



RTRA PETIT DEJEUNER – CITE DE L'ESPACE, 6 JUIN 2012

Fondation de Coopération Scientifique Sciences
et Technologies pour l'Aéronautique et l'Espace



RTRA – « Réseau Thématique de Recherche Avancée »

**«La Biomimétique et le Morphing
au sein du chantier RTRA 'SMARTWING'»**

Marianna BRAZA

IMFT-CNRS

PARTENAIRES SMARTWING

•ISAE **J.M. Moschetta**



•LAPLACE **J.F. Rouchon**



•ONERA **P. Fabiani**



•IMT **M. Fournié**



• IMFT - Coordonnateur



PROJECT : 01/02/2012- 28/02/2015

pre- 'kick-off': 16-17 juin 2011

'kick-off': 30 mars 2012

□ PROJET DYNAMORPH au sein de SMARTWING

•OPTIMISATION DE FORME DES AERONEFS (PALES, AILERONS)

ET DE LA MANOEUVRABILITE DES DRONES

A L'AIDE DE NOUVEAUX CONCEPTS DE MORPHING ET DE

LEUR HYBRIDATION

inspirés en grande partie de la Biomimétique*
en nombre de Reynolds élevé

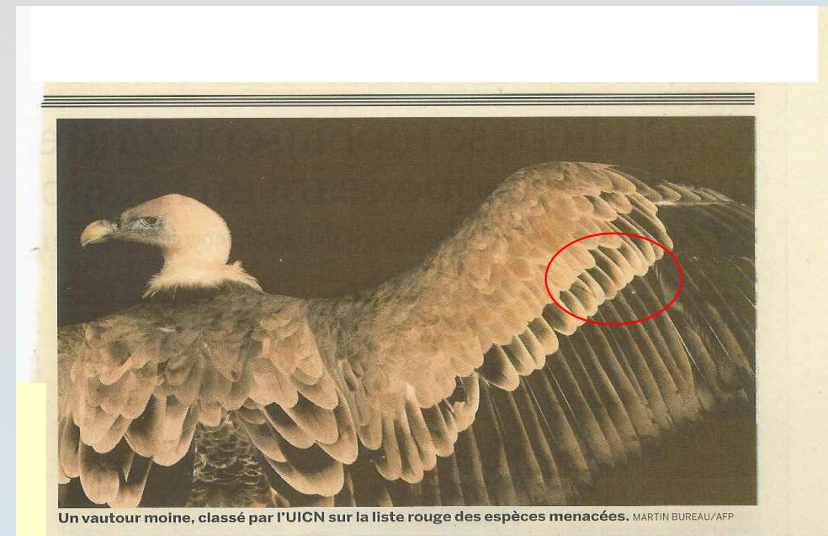
- matériaux de type composites ioniques* :
- mini-piezoactuateurs
- alliages à mémoire de forme

