exupéry a permis d'accélérer la mise en place de la plateforme et la formalisation du partenariat, jouant pleinement son rôle de catalyseur pour un transfert de technologie renforcé.

➤ **Un concentré de technologie**

Composée de trois canons de diamètres 40, 60 et 120 mm, la plateforme STIMPACT peut simuler expérimentalement tous les types d'impacts rencontrés en aéronautique, sur des éprouvettes de différentes tailles, jusqu'à des éléments de structure représentatifs de l'échelle réelle.

La plateforme STIMPACT permet aussi d'effectuer des simulations et des essais avancés grâce des prises de vues par caméras ultra-rapides (> 100 000 images/s) associées à des logiciels dédiés à la corrélation d'images dans le cadre d'un dialogue essais-calculs optimal. Leur synchronisation permet de comprendre la réponse des structures soumises à l'impact.

La mutualisation de moyens et le partage d'expérience réalisée par l'ICA, Airbus et l'IRT Saint Exupéry font naître de nouvelles perspectives pour le développement de nouveaux matériaux ainsi que de concepts innovants de structures plus légères et résistantes aux impacts.

➤ **Un accord-cadre entre les partenaires**

Cette étroite coopération entre l'ICA, Airbus et l'IRT Saint Exupéry formalisée par un accord cadre de mutualisation des moyens, assurera le meilleur niveau d'équipement et la capitalisation de compétences afin de répondre toujours mieux aux enjeux et besoins à venir tant scientifiques qu'industriels.

La plateforme STIMPACT a également bénéficié en 2015 d'une participation financière de l>IDEX² UNITI de l'Université Fédérale Toulouse Midi-Pyrénées (UFTMP).

¹ UMR CNRS/Mines Albi/INSA/ISAE-SUPAERO/UT3 Paul Sabatier

² Initiative d'excellence, qui fait partie des investissements d'avenir, programme de l'Etat français

VERBATIMS



« La plateforme STIMPACT représente un moyen unique de recherche. Son positionnement et sa palette de condition d'essai en font véritablement un outil de recherche unique en Europe. Sans se limiter aux expériences et essais, elle permet également de développer la simulation d'impacts. Elle est complémentaire des autres plateformes présentes en France ou en Europe qui font de la certification de tenue de structure à l'impact. »

Pr. Philippe Olivier, Directeur de l'Institut Clément Ader

« La création de cette plateforme représente une belle démonstration de mutualisation des moyens de recherche technologique des acteurs de l'aéronautique. Équipée de 3 canons, cette plateforme permet de couvrir tout le spectre de simulations d'impacts, de tester de nouvelles combinaisons et de nouveaux matériaux. Le rôle de l'IRT Saint Exupéry est crucial car il est le garant d'un modèle collaboratif exemplaire. »

Gilbert Casamatta, Président de l'IRT Saint Exupéry



« A partir de moyens qui demeurent en laboratoire, cette nouvelle plateforme permettra de valider des méthodes de calcul avancés pour des configurations complexes sur la base d'essais élémentaires. Pour Airbus, il s'agit d'un moyen optimal pour réduire le nombre d'essais à l'échelle réelle et de réduire les cycles de développement qui représentent des coûts très élevés.

Cette nouvelle plateforme concrétise des collaborations de longues dates et va enfin permettre un alignement des problématiques de recherche et des retours d'expériences mutuels. »

Didier Guedra-Degeorges, Vice President, Head of Materials, Structures, Manufacturing Technologies - AGI - Airbus

« La recherche et l'innovation sont au cœur de la stratégie de STELIA Aerospace. Notre département R&T a développé un système de recherche collaboratif dynamique en s'appuyant sur un large réseau de partenaires.

La collaboration avec les IRT est essentielle pour STELIA Aerospace et notamment l'IRT Saint Exupéry car elle nous permet tout d'abord de bénéficier des compétences et des moyens de recherche de l'IRT Saint Exupéry, mais aussi de bénéficier d'un effet de levier financier important nécessaire au financement de projets R&T fédérateurs au niveau industriel, ce qui est le cas avec la plateforme STIMPACT. »

Alain Tropis, Head of Business Line Development STELIA Aerospace



LES IMPACTS EN VOL : UN RISQUE RÉEL

Le dernier film de Clint Eastwood, *Sully* retrace l'amerrissage spectaculaire d'un avion de ligne sur le fleuve Hudson suite à une panne simultanée des deux moteurs.

A l'origine de la panne ? Un vol d'oiseau.

Ces derniers représentent un danger fréquent et permanent pour les pilotes d'avions qui parlent même de « péril aviaire ». Les impacts d'oiseaux sont responsables en moyenne **d'un incident par jour**³ Selon la revue scientifique Ambio, les dommages causés par les impacts d'oiseaux coûtent chaque année en moyenne **1,2 milliard de dollars** aux avionneurs à travers le monde.



Risques d'impacts d'oiseaux sur le cockpit d'un avion (photo Muratart/Shutterstock).

Malgré les mesures de prévention mise en place, ces risques d'impacts sont nombreux dans le cas des aéronefs. Ils peuvent se produire pendant les différentes phases opérationnelles (au sol, décollage/atterrissage, en croisière) à différentes vitesses.

Toutefois, les impacts subis par les appareils ne sont pas que le résultat de vols d'oiseaux. Les impacts liés à des facteurs externes comme les grêlons ou le givrage représentent également un danger pour les aéronefs tout comme d'éventuels débris de rotors, débris sur pistes...

Il existe différentes origines d'impacts qui sont réparties en 2 catégories :

- **Les corps mous** : débris de pneu (poids inférieur à 2 kg, 120 m/s), grêlons (poids inférieur à 100 g ; 150 m/seconde), oiseau (poids 1,8 kg ; 180 m/s) ...
- **Les corps durs** : débris moteurs (poids inférieur à 100 g ; 800 m/s), débris sur piste (poids inférieur à 100 g ; 100 m/s), rupture de pale (poids inférieur à 1 kg ; 300 m/s) ...

