



# FALL MEETING

## Présentation des chantiers

Toulouse – 14 novembre 2012  
Hôtel d'Assézat - Fondation Bemberg

## 1. Matériaux

page 3

- ICE
- VIMA\*

## 2. Fonctionnalités et dispositifs aéronautiques

page 6

- FHAÉ
- SMARTWING
- MAVRC\*
- FLOCON\*

## 3. Systèmes embarqués

page 11

- IFSE
- TORRENTS
- OPTIM\*
- CAPAGREM\*

## 4. Simulation numérique

page 16

- MOMA
- PHYSCALE

## 5. Observation spatiale et environnementale

page 19

- CHAVANA
- SEDILION\*
- TERAU\*
- 3PC\*
- DIAMOND\*

\* Chantier en cours de demande de labellisation

## 1. Matériaux

- ICE
- VIMA\*

\* Chantier en cours de demande de labellisation

# Instrumentation et Capteurs Environnementaux (ICE)

Animateur du chantier : **Philippe BEHRA**  
Laboratoire de Chimie Agro-Industrielle  
UMR 1010 INRA/INPT-ENSIACET  
Courriel : philippe.behra@ensiacet.fr

## OBJECTIFS

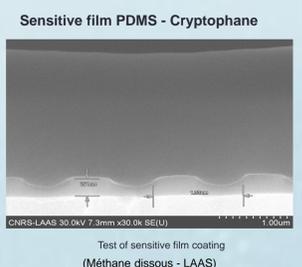
Faire de Toulouse un centre d'excellence dans le domaine des capteurs environnementaux avec une visibilité nationale du chantier « Instrumentation – Capteurs Environnementaux » (ICE).

Proposition :

1. Mettre en place des ateliers et séminaires de réflexions interdisciplinaires autour de différents thèmes importants
2. Préparer la mise en place d'un réseau européen Marie-Curie
3. Approfondir le projet MAISOE afin de conforter la dynamique scientifique mise en place
4. Créer à Toulouse un « Institut Européen d'Instrumentation et des  $\mu$ Laboratoires » (I2E $\mu$ L)

## LABORATOIRES PARTENAIRES DU CHANTIER ET NOM DU CHERCHEUR RESPONSABLE

01 CIRIMAT – Claire Tendero	07 LGC – Pierre Gros
02 GET – Valérie Chavagnac	08 LISBP – Etienne Paul
03 LAAS – Anne-Marie Gué	09 LPCNO – Bruno Chaudret
04 LCA – Philippe Behra	10 Météo France-CNRM – Alain Dabas
05 LCC – Katia Fajerweg	11 ONERA – Xavier Briottet
06 LEGOS – Véronique Garçon	12 IMRCP – Christophe Mingotaud



## BILAN

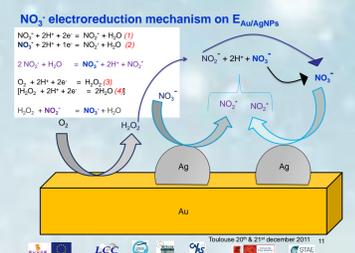
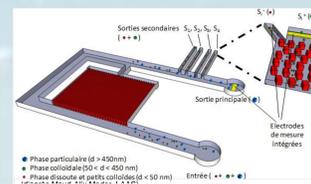
- Atelier international « *Microlaboratoires In Situ* » (Aspet – 20-23 novembre 2011) – Organisateur : Philippe Behra (LCA)  
13 exposés + séances pour les affiches le soir
- Atelier national « *Instrumentation optique embarquée* » (Nailloux – 10-12 décembre 2012)  
Organisateurs : Françoise Lozes (LAAS), Bruno Cugny (CNES), Bernard Rosier (ONERA), Philippe Behra (LCA)  
trois thèmes : « Les besoins » exprimés par les industriels et les utilisateurs  
« Les technologies actuelles »  
« Les technologies à venir et en devenir » avec invitation d'industriels et de personnalités académiques reconnues
- Conférence internationale « *Environmental Sensors 2012* » (Anglet – 23-28 septembre 2012)  
Organisateurs : Philippe Behra (LCA), George Luther III (Uni. Delaware), Bernhard Wehrl (ETH Zürich - EAWAG)  
Format type « Gordon Research Conferences » : 23 conférenciers invités + 3 séances pour les affiches  
Site : <http://www.environmental-sensors2012.eu/>
- A venir : atelier relatif aux systèmes intégratifs (terre-mer-système embarqué-satellite) au printemps 2013