*Oiseaux de grande envergure

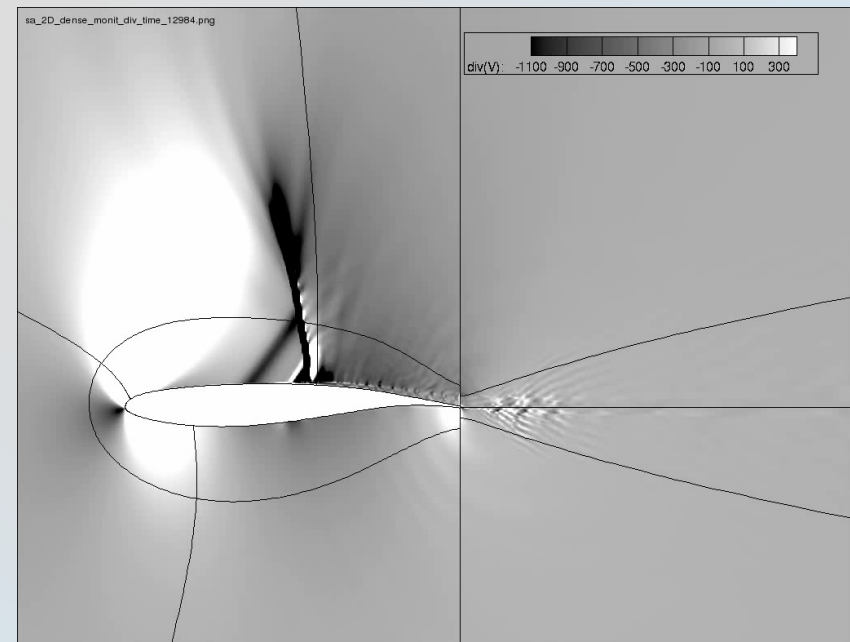
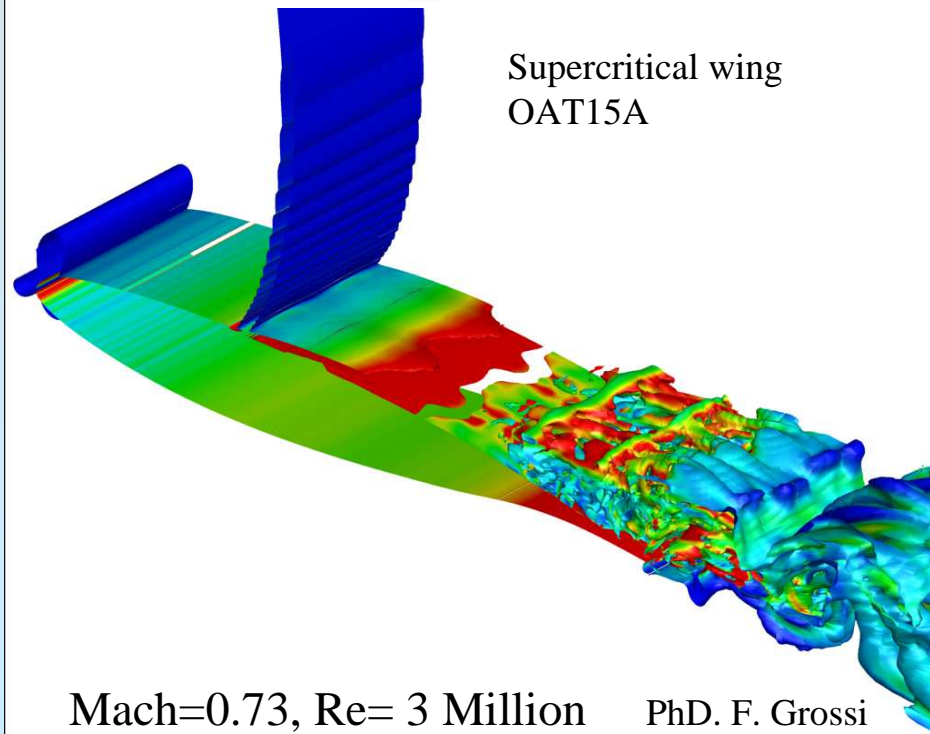
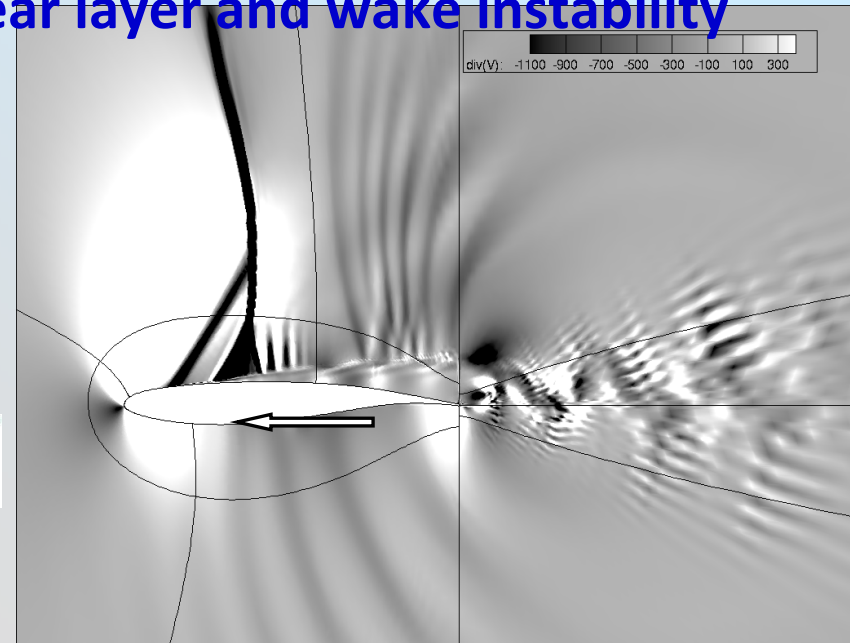
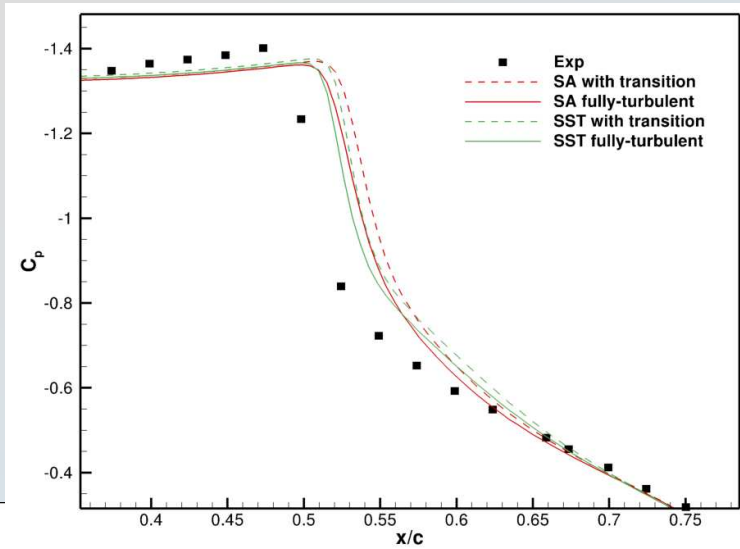