Les normes et les certifications des organismes de régulation (EASA⁴, FAA⁵) évoluent en accord avec les avionneurs qui proposent de nouveaux designs adaptés et utilisent des matériaux plus résistants et légers.

³ www.birdstrike.it

⁴ European Aviation Safety Agency

⁵ Federal Aviation Administration



This equipment is dedicated to impact testing and allows to address most impact load cases in aeronautics and transportation. High strain rate response of structural materials can be studied and new technological solutions can be tested and selected.

- 3 gas launchers
- Impact velocity : from 50 to 800 m/s
- Projectile mass : from 10 g to 1,8 kg
- Target size : from 0,1 to more than 1 meter wide
- 5 high speed cameras
- Digital image correlation tools



MARKET & NEEDS

Impact problems are of concern for many transportation applications, including but not limited to aircrafts which have to meet specific regulation requirements.

Designers and manufacturers work for improving protection of craft components against particular risks of impacts. To develop and test shock absorbing materials and structures, they need for specific facilities and methodologies. In particular, with the advent of numerical modelling through virtual testing approaches, modelling expertise and multiple calibration tests are required at various scales to improve trust in simulation results.

TECHNOLOGICAL OFFERS

This impact test platform is a tool suited for research and development activities on new structural material technologies up to representative scales and for most of impact load cases faced by transportation means:

Three complementary partners...

- > Shared expertise and means for testing, analysis, modelling and technological transfer
- > Long term experience in impact engineering

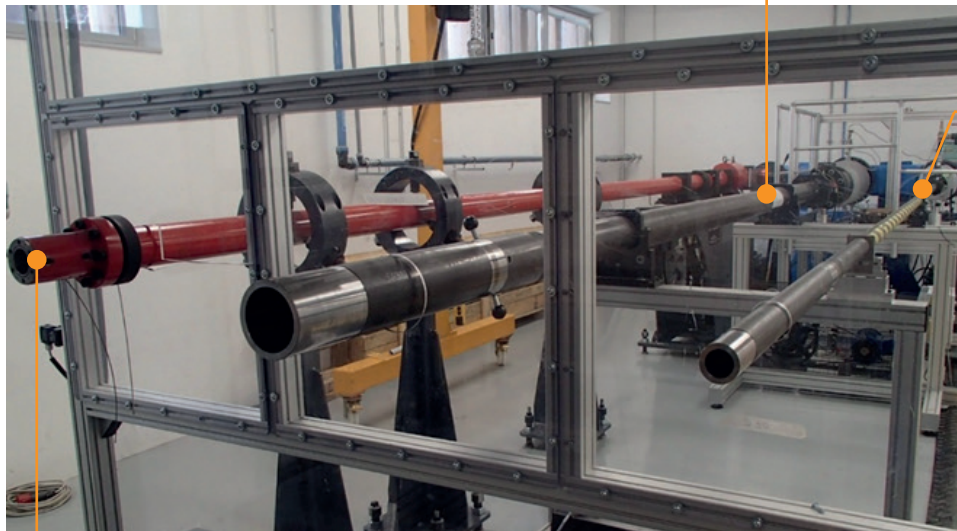
...accelerating technological innovation...

- > Availability and reactivity of the platform
- > Testing from small scale coupons to representative technological sample
- > Setup of high speed measurement device
- > Correlation between experiments and numerical simulations

and increasing scientific knowledge

- > Understanding physical phenomena of shock energy absorption
- > Highlighting performance driving material and design parameters
- > Development of original modelling approaches

EQUIPMENTS



Gas Launcher: GL120

- Barrel: 120 mm diameter, 7 m in length
- Shooting pressure: 2 to 35 bar
- Projectile speed: 70 to 300 m/s
- Projectile mass: 3 kg maximum
- Covered threats: Bird strike, Tire debris, Hails

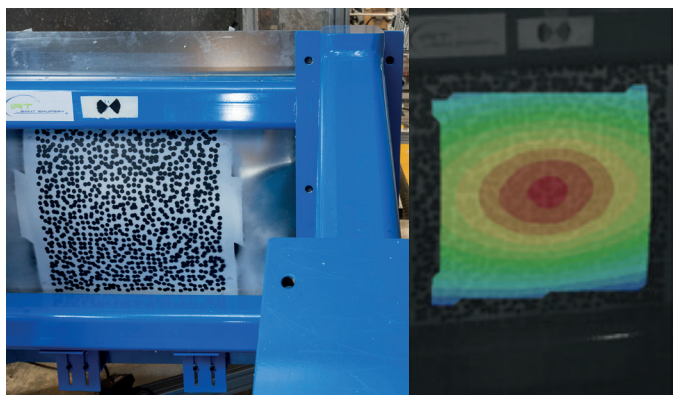
Gas Launcher: GL40

- Barrel: 40 mm diameter, 7 m in length
- Shooting pressure: 2 to 10 bar
- Projectile speed: 50 to 350 m/s
- Projectile mass: 100 g maximum
- Covered threats: Stones, small debris, steel balls or cylinders

Gas Launcher: GL60

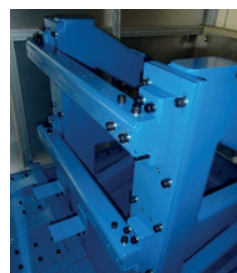
- Barrel: 60 mm diameter, 6m length
- Shooting pressure: 2 to 250 bar
- Projectile speed: 50 to 800 m/s
- Projectile mass: 500 g maximum
- Covered threats: Engine debris, partial fan blade out

High speed cameras and 3D digital image correlation



- Development and application of adapted speckle patterns
- Large areas of interest: >400 mm wide

Target supporting chassis



- Modular and adjustable
- Total mass of the chassis: 5 tons
- Horizontal load supported: >25 tons

RESULTS

This platform has already led to successful outcomes:

- > Patents on Energy absorption device for aircraft structural element,
- > selection of shock absorbing materials for bird shield application,
- > exhibition of influence of material and design parameters on impact behavior of honeycomb sandwich structures,
- > calibration of semi-continuous numerical models for impact on woven composites,
- > development of a line tracking method for analysing the dynamic shear failure process,...