## SUITE du CHANTIER

- Atelier « *Nano-matériaux, nano-objets pour la détection et les capteurs* »  
Animation : Pierre Fau (LCC), Pierre Gros (LGC), Katia Fajerweg (LCC), Pierre Temple-Boyer (LAAS), Philippe Behra (LCA)  
Période prévue : octobre/novembre 2013
- Atelier « *Autour des capteurs environnementaux : Conditionnement, prétraitement des échantillons, séparations (intégration des fluides), salissures et protection* »  
Animation : Claire Tendero (CIRIMAT), Pierre Joseph (LAAS), Philippe Behra (LCA)  
Organisateurs : Françoise Lozes (LAAS), Bruno Cugny (CNES), Bernard Rosier (ONERA), Philippe Behra  
Période prévue : printemps 2014
- « *Préparation d'un réseau européen Marie-Curie autour des capteurs environnementaux* »  
Animation : Philippe Behra (LCA) et al.  
Période prévue : automne 2013

## PROJETS IDENTIFIES

- **Projet « MAISOE+ »**  
Extension de MAISOE dans un périmètre intégrant de nouvelles compétences (Midi-Pyrénées, PACA, Aquitaine...) pour l'analyse d'autres composés chimiques notamment nitrates, métaux en trace (spéciation dynamique), organiques (xénobiotiques) ou traceurs dans des milieux variés.
- **Création d'un « Institut Européen d'Instrumentation et des  $\mu$ Laboratoires » (I2E $\mu$ L)**  
**Objectifs :**
  - \* Faire de Toulouse et sa région un pôle d'excellence reconnu et incontournable au niveau régional, national comme international dans le domaine de l'instrumentation et des microlaboratoires aussi bien pour la recherche fondamentale que pour la recherche appliquée (TRL 1 à 6), d'industriels et de personnalités académiques reconnues.
  - \* Permettre aux TPE-PME, aux entreprises de plus grandes tailles et des établissements de type EPIC de disposer d'un interlocuteur pour faire face aux besoins actuels dans le domaine de l'instrumentation et des microlaboratoires.
  - \* Créer des TPE ou des emplois dans ce domaine dans la région Midi-Pyrénées, dans le réseau des entreprises entrant dans les thématiques.





# Vieillessement de Matériaux Avancés : Compréhension, Protection et Amélioration de la Durée de Vie (VIMA)

Vers une considération pérenne des problématiques science et génie des matériaux par le RTRA

Laboratoires CIRIMAT, LAPLACE, LAAS, LGC, LCC, CERTOP, ICA  
Coordination: Constantin Vahlas, CIRIMAT

## PROBLEMATIQUE.

Plusieurs laboratoires publics de MiPy mènent des recherches en science & génie des matériaux. Nature fortement transverse de ces recherches (élaboration des matériaux jusqu'à leur intégration dans des systèmes en passant par la détermination de leurs caractéristiques, propriétés et performances) ⇒ 😊 **potentiel fort pour répondre à des problématiques AESE, 🚫 visibilité nationale et internationale réduite.** Pallier ce manque relatif d'identité et contribuer davantage à l'excellence du site régional ⇒ **Amélioration de l'intégration des compétences de cette communauté.**

## OBJECTIF.

Constituer un «*think tank*» matériaux de TRL faible assurant un continuum avec, et alimentant en matériaux, procédés d'élaboration et systèmes, l'IRT.