❑ ASPECTS NOVATEURS

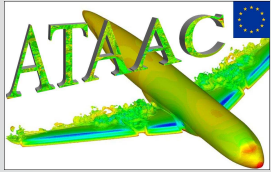
- **Système d'aile de bord de fuite complexes** – morphing par PVDF
fonctionnement des plumes électroactives
- Augmentation de la portance en régime de faible vitesse
- **couplage fort fluide - structure :**
- **actuators rapides de petite amplitude à des actuators lents de forte amplitude : verrou physique à l'accession à des *gains de performances***
- **Collaboration avec l'équipe du Prof. Henderstrom et Dr. Norberg– Lund - Suède**



- Transonic buffet interaction with shear layer and wake instability

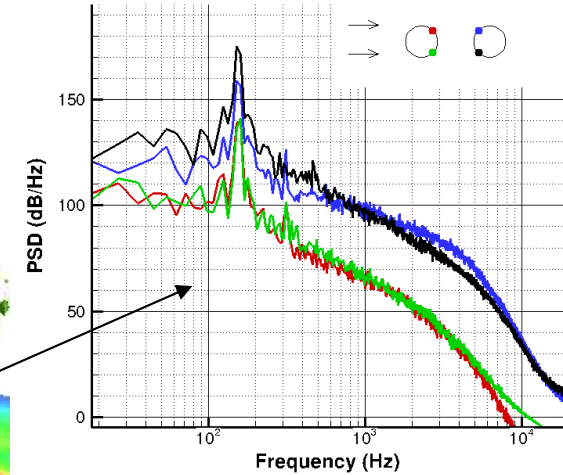
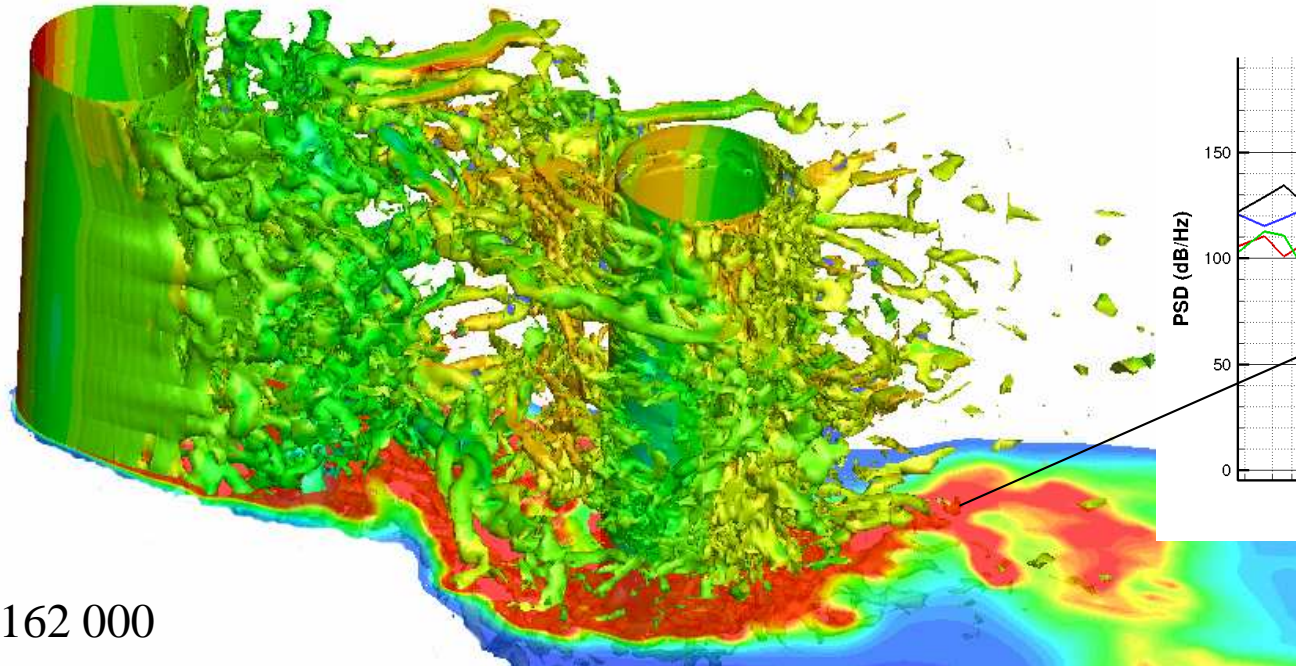