Platform Localisation

Institut Clément Ader

3 rue Caroline Aigle
31400 Toulouse (France)

Photo crédits: Patrick Dumas for
IRT Saint Exupéry, ICA & Airbus



@irtSaintEx
www.irt-saintexupery.com
 @ICA_France
www.institut-clement-ader.org
 @Airbus
www.airbus.com

Pr. Patrice LONGÈRE - Clément Ader Institute
 Expert - Structures under severe conditions
 Email patrice.longere@isae.fr
 Tel. +33 (0)5 61 17 11 71

Pr. Jean-François FERRERO - Clément Ader Institute
 Expert - Impacts on composite structures
 Email jean-francois.ferrero@univ-tlse3.fr
 Tel. +33 (0) 5 61 17 11 78

Dr. Ludovic BARRIÈRE - IRT Saint Exupéry
 R&T Engineer - Impacts on structural materials
 Email ludovic.bARRIERE@irt-saintexupery.com
 Tel. (+33)5 61 00 05 54

Serge MAISON LE POEC - AIRBUS
 Head of Materials & Structures Analysis
 Email serge.maison-le-poec@airbus.com
 Tel. +33 (0)5 61 16 88 22

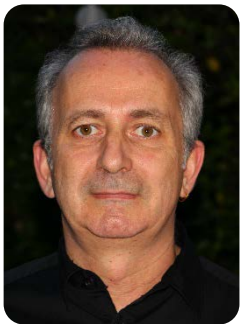
A l'origine de la plateforme : le fruit de 20 ans de recherche et de coopération

La plateforme STIMPACT est un outil de recherche mis en place, utilisé et amélioré depuis 20 ans dans le cadre des travaux de chercheurs de l'Université Toulouse III - Paul Sabatier sur l'impact sur structure composites hébergés au sein du Département de mécanique des structures et matériaux (DMSM) de l'ISAE-SUPAERO en lien avec Airbus. Ces travaux sont intégrés depuis 2009 dans l'Institut Clément Ader et une dizaine de chercheurs ont désormais des activités de recherches sur la thématique de l'impact. Depuis 2015, grâce à des apports financiers des partenaires, d'Airbus et des Investissements d'avenir IDEX, le développement de la plateforme a été accéléré. Constituée jusqu'alors d'un seul canon (diamètre 40 mm), deux nouveaux canons ont été mis en service et l'ensemble a été installé dans une salle dédiée et complété d'équipements qui en font aujourd'hui une plateforme de niveau européen pour la recherche sur l'impact à haute vitesse sur les matériaux et structures aéronautiques.



« Les tous premiers canons ont été conçus début 2000, par l'équipe Composite du Laboratoire de génie mécanique de Toulouse alors hébergée au département Structure de l'ISAE-SUPAERO. Le projet visait à améliorer la compréhension des phénomènes d'impacts sur les rotors d'hélicoptère. Le premier canon développé avait un diamètre de 40 mm et faisait figure de prototype. Graduellement, nous avons adapté nos moyens d'essais à la demande, jusqu'à la création d'un nouveau canon de diamètre 120 mm réalisé pour les simulations d'impacts de bloc de glace. Après le déménagement dans les nouveaux locaux de l'ICA à l'Espace Clément Ader en 2014, le tout récent IRT Saint Exupéry s'est associé au projet FUI Samba porté par STELIA Aerospace dédié aux impacts d'oiseaux. »

Pr. Jean-François Ferrero, ICA et professeur UT3 - Paul Sabatier



« Les applications de la plateforme STIMPACT ne sont pas exclusivement aéronautiques. En effet, dès le début des années 2010, dans le cadre d'un projet soutenu par la Mission pour la recherche et l'innovation scientifique de la DGA et par DGA-Techniques navales, des études ont été menées sur la nocivité des défauts sous chargement à grande vitesse dans les matériaux structuraux pour bâtiments de surface et sous-marins en collaboration avec DCNS Research et le site de Gramat du CEA. Ce type d'études se poursuit aujourd'hui sur des alliages légers structuraux aéronautiques (bases aluminium et titane) ainsi que sur des matériaux transparents pour pare-brise. Il est certain que l'extension de la plateforme dans le cadre du partenariat entre ICA, l'IRT Saint Exupéry et Airbus ouvre de nouvelles perspectives de recherches dans le domaine de l'impact. »

Pr. Patrice Longère, ICA et professeur ISAE-SUPAERO



« Dès l'origine, l'ICA est fondé sur la coopération en matière de recherche, ce qui lui a permis de devenir le laboratoire de Mécanique des Solides de l'Université de Toulouse. Cette aventure collective est désormais réalisée dans le cadre de l'UMR 5312 ICA qui fédère les travaux de recherche en mécanique des établissements contributeurs. La plateforme d'impact rapide est un magnifique exemple en la matière, développé depuis près de 15 ans en coopération, et dont les partenariats se sont élargis récemment pour aboutir à l'installation performante maintenant en service au sein de l'Espace Clément Ader. Elle sert à la fois les besoins des modélisateurs, des démonstrateurs et des industriels, et constitue un outil visible, différenciant et capable de répondre aux défis posés par les structures du futur. »

Pr. Yves Gourinat, Directeur-adjoint de l'ICA et professeur ISAE-SUPAERO

PROGRAMMES DE RECHERCHE ENGAGÉS

- **Institut Clément Ader : l'impact des matériaux structuraux, des moyens et des compétences acquis depuis 20 ans**

Depuis 20 ans, une partie des recherches menées à l'Institut Clément Ader porte sur les **problématiques associées aux impacts sur des matériaux structuraux**.