## STRATEGIE.

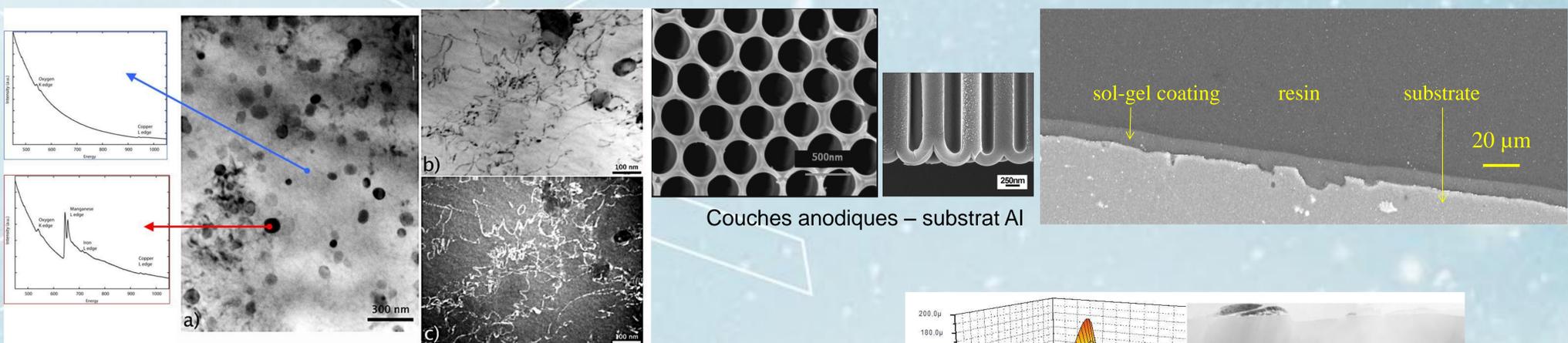
Deux projets de recherche:

1. Vieillessement des matériaux polymériques.
2. Vieillessement des alliages légers.

## OPERATIONNEL pour chaque projet.

1. Compréhension des mécanismes de vieillessement.
2. Ralentissement du vieillessement par:
  - ✓ Une intégration dans les systèmes optimisée.
  - ✓ Des traitements de surface au-delà de l'état de l'art.
  - ✓ Une animation scientifique: Invitations de chercheurs seniors, Forums annuels permettant des interactions entre industriels et académiques, Organisation de séminaires et colloques, Conférences de type Gordon, dont la première traitera les dépôts sur surfaces de géométrie complexe.

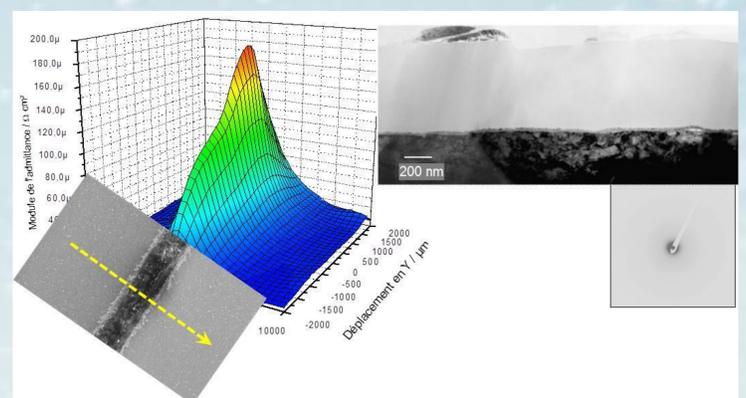
Quelques Exemples sur les Etudes du Vieillessement et des actions entreprises pour y palier



Microstructure d'un alliage Al d'un bombardier de la IIème guerre mondiale: Densité importante de précipités et de dislocations. Les interactions de celles-ci avec des petits précipités leur confère un aspect courbé.

A la suite du règlement européen Reach et/ou de l'adoption de codes de «bonnes pratiques», toute approche des risques doit considérer le cycle de vie complet des matériaux. Par conséquent, étude également:

1. Des conditions de mise en œuvre de *Reach* et des codes de bonnes pratiques
2. De la manière dont la gestion et le contrôle des risques se transforment pour lier les différentes phases du cycle de vie des matériaux.