PhD D. Szubert OES Modelling - NSMB

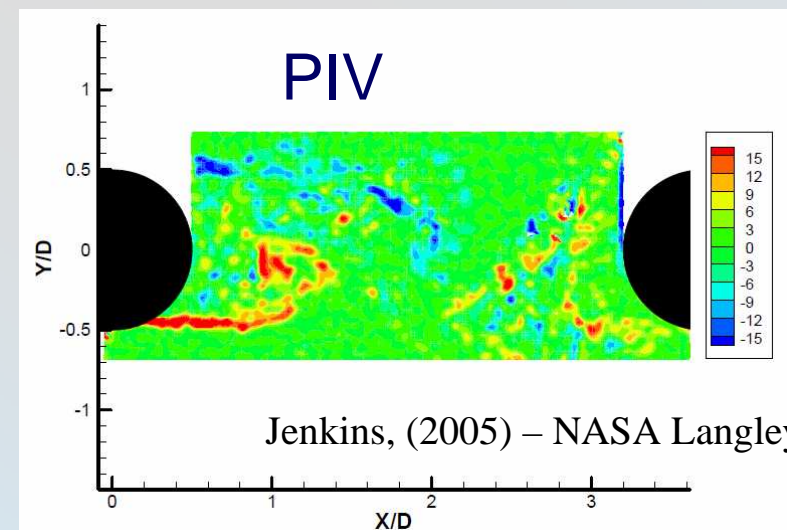
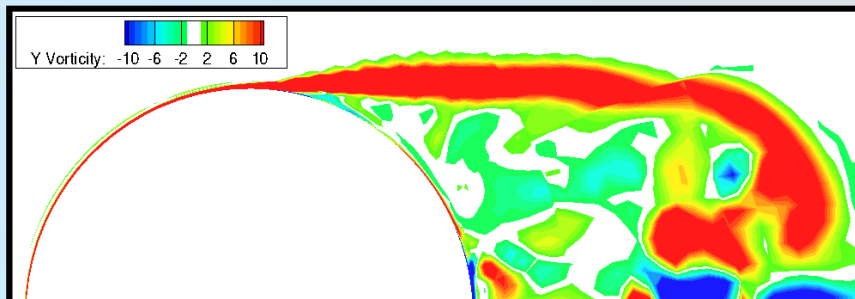


The shear-layer instability :

source of aerodynamic noise. Tandem Cylinders – landing gear



DDES $k-\omega$ -OES modelling – NSMB 6.4

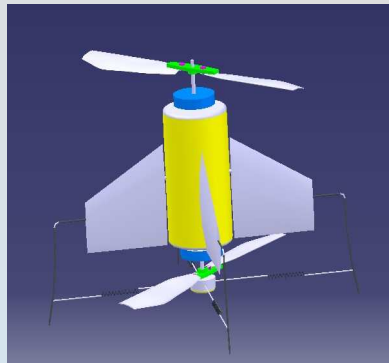


DE LA PETITE ECHELLE VERS L'ECHELLE AVION...