Ces recherches couvrent un large spectre qui comprend notamment les aspects de :

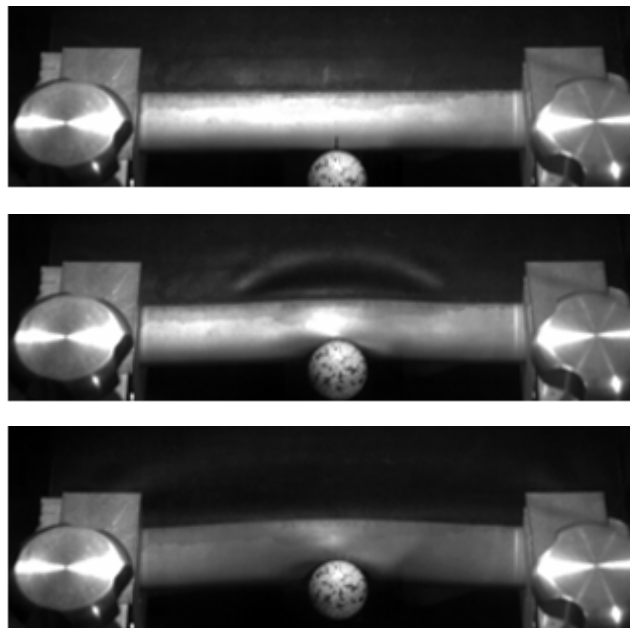
- **protection** par le développement de structures multi-matériaux,
- **tenue résiduelle** en présence de défauts par l'optimisation du design,
- **absorption d'énergie** via le développement d'absorbeur de type boucliers ou autres.

Les applications concernent les impacts par des objets mous (oiseaux) ou durs (débris) de structures constituées par des matériaux massifs mono ou multi-matériaux (polymères, composites, métaux et alliages) et alvéolaires (nid d'abeille).

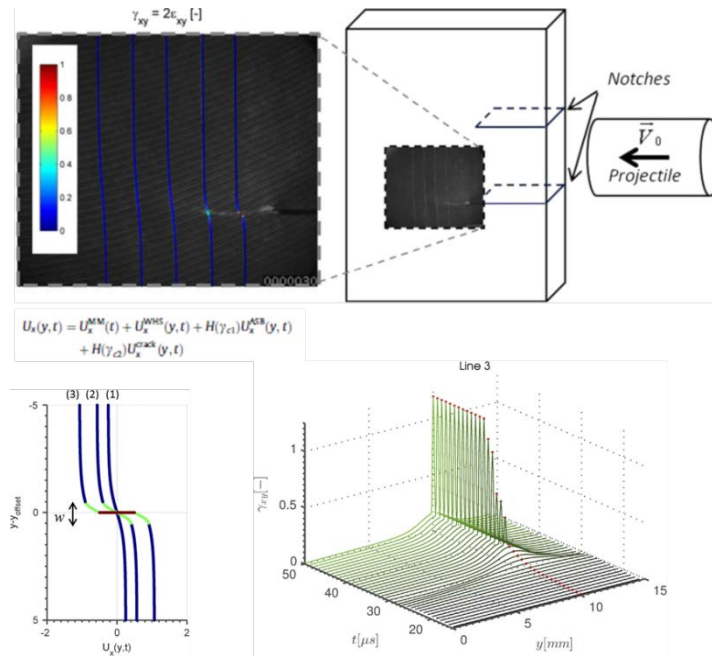
Une des particularités fortes des activités de recherche est le recours au **dialogue essais-calculs** qui consiste à **coupler les approches expérimentales et numériques**. Ce dialogue s'appuie sur la réalisation d'essais d'impact à différentes échelles :

- celle de l'éprouvette (petite échelle) dans le but d'étudier les mécanismes physiques locaux de déformation et d'endommagement sous chargement à grande vitesse ;
- celle du détail structural voire de la structure (moyenne à grande échelle) dans le but d'identifier la réponse globale lors d'un impact dans des conditions pouvant mener à la rupture complète. L'identification et la compréhension des scénarios d'endommagement permettent de développer des stratégies de modélisation numérique originales.

Ainsi, depuis 20 ans, l'ICA développe et investit à Toulouse dans différents moyens d'essai (canons) et de mesure (caméras ultra-rapides) pour couvrir son domaine de recherche.



Impact de type "choc dur" vitesse 200 m/s sur bord d'attaque rotor arrière. Photo ICA.



Tenue résiduelle d'un matériau métallique de protection en présence de défauts lors d'un impact à 150 m/s (540 km/h).
Dialogue essais-calculs à partir de l'analyse numérique d'images issues de la cinématographie ultra-rapide (1 image chaque microsecondes). Coll. ICA/DCNS Research/CEA, 2015.

• Airbus : de nouvelles perspectives pour l'évaluation expérimentale

La conception et la certification des produits du groupe s'inscrivent dans un contexte mondial de renforcement des règles de sûreté, au bénéfice des utilisateurs. L'analyse de l'incidence des impacts sur les structures aéronautiques est ainsi une des composantes majeures entrant en compte dans les phases de dimensionnement.

Si certaines menaces sont maintenant classiques, comme les impacts d'oiseaux, de grêlons, ou de débris divers, de nouvelles problématiques voient le jour, soit liées à de nouveaux concepts (hélicoptères à grande vitesse ou véhicules volants autonomes, par exemple), soit à de nouvelles menaces, comme la multiplication des drones, pouvant potentiellement entrer en collision avec les plateformes aéronautiques civiles ou militaires.