Revêtement-barrière contre la corrosion d'alumine amorphe, élaboré par dépôt chimique en phase vapeur à basse température (droite) et cartographie d'impédance électrochimique d'un échantillon métallique revêtu d'un film de 1400 nm d'alumine, rayé localement.

## 2. FONCTIONNALITES ET DISPOSITIFS AERONAUTIQUES

- FHAÉ
- SMARTWING
- MAVRC\*
- FLOCON\*

\* Chantier en cours de demande de labellisation



# Facteurs humains pour l'aéronautique : Sécurité du transport aérien

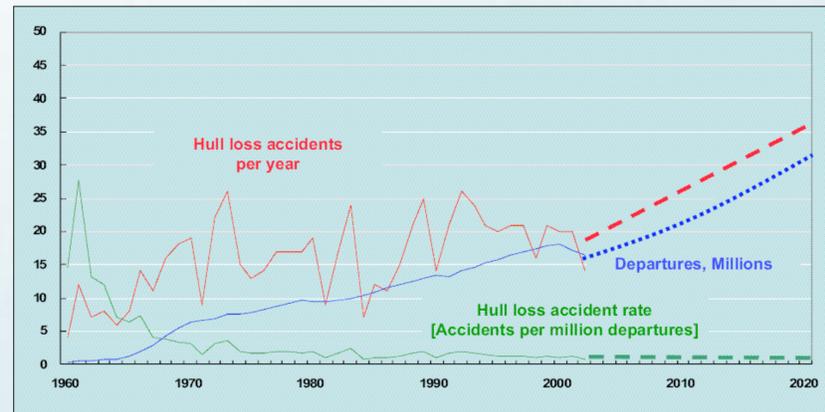
Animateurs F. Dehais (ISAE) et P. Terrier (UTM)

## Problématique

- 1 accident par million de départs mais forte croissance du trafic
- Complexification des systèmes
- transferts dynamiques d'autorité
- Importance du Facteur Humain

## Enjeux : Anticiper les exigences de l'aéronautique de demain

- Penser de nouveaux systèmes hommes-machines
- Limitier les risques et l'impact des erreurs humaines
- Conforter la place toulousaine au niveau européen et international



## Un milieu toulousain riche et pluridisciplinaire

### Des laboratoires en forte synergie

- ISAE, UTM, ENAC, IRIT, ONERA, INSERM, CERCO, LAPMA
- Ergonomie, IHM, IA, Réalité virtuelle, Neurosciences
- 40 chercheurs, ingénieurs, post-doc, doctorants
- Une recherche et des formations évaluées A+ par l'AERES

### De nombreux moyens d'expérimentation

- PETRA, LUT, ULYSS (plateforme et labs des usages)
- Eye trackers, capteurs physiologiques (ECG, EEG...)
- Simulateurs Vol et ATC
- Avions légers

Des compétences reconnues par le milieu industriel et étatique  
Airbus, Thales, Ratier Figeac, DGAC, DGA, MEDES, BEA