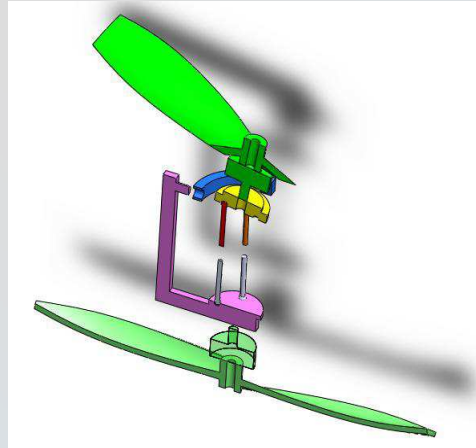


I. Vers un démonstrateur de drone électroactif

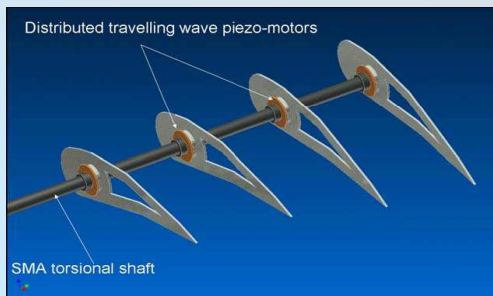
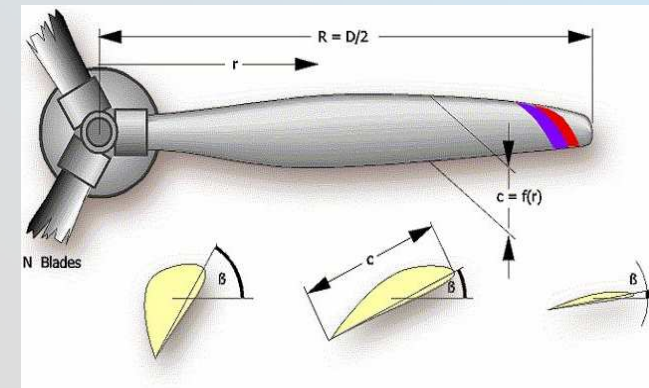
Concept 1
morphing gouverne **EMMAV**
2009-2012



Concept 2 commande
**têtes de rotors par
muscles artificiels:**
DYNAMORPH 2011-2014

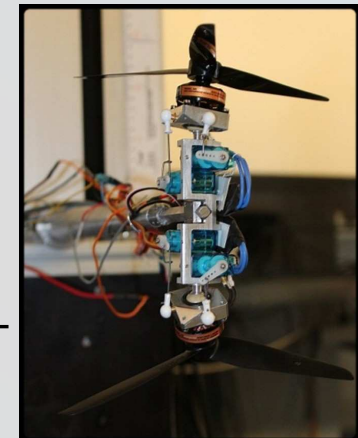


Concept 3
*commande par pales
électroactives*
DYNAMORPH



Poussée vectorielle – ISAE
S. Prothin – JM. Moschetta

General concept SMARTWING/DYNAMORPH
- Hybridation concept : Distributed small piezo-actuators *and* Shape Memory Alloys
- Low actuation cost thanks to:
capacity of vibratory energy recuperation and restitution

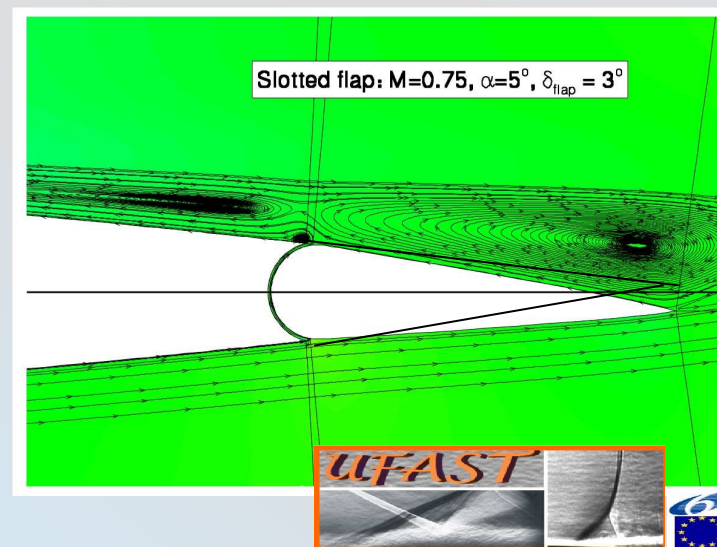
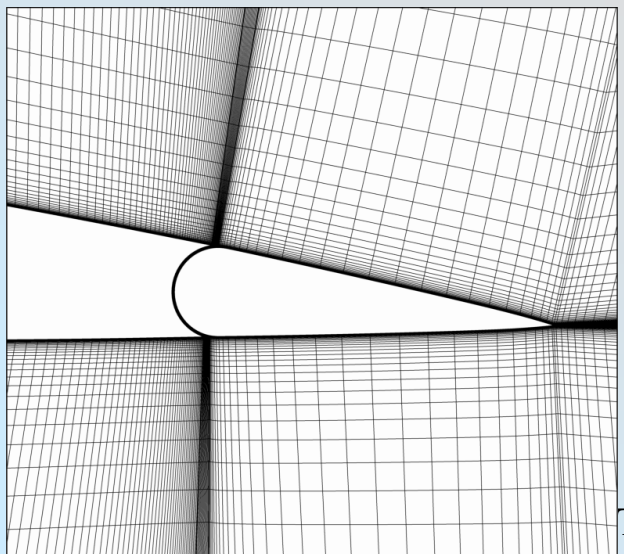


□ II.ELECTROACTIVE MORPHING AT INTERMEDIENT SCALE: THE FLYING FISH (Aile de raie)

New aircraft generation with deformable wings and ailerons attending optimal shape in real time