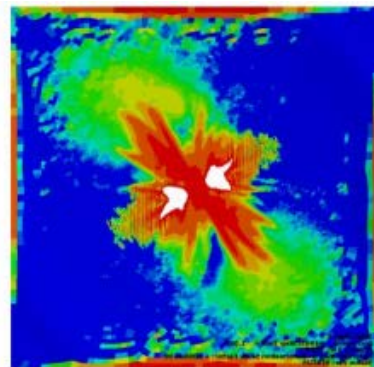
Ce contexte requiert une adaptation permanente et des efforts de recherche continus sur le sujet. Ces efforts s'appuient de plus en plus sur le développement de modèles et de simulations numériques prédictives. Ils ne peuvent néanmoins s'affranchir de campagnes d'essais pour l'identification des propriétés et la validation des modèles.

La diversité des moyens à disposition au sein de la plateforme STIMPACT permettra de compléter les capacités d'Airbus à évaluer expérimentalement l'ensemble des menaces existantes. La collaboration mise en place permettra en outre un partage des compétences et expertises développées par chacun des partenaires, apportant une réelle valeur ajoutée aux essais de la plateforme.

Airbus apportera par ailleurs ses compétences en suivi avancé des essais, au moyen de prises de vue par caméras ultra-rapide ($> 100\,000$ images/s) associées à des logiciels dédiés à la corrélation d'images permettant de mesurer la déformation des spécimens au cours de l'essai dans le cadre d'un dialogue essais-calculs optimal. Leur synchronisation permet de comprendre la réponse des structures soumises à l'impact. Des moyens d'inspection post-mortem des spécimens (contrôles par ultrasons ou micro-tomographie) pourront venir compléter les analyses pour validation des modèles de comportement avancés.

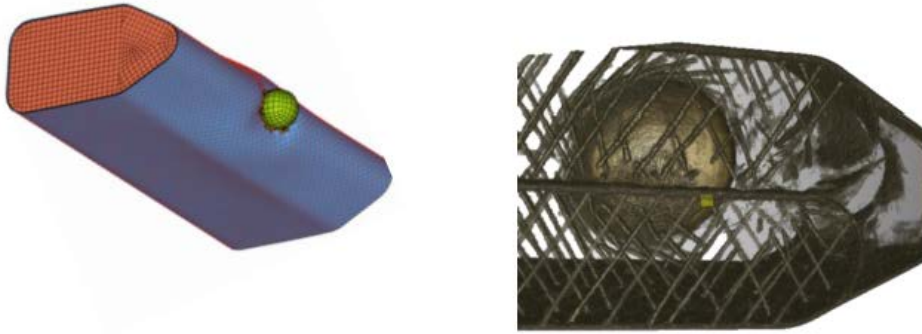
Parmi les études actuellement en cours ou envisagées, nous pouvons citer :

- **L'évaluation expérimentale et numérique des panneaux composites soumis à des impacts à haute vitesse**



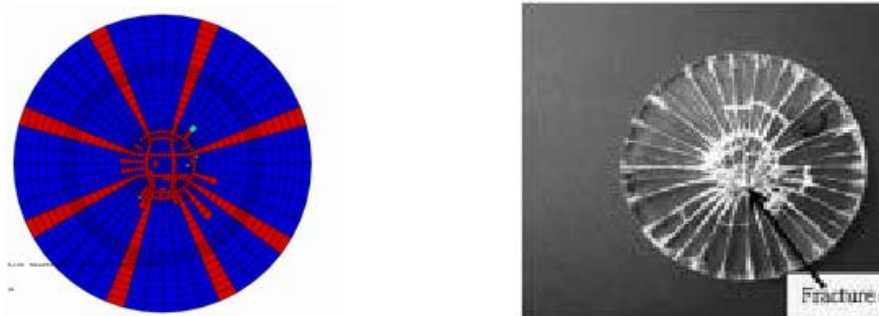
Évaluation expérimentale (à gauche) et numérique (à droite) de panneaux composites soumis à des impacts haute vitesse.

- **La protection des pales de rotors d'hélicoptères ou de moteurs d'avions vis-à-vis de menaces externes**



Simulation numérique d'un impact entre une pale idéalisée et un projectile sphérique (gauche). Image obtenue par micro-tomographie d'une structure impactée (droite).

- **Le comportement de nouveaux concepts de matériaux transparents pour pare-brise**



Simulation (à gauche) et photographie (à droite) de rupture de matériaux transparents fragiles soumis à un impact

« Ce nouveau moyen constitue une avancée importante dans le domaine des essais d'impacts à haute vitesse, il était quasiment absent dans le monde aéronautique. En ce qui concerne les hélicoptères, les travaux, réalisés conjointement avec l'Institut Clément Ader, ont amélioré significativement nos connaissances dans ce domaine, nous permettant de gagner en cycle de développement. Nous comptons encore sur vous dans le futur avec cette nouvelle plateforme ! »

Patrice Rauch, Executive Expert Dynamic Systems - Airbus Helicopters

Alice Vagnot, Ground Loads & Crash Airbus Group Expert - Airbus Helicopters

Dr. Julien Aubry, Blade Design & Analysis Engineer - Airbus Helicopters

- **IRT Saint Exupéry : implication dans le projet Samba porté par STELIA Aerospace**

Les travaux sur la thématique de l'impact à haute vitesse s'inscrivent dans le périmètre du domaine des matériaux multifonctionnels à haute performance de l'IRT Saint Exupéry. Il s'agit en effet de s'intéresser aux fonctions de protections et d'absorption d'énergie d'impact des matériaux constitutifs des structures aéronautiques. L'IRT Saint Exupéry a donc investi dans la plateforme et s'est associé à l'ICA et Airbus pour permettre d'étudier les performances des matériaux relatives à ces fonctionnalités et favoriser l'innovation et le transfert technologique dans ce domaine.