## Un soutien du RTRA pour le rayonnement scientifique

### Thématiques scientifiques :

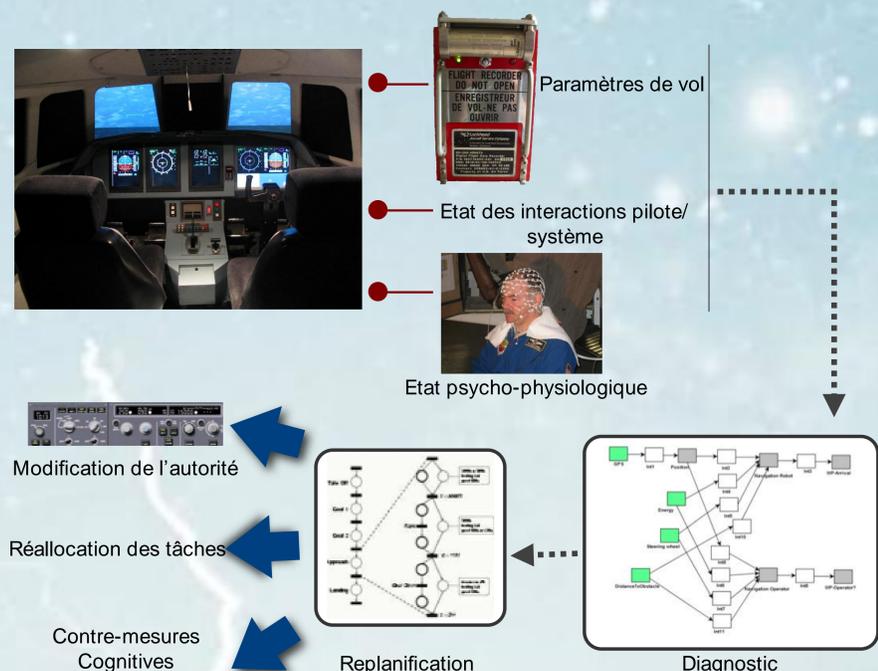
- Représentation et gestion des risques
- Neuroergonomie
- Vers la certification des interfaces hommes-machines
- Cockpit du futur

### Organisation d'événements scientifiques à Toulouse

- Organisation annuelle de séminaires académiques et industriels
- ECCE'13 : European Conference of Cognitive Ergonomics
- HFES'12 : Human Factors and the Ergonomics Society/European chapter

### Invitation de professeurs de renommée internationale

- Pr. Sebastien Tremblay (Co-Dot, Québec): oculométrie
- Pr. Thierry Baccino (Lutin, Paris) : EEG et oculométrie



## Chantier RTRA – SMARTWING

01/2012- 12/2015

Coordonnateur: IMFT - Marianna BRAZA - Directrice de Recherche CNRS

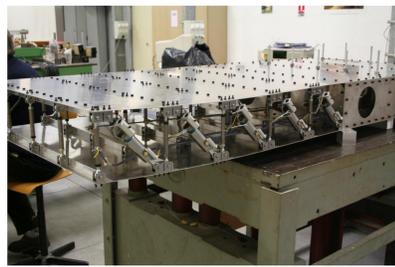
Partenaires: IMFT (Dr. M. BRAZA), LAPLACE (Pr. J.F. ROUCHON), ISAE (Pr. J.M. MOSCHETTA), ONERA (Dr. P. FABIANI), IMT (Dr. M. FOURNIÉ)

### Objectifs

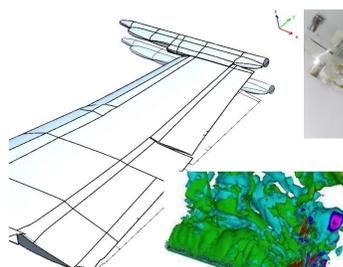
- Animation scientifique d'une plate-forme de recherche multi-disciplinaire, le 'Smartwing Morphing Centre', SMC, [www.smartwing.org](http://www.smartwing.org) pour l'amélioration des performances des aéronefs par le morphing électroactif. L'extension du chantier inclut des concepts innovants inspirés de la biomimétique de grands oiseaux pour accroître les performances aérodynamiques et pour réduire le bruit.
- Identification des verrous physiques pour les vols sur de grandes distances, imitant le mode d'extraction d'énergie de grands oiseaux marins, utilisant les gradient de vitesse.



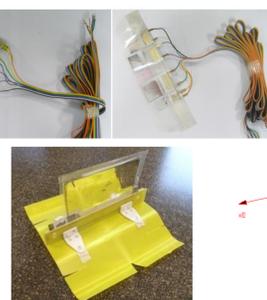
Nouvelle génération d'aéronefs – ailes déformables - 'Smartwing design'



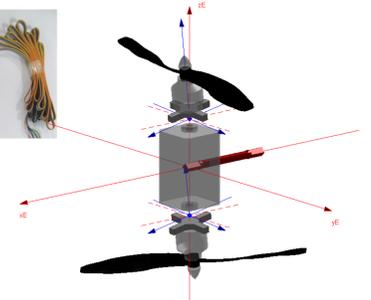
ONERA/DCSD Caisson d'aile à souplesse active - projet AVISAC