III Grande échelle : Ailerons, volets, gouvernes, rotors



MORPHING électroactif – 3 échelles de temps

20^{ème} Congrès Français de Mécanique
ICTAM

Besançon, 29 août au 2 septembre 2011
Beijing, Août 2012

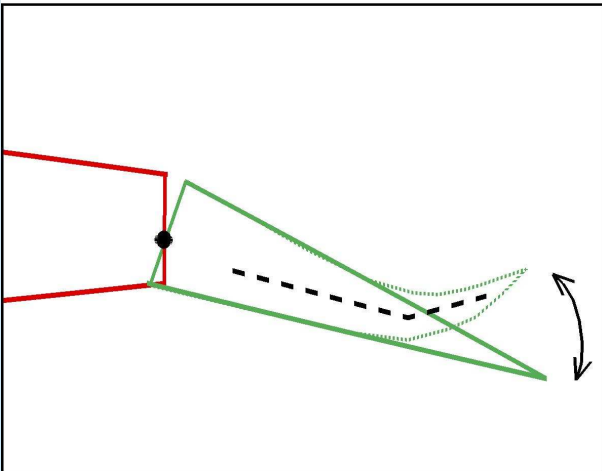
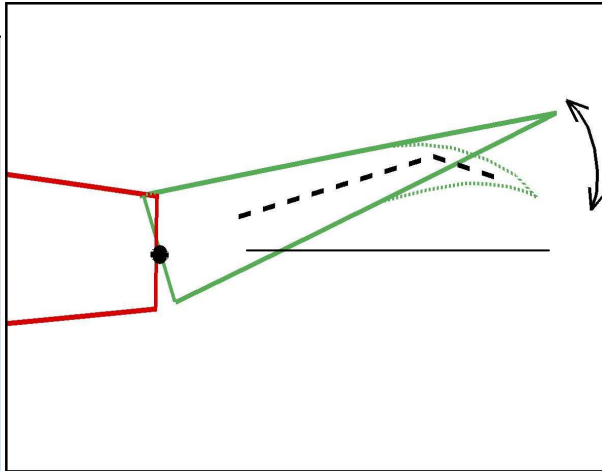


I. ECHELLE LENTE – GRANDES DEFORMATIONS
ACTIVATION D'UNE VOILURE DEFORMABLE PAR DES
CABLES D'AMF REPARTIS EN SURFACE



II. Morphing Electroactif – échelle rapide

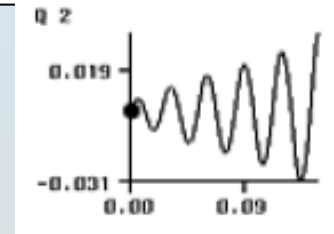
- DYNAMIC ACTUATION AT REAL TIME
- MINI-PIEZOACTUATEURS



α

a

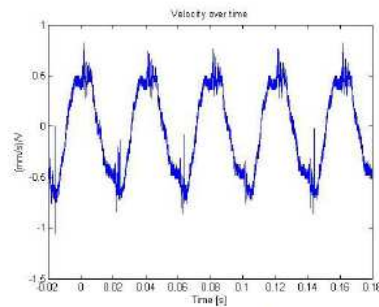
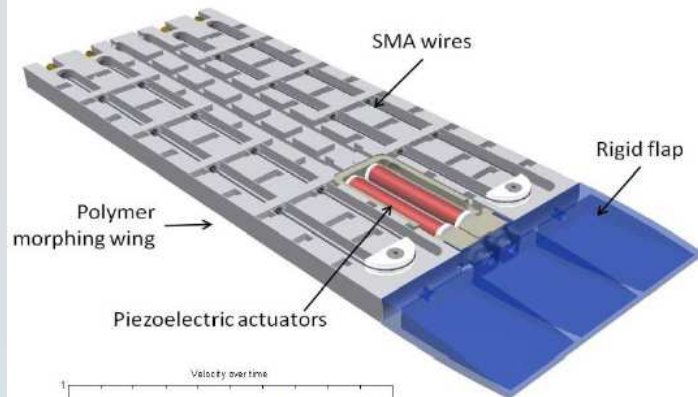
$$\alpha \pm \varepsilon(t)$$