Pour répondre au besoin industriel de STELIA Aerospace, l'IRT Saint Exupéry est impliqué dans le projet FUI Samba (voir fiche page 14) qui vise à mettre en place une méthode de sélection de matériaux pour bouclier de protection des cockpits de l'A350. Plus de 6 matériaux alternatifs sont proposés par les PME innovantes partenaires, avec pour but de réduire la masse et les coûts de plus de 10 % par rapport à la solution actuelle.

L'IRT Saint Exupéry a mis en place le moyen et la procédure d'essai. Il a réalisé entre mi-2016 et début 2017 plus de 50 essais d'impact de type « choc à l'oiseau » avec des projectiles de substitution en gélatine fabriqués en interne. Ces essais ont permis de mettre au point la procédure mais aussi de comparer la performance de 17 configurations de taille intermédiaire (300 x 300 mm de côté, entre 70 et 150 mm d'épaisseur selon les matériaux) constituées des matériaux des partenaires. L'étape en cours consiste à changer d'échelle et comparer la performance d'éprouvettes avec des dimensions et des conditions d'appui représentatives de l'application finale (dimensions des éprouvettes : 800 x 800 mm de cotés).



*Éprouvette après impact de type "choc à l'oiseau"
(photo Patrick Dumas pour IRT Saint Exupéry)*

Au-delà de la réalisation d'essais sur ces configurations, **l'IRT Saint Exupéry développe des outils qui permettront de faire le lien entre essais et simulations numériques** tels qu'un modèle numérique du projectile utilisé et la mesure des déformations des éprouvettes impactées par stéréo-corrélation d'images à partir de caméras rapides. **Ce lien entre essais et simulations numériques est essentiel pour comprendre et optimiser les matériaux et prévoir leurs performances en conditions réelles à partir des essais en conditions de laboratoire.** L'IRT Saint Exupéry s'appuie sur les connaissances scientifiques de l'Institut Clément Ader et favorise le transfert des résultats vers les partenaires industriels comme Airbus et STELIA Aerospace.



« Sollicité dès sa création par STELIA Aerospace, l'IRT Saint Exupéry a rapidement trouvé sa place sur la thématique de l'impact sur matériaux absorbeur de choc, à l'interface entre l'industrie et la recherche académique. A travers son action, l'IRT Saint Exupéry a contribué à répondre à des attentes industrielles à court et moyen terme (essais pour passage de TRL4 et 5), tout en apportant un soutien technique aux travaux de recherche de l'Institut Clément Ader qui améliorent la compréhension de la mécanique de l'impact. En s'appuyant sur les expertises des chercheurs de l'Institut Clément Ader, l'IRT Saint Exupéry tente de transférer et de valoriser des connaissances nouvelles et des méthodologies innovantes, comme par exemple la mesure pendant l'impact par stéréo-corrélation d'image et son lien avec les simulations numériques. »

Dr. Ludovic Barrière – Ingénieur de recherche, IRT Saint Exupéry

SAMBA

SCHOCK ABSORBER MATERIALS
FOR BIRDSHIELD APPLICATION

LE PROJET

Sur les 20 dernières années, les chocs à l'oiseau ont entraîné 219 morts et plusieurs centaines de millions de dollars de coût par an pour l'aviation civile. La résistance à l'impact d'oiseau des structures d'aéronefs est donc une priorité forte pour les avionneurs et les constructeurs d'aérostructures. 20 % des impacts d'oiseau sont localisés sur les pointes avant des fuselages, le projet SAMBA vise à développer des solutions innovantes de structures absorbeuses de choc haute vitesse.

■ INNOVATION

Le projet SAMBA vise à :

- Proposer un concept de structure de bouclier industriel à base d'une nouvelle technologie différenciante offrant des performances globales meilleures
- Etablir de nouveaux modèles prédictifs de bouclier avec des codes industriels d'analyse dynamique
- Développer une méthode d'essai standard d'impact de type fluide à haute vitesse
- Mettre au point un procédé de fabrication de bouclier fortement automatisé et « one shot »

En termes de gains, les objectifs seront une réduction de coût significative de - 20 % à - 30 % et un gain de masse global de -10 % à - 20 %.

■ AVANCEMENT

Deux pistes sont explorées : les technologies disruptives long terme, ainsi que des technologies incrémentales court terme.

- **Technologies long terme** : architectures absorbeuses d'énergie par écrasement évolutif qui seront développés par technologie ALM (SLM) - STELIA/ESTEVE/FUSIA.

- **Technologies court terme** : solutions de bouclier à capacité adaptable à base de sphères creuses polymère optimisées d'ATECA, des solutions à base de mousse polystyrène - STRATIVER, et d'autres solutions à base de Nida SPRC (NIMITECH).

Toutes ces solutions atteignent aujourd'hui la masse de 10 kg/m² ; un des principaux objectifs du projet.

Nous visons à la fin du projet un niveau de TRL 6 sur ces solutions.