Trailing-edge aileron morphing. Couplage CFDSM - collaboration IMFT-IMT et CFS/EPFL



LAPLACE- Action-captteur-actuateur-Polymères PVDF



ISAE-Drone à voile tournante Morphing poussée vectorielle

### Projets et Méthodes

- Projet **DYNAMORPH** - Morphing Electroactif en régimes dynamiques
- Projet **BEAM** - Bio Electro Active Mimetism for Smart Wing Design en collaboration avec le dépt. of Biology 'CanMove', Lund Univ. (Pr. A. Hedenström)

Optimisation de forme en temps réel à l'aide du morphing électroactif d'ailerons, de systèmes de 'plumes' du bord de fuite, de gouvernes d'aéronefs, de pales de micro-rotors de drones à l'aide d'association de matériaux intelligents : Alliages à Mémoire de Forme -AMF, piézoactuateurs -PZT, polymères ioniques IPMC et PVDF, instrumentés sous la 'peau' de la surface portante. Originalités en l'état de l'art : actuation distribuée, faible coût énergétique: récupération et restitution d'énergie vibratoire Concepts à partir de systèmes biomimétiques de grands oiseaux



**FLAPPING WINGS** : Biomimétique - ailes de chauve-souris. Photo A. Hedenström, Lund Univ. Suède



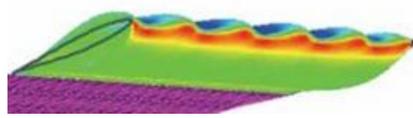
**PLUMES DU BORD DE FUITE** : Manoeuvrabilité, augmentation de portance. Photo D.W. Bechert, Naturwissenschaft, 2000.



**VOLS GRANDES DISTANCES** : Utilisation du gradient de vitesse - Albatros, Photo Glen Fergus



**AILERONS ET PLUMES DU BORD DE FUITE** Grands oiseaux prédateurs. Réduction du bruit aérodynamique et croissance des performances en phases d'atterrissage/décollage. Le vautour moine, classé par l'UICN sur la liste rouge des espèces menacées. Photo Martin Bureau/AFP, Le Monde



**ONDULATION DU BORD D'ATTAQUE** d'aile pour diminuer la traînée, inspirée du 'Humpback Whale tubercules', F. Fish & G. Lauder Annual Review Fluid Mech., 2006

### Animation:

- Organisation de workshop annuels. 'Pré-kick-off' : 16-17 juin 2011, ENSEEIHT-IMFT en association avec les préparatifs du projet européen EMORPH. 'Kick-off' : 30 mars 2012, IMFT
- Invitation de chercheurs 'senior-scientists'
- Organisation de congrès international: Congrès ERCOFTAC, « *Unsteady Separation in Fluid-Structure Interaction* », 17-21 Juin 2012, Mykonos, Grèce, [www.smartwing.org](http://www.smartwing.org)

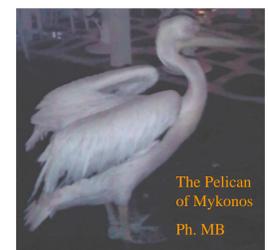
### Résultats attendus

**Réalisation d'un démonstrateur expérimental pour chaque projet du chantier, basé sur une triple approche:** Théorique, numérique (CFD-CSM), expérimentale.

Réalisation de concepts de morphing innovants pour les pales des rotors des drones, des ailerons de bords de fuite et de systèmes de 'plumes électroactives' inspirées de biomimétique : amélioration de la 'figure of merit', augmentation de portance et réduction de traînée tout en réduisant le bruit.

**Collaboration:** MIT, Brown, NSF, TUB, KTH, FOI, Univ Liverpool, Bath, Swansea, Lund. Intérêt industriel : Airbus, Ratier, Alenia, Dassault, Eurocopter, Piaggio.