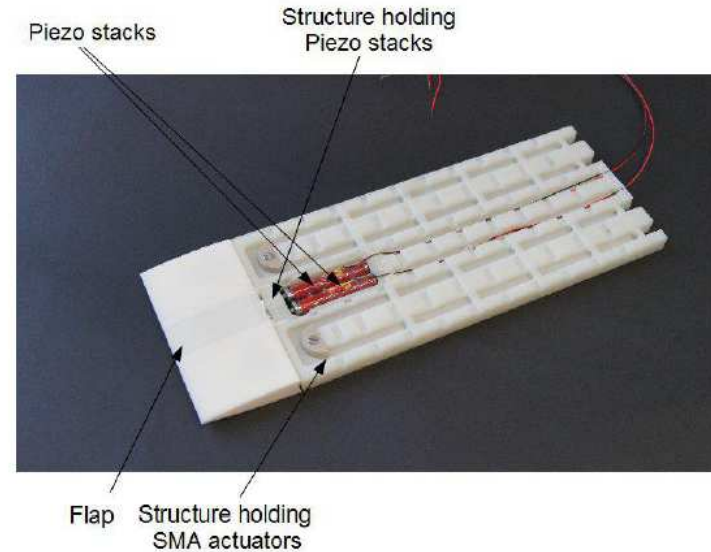
The optimal form is a function of a and depends on M , Re flow regimes

Deformation is reached by continuously distributed E-materials according to optimum design shape

III. Association échelle lente – grandes déformations et échelle rapide – piezoactuateurs. PROTOTYPE D'HYBRIDATION AMF-PZT



800 V square wave at 25 Hz
 $y=125(\text{mm/s})/V$



- 2 mm peak to peak deformation
- frequencies up to 25 Hz evaluated
- different signals



Intérêt de cette configuration : Les 2 céramiques agissent comme actionneur/Capteur

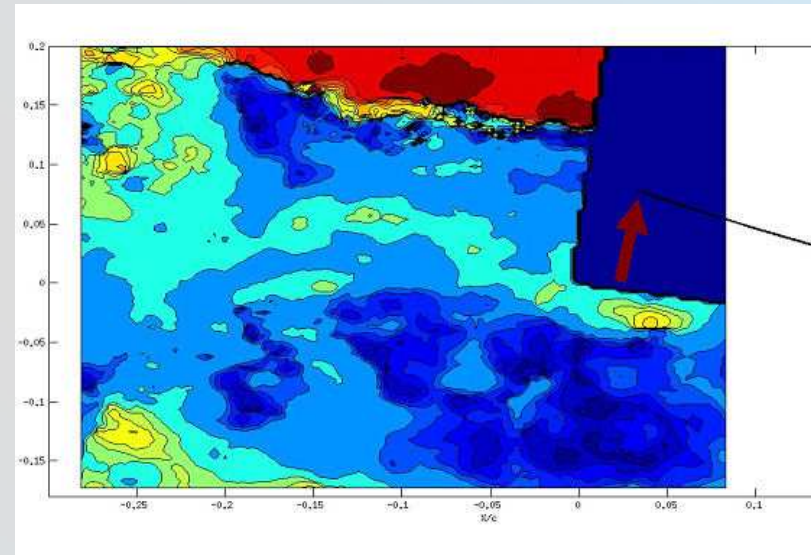
MORPHING DE VOLET DEFORMABLE PAR ALLIAGES A MEMOIRE DE FORME – « SHAPE MEMORY ALLOYS » – INSTRUMENTE AU LAPLACE

AMELIORATION DE LA VITESSE DE REFROIDISSEMENT –
ACTIONNEMENT PLUS RAPIDE

MESURE DU CHAMPS DE VITESSE INSTATIONNAIRE DANS LA REGION
PROCHE EN SOUFFLERIE S4 - IMFT

Un film a été enlevé à cause de la
taille

Pour visionner les films du morphing
cliquer sur www.smartwing.org



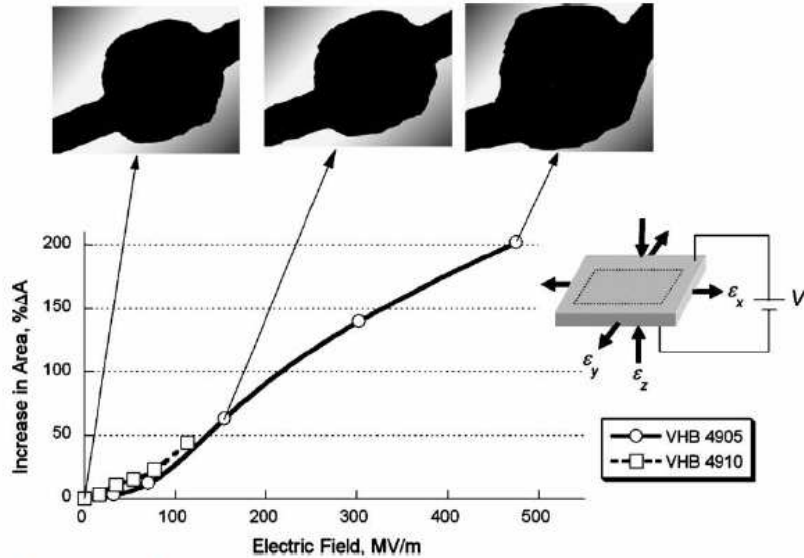
TRPIV, acquisition par caméra
ultrarapide 'Vision Research', 6 KHz