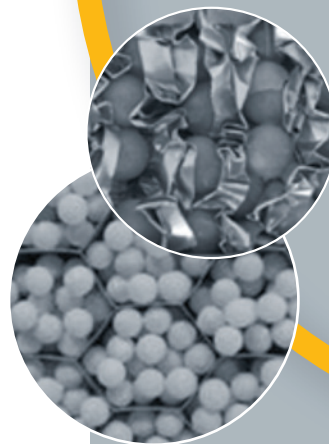
PROJET
EN COURS

FUI 15 (2013)

DAS : AMP
AEROSTRUCTURES,
MATERIAUX ET PROCÉDES

THÉMATIQUE

AEROMECHANIQUE



PARTENAIRES

Porteur du projet
STELIA AEROSPACE

Académiques
ICA, I2M

Industriels (PME)
ATECA, ESTEVE,
NIMITECH,
STRATIVER,
CEDREM, AGI

Institut de recherche
IRT SE

DURÉE DU PROJET
42 mois

COÛT DU PROJET
3,9 M€

APPEL À PROJET
Labellisé
Aerospace Valley
FUI 15

« Pour réaliser des études de dimensionnement au choc à l'oiseau pour ses pointes avant, STELIA Aerospace effectue beaucoup de simulations numériques. Pour garantir le réalisme de ces essais virtuels, on doit les comparer avec des essais physiques de choc réalisés à l'aide de canon. C'est ainsi que cette nouvelle plateforme commune de simulation et d'essais d'impacts sur matériaux structuraux représente pour STELIA Aerospace un nouvel outil d'essai performant qui va contribuer à maintenir le niveau d'excellence technique et scientifique de son bureau d'étude.

Grâce au travail collaboratif des chercheurs académiques tels que ceux de l'Institut Clément Ader et les nouveaux moyens de l'IRT Saint Exupéry, les industriels tels que STELIA Aerospace peuvent développer des technologies matériaux et structures innovantes en s'appuyant sur des moyens d'essais de dernières générations associés à des outils et méthodes de calculs d'avant-garde.

Au sein de la plateforme STIMPACT le projet de recherche SAMBA permet aux 9 partenaires d'évaluer leurs matériaux au choc sur l'un des canons de cette plateforme. »

Daniel BOULZE – Ingénieur Spécialiste modélisation numérique – Bureau d'Etudes STELIA

CHIFFRES CLÉS

• Le point éco

o Investissements équipements

- ISAE-SUPAERO, UT3 Paul Sabatier env. 450 k€ depuis 20 ans
- IRT 140 k€ depuis 2015
- Airbus 60 k€ en 2015
- Financement projet initiative d'excellence IDEX UNITI 2015 « Equipement » porté par l'UFTMP¹ (Convention UFTMP/UT3 Paul Sabatier) 60 k€

o **Financement** (fonctionnement, contrats) **sur des projets de recherche depuis 20 ans** : ISAE-SUPAERO, UT3 Paul Sabatier ; Airbus via des projets collaboratifs ou des actions sur fonds propres ; IRT Saint Exupéry via un projet en propre.

• Le point RH

12,5 ETP (équivalent temps plein)

- **4,5 enseignants-chercheurs ICA**
 - 2,5 ISAE-SUPAERO
 - 2 UT3 Paul Sabatier
- **4 doctorants ICA**
 - 2,5 ISAE-SUPAERO
 - 1,5 UT3 Paul Sabatier
- **2,5 ingénieurs ICA, Airbus, IRT Saint Exupéry**
 - 0,5 ISAE-SUPAERO
 - 1 Airbus

• Le point recherche

o Recherche depuis 2000 :

- 15 thèses
- 50 articles
- 3 brevets Airbus sous l'intitulé « Dispositif d'absorption d'énergie pour élément de structure d'aéronef. »

o Clé de répartition de l'utilisation de la plateforme entre les partenaires :

- ICA 50%,
- IRT 25%,
- Airbus 25%

POUR ALLER PLUS LOIN

• Exemples de programmes de recherches

- Initiative technologique conjointe (programme européen Horizon 2020) **Clean Sky 2** (2014)
- **Projet FUI SAMBA** (2013) « Shock absorber materials for birdshield application. » Porteur STELIA Aerospace
- **Projet DGA/MRIS** (2011-2015) « Rupture dynamique dans les matériaux structuraux. » Porteur Patrice Longère (coll. ICA, DCNS Research, CEA)
- **Projet ANR MANSART** (2009-2011) « Matériaux sandwichs architecturés. » Porteur Onera.
- **Projet ANR VULCOMP** (2006) « Vulnérabilité des matériaux et structures composites. » Porteur Airbus.

• Quelques exemples de thèses

- « **Rupture des matériaux structuraux sous chargement dynamique : Application au PMMA résistant au choc.** » Norazrina Binti Mat Jali, directeur de thèse Patrice Longère (2016-2019) (collaboration ICA, NDUM Malaisie)
- « **Modélisation numérique de la rupture par cisaillement dynamique d'alliages légers structuraux aéronautiques à haute résistance.** » Hannah Lois Dorothy, directeur de thèse Patrice Longère (2015-2018)
- « **Capacité d'arrêt de fissures d'alliages d'aluminium aéronautiques sous chargement dynamique.** » Gunasilan Manar, directeur de thèse Patrice Longère (2015-2018) (coll. ICA, NDUM Malaisie)
- « **Développement d'une méthodologie pour la compréhension du comportement et le dimensionnement d'un bouclier sandwich soumis à l'impact d'un oiseau.** » Arnaud Wilhelm, directeur de thèse Jean-François Ferrero (projet FUI SAMBA, soutenance 31/3/2017).
- « **Modélisation d'impacts sur structures sandwichs composites : application aux pales d'hélicoptères.** » Florian Pascal, directeur de thèse Jean-François Ferrero (soutenance 13/5/2016).
- « **Impact sur Structures Sandwichs pour Application de Blindage Aéronautique** ». Amélie Kolopp, directeur de thèse Christophe Bouvet (soutenance 2012).
- « **Étude de l'impact oblique à haute vitesse sur structures en composite sandwich : application aux pales d'hélicoptères.** » Pablo Navarro, directeur de thèse Jean-François Ferrero (soutenance 2010).