Projet européen en préparation, 7<sup>e</sup> PCRD: EMORPH



# Chantier « Micro Air Vehicle Research Center »

Un consortium multidisciplinaire de 8 laboratoires de recherche concepteurs ou utilisateurs de systèmes de micro-drones



## Des actions d'animation de la recherche



Atelier annuel



Garden workshop



Ecole d'été

## Deux projets innovants

### Sky-Scanner



Observation du ciel par navigation coopérative autonome de mini-drones instrumentés de longue endurance

Le projet « Sky-Scanner » se propose d'exploiter le vol en formation de mini-drones instrumentés coopérant de manière autonome pour « scanner » un volume d'atmosphère afin de caractériser la formation de phénomènes aérologiques (formation des nuages, etc). La navigation coopérative permet de bénéficier de la réallocation autonome des tâches et de la répartition de l'instrumentation (Fig. 1). Une flotte de mini-drones de longue endurance est ainsi nécessaire pour permettre la mise en œuvre d'une mission de surveillance sur un large domaine. La numérisation d'un volume de ciel est compatible avec des relevés au sol sur de larges fauchées (Fig. 2).

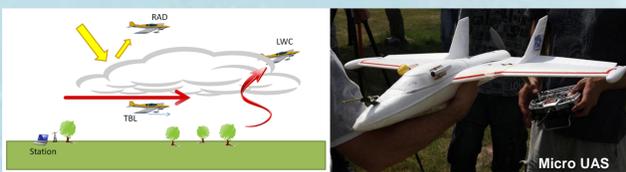


Fig. 1 - Mission de relevés météorologiques - système de drone instrumenté ENAC-CNRM

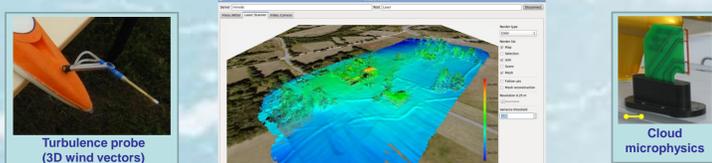


Fig. 2 - Relevés au sol par système de drone - image ONERA

### Compact-Explorer



Exploration et cartographie 3D de grottes ornées à l'aide d'un système de micro-drone compact

Le projet « Compact-Explorer » envisage d'étudier les ruptures technologiques associées à l'exploration de grottes archéologiques à l'aide d'un système de drone compact et robuste à la collision avec les parois. L'idée est de réaliser une exploration en lumière froide et de cartographier en 3D l'environnement inconnu (hors GPS) dans lequel évolue le micro-drone. Sur le plan du vecteur aérien, le challenge consiste à réaliser un aéronef capable de s'insinuer dans les diverticules d'une grotte tout en pouvant embarquer une charge utile significative pendant un temps assez long. Le projet comporte l'étude de proximités radiométriques et de télémétrie 3D (Fig. 2).

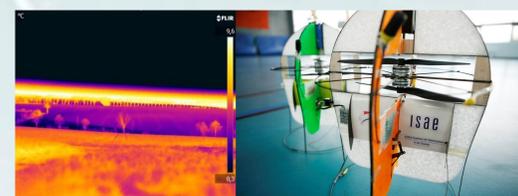


Fig. 2 - Thermographie IR (laboratoire TRACES) micro-drone Vision' Air (ISAE)

# Contrôle des écoulements

→ Proposition de chantier RTRA FloCon (**Flow Control**)

Démarrage possible : mars 2013

**Animateur** : Christophe Airiau, Institut de Mécanique des Fluides de Toulouse (IMFT),

**Partenaires principaux** : Jean-Pierre Raymond ( IMT ), Denis Arzelier, ( LAAS ),

Daniel Caruana et Estelle Piot ( ONERA ), Laurent Joly ( ISAE ), Jean-Pierre Bœuf, ( LAPLACE )