• Quelques articles scientifiques parmi les plus cités

- “**Analysis of ASB assisted failure in a high strength steel under high loading rate.**” By E. Roux, P. Longère, O. Cherrier, T. Millot, D. Capdeville, J. Petit. In Materials & Design, Volume 75, pp 149–159, 15 June 2015 (coll. ICA, DCNS Research, CEA) ([lien](#))
- “**A digital image correlation method for tracking planar motions of rigid spheres: application to medium velocity impacts.**” By J.-C. Passieux, P. Navarro, J.-N. Périé, S. Marguet, J.-F. Ferrero. In Experimental Mechanics, Volume 54, Issue 8, pp 1453–1466, October 2014 ([lien](#))
- “**Experimental and numerical study of oblique impact on woven composite sandwich structure: Influence of the firing axis orientation**”. By P. Navarro, J. Aubry, S. Marguet, J.-F. Ferrero, S. Lemaire, P. Rauch. In Composite Structures, Volume 94, Issue 6, pp 1967–1972, May 2012 (coll. ICA, Eurocopter) ([lien](#))
- “**Semi-continuous approach for the modeling of thin woven composite panels applied to oblique impacts on helicopter blades.**” By P. Navarro, J. Aubry, S. Marguet, J.-F. Ferrero, S. Lemaire, P. Rauch. In Composites, part A: Applied Science and Manufacturing, Volume 43, Issue 6, pp 871–879, June 2012 (collaborations ICA, Eurocopter) ([lien](#))

LES PARTENAIRES



- **IRT Saint Exupéry** www.irt-saintexupery.com

L'IRT Saint Exupéry est un accélérateur de recherche technologique pour l'aéronautique, l'espace et les systèmes embarqués. Adossées à des plateformes et des compétences de haut niveau sur les sites de Toulouse et Bordeaux, ses activités de recherche ciblent trois domaines stratégiques : les matériaux multifonctionnels à haute performance, l'aéronef plus électrique et les systèmes embarqués. Né dans le cadre du programme d'investissements d'avenir (PIA), les instituts de recherche technologique (IRT) associent des partenaires publics et privés leaders de leurs secteurs.

- **L'Institut Clément Ader (ICA)** www.institut-clement-ader.org

L'ICA est une unité mixte de recherche sous la tutelle de cinq établissements : CNRS, INSA Toulouse, ISAE-SUPAERO, Mines d'Albi-Carmaux et Université de Toulouse III - Paul Sabatier, membres de l'Université Fédérale Toulouse Midi-Pyrénées.

Les recherches menées à l'ICA concernent l'étude des structures, des systèmes et des procédés mécaniques. Les travaux portent de façon générale sur la modélisation du comportement, l'instrumentation et l'étude de la durabilité des structures ou produits considérés. Une grande part de ces recherches porte sur les matériaux composites, lesquels prennent aujourd'hui une place importante dans les structures. Les secteurs d'activités s'inscrivent dans ceux des industries mécaniques avec une attention particulière accordée aux projets des domaines de l'aéronautique, de l'espace, du transport et de l'énergie.

- o **ISAE-SUPAERO, tutelle de l'ICA** www.isae-supaero.fr

Leader mondial de l'enseignement supérieur pour l'ingénierie aérospatiale, l'ISAE-SUPAERO offre une gamme complète et unique de formations de très haut niveau : les formations ingénieur ISAE-SUPAERO et par apprentissage CNAM-ISAE, 1 master en ingénierie aéronautique et spatiale enseigné en anglais, 5 masters orientés recherche, 15 Mastères Spécialisés, 6 écoles doctorales.

L'ISAE-SUPAERO développe une politique de recherche très largement tournée vers les besoins futurs des industries aérospatiales ou de haute technologie. Cette proximité avec le monde industriel se caractérise également par le développement d'une politique de chaires d'enseignement et de recherche dans des domaines stratégiques et par la participation de très nombreux intervenants

industriels aux enseignements, où ils présentent aux étudiants les dernières innovations technologiques ainsi que les meilleures pratiques industrielles.

L'ISAE-SUPAERO rassemble 95 enseignants et chercheurs, 1800 professeurs vacataires issus du monde professionnel, et près de 1700 étudiants en formation initiale. Plus de 30 % de ses 650 diplômés annuels sont étrangers. Son réseau d'alumni s'appuie sur plus de 17000 anciens diplômés.

o **Université Toulouse III - Paul Sabatier, tutelle de l'ICA** www.univ-tlse3.fr

Héritière directe de l'ancienne Université de Toulouse fondée en 1229, l'université Toulouse III – Paul Sabatier est née officiellement en 1969-1970 de la fusion des Facultés de médecine, de pharmacie et des sciences. Elle se situe aujourd'hui parmi les premières universités françaises, grâce à son rayonnement scientifique et à la diversité des laboratoires et des formations qu'elle propose en sciences, santé, sport, technologie et ingénierie.

À l'université Toulouse III - Paul Sabatier, la recherche s'articule essentiellement autour de cinq comités et de 12 axes thématiques prioritaires : activités humaines et sociales ; biologie, agronomie, biotechnologie et santé ; mathématiques, sciences et technologies de l'information et de l'ingénierie ; sciences de la matière ; univers, planète, espace et environnement.

• **Airbus** www.airbusgroup.com

Airbus est un leader mondial de l'aéronautique, de l'espace et des services associés. En 2016, le Groupe a réalisé un chiffre d'affaires de 67 milliards d'euros avec un effectif d'environ 134 000 personnes. Airbus propose la famille d'avions de ligne la plus complète qui soit entre 100 et plus de 600 places. Airbus est également un leader européen dans le domaine des avions de ravitaillement en vol, de combat, de transport et de mission. L'entreprise est le numéro un européen de l'industrie spatiale, et le numéro deux mondial. Dans le domaine des hélicoptères, Airbus propose les solutions civiles et militaires les plus performantes du marché mondial.



Contact presse : Diane Loth, Giesbert & Associés - 06 47 27 74 29 - d.loth@giesbert-associes.com