## 1 - Objectifs

- Créer des synergies et associer des compétences locales dans les domaines de la mécanique des fluides , des mathématiques appliquées, des systèmes et de la physique des plasmas
- Aboutir à des avancées en termes de **modélisation** et de **simulation**, éventuellement avec l'aide d'expérimentations, sur la thématique du contrôle **actif** des écoulements et des systèmes couplés fluide-structure
- Aller vers une approche **pluri-disciplinaire**



Fig.1 : Plaque équipée d'actionneurs piézo-électriques et d'un réservoir cylindrique en bout . Atténuation active des interactions des modes de ballonnement et des vibrations structurelles (2012, LAAS & ISAE)

$U_0=37\text{m/s}$  – turbulent B.L. – Tripping transition  
PIV measurements

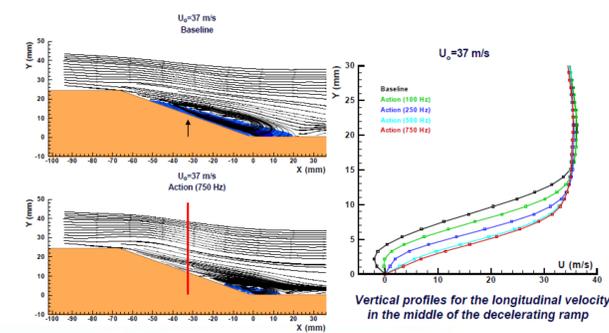


Fig. 2 : Effet d'un contrôle par jet plasma dans une couche limite turbulente décollée (2012, ONERA)

## 3 - Moyens, programmes d'action

➤ Programme scientifique autour de 2 axes majeurs:

1. **Contrôle des écoulements en boucle fermée en interaction fluide-structure (IFS)**

2. **Analyse de réceptivité (sensibilité) d'écoulements aérodynamiques**

➤ Exemple de problèmes : IFS autour d'un obstacle, sensibilité et contrôle aéroacoustique sur paroi élastique ou à impédance variable, contrôle expérimental du ballonnement (**fig.1**), réceptivité et contrôle avec des jets plasmas (**fig. 2**), actionnement et réceptivité des tourbillons de sillages.

➤ Définitions précises et cadencées d'actions collectives et collaboratives locales, nationales ou internationales, mise en commun de moyen, partage du savoir et des outils, école d'été, ateliers de formations

➤ Association avec des PMI ou start-up pour la technologie innovante

## 4 - Perspectives, résultats escomptés

➤ Obtention de stratégies de contrôle adaptées

➤ Génération ou adaptation de codes numériques couplés : DNS - modèles de structures, réduction de modèles (TRPOD, DMD), optimisation, problème adjoint, analyse de sensibilité

➤ Génération de modèles physiques ou numériques d'actionneurs

➤ Compréhension de la physique d'écoulements actionnés

## 2 - Points durs

➤ Problèmes à grand nombre d'inconnues :

10 000 → 10 Millions

- Non linéarité de la physique et/ou des lois de contrôle
- Robustesse des lois de contrôle
- Développements ou utilisations d'actionneurs ou capteurs modernes dédiés
- Modélisation d'actionneurs ou d'estimateurs
- Réceptivité des écoulements à des perturbations
- Complexité de la (multi-)physique d'écoulements actionnés.

## Quelques invités possibles:

- C. L. Rowley , Princeton University
- Gilead Tadmor, MIT
- J. Sheridan, Monash University,
- Sanjay Mittal (IIT Kanpur).
- Miroslav Krstic, Daniel L. Alspach , University of California at San Diego
- Michael Overton, New York University
- Michael Demetriu, Worcester Polytechnic Institute, Massachussets,
- David Ewins, University of Bristol, UK,
- O. Savas, Berkeley university
- S. Tavoularis, Ottawa university
- H. Hangan, Western University London, Ontario
- Jorn Sesterhenn, T.U. Berlin
- Mingjun Wei, New Mexico state university
- Louis Cataffesta, University of Florida
- Mohammad Samimy, Ohio State University
- Prof. Thomas Corke, Univ. of Notre Dame, Notre Dame
- Prof. Mark Capelli, Stanford University
- Prof. Igor Adamovitch, Ohio State University, Columbus