Service signaux-images IMFT

M. Chinaud, J.F. Rouchon, E. Duhayon

Les polymères électroactifs PVDF en Biomimétique:

Imiter le fonctionnement des plumes des bords de fuite



Influence of frequency and prestrain on the mechanical efficiency of dielectric electroactive polymer actuators

R. Palakodeti a, M.R. Kessler b, Materials Letters 60 (2006) 3437–3440

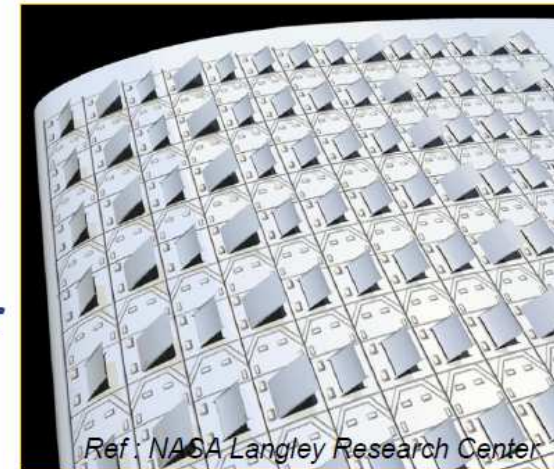


Application of Polypyrrole Actuators:
Feasibility of Variable Camber Foils

John D. W. Madden, Member, IEEE, Bryan Schmid, Martin Hechinger,

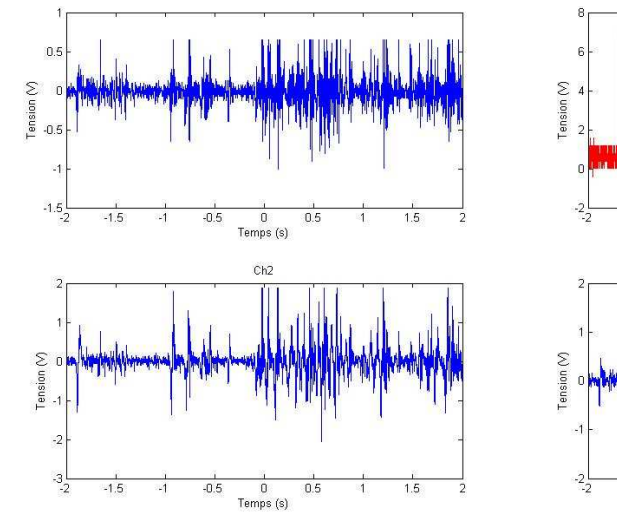
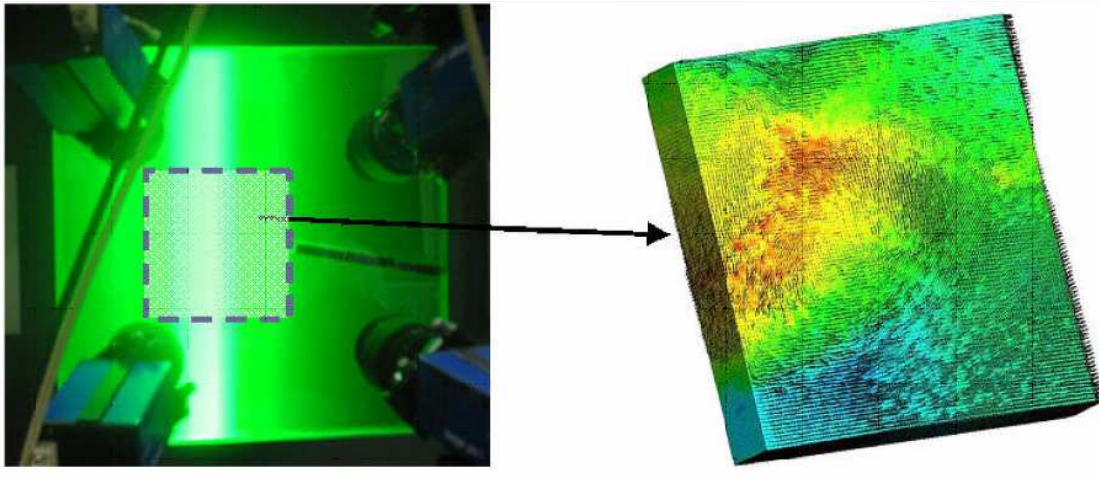
Serge R. Lafontaine, Peter

IEEE JOURNAL OF OCEANIC ENGINEERING, VOL. 29, NO. 3, JULY 2004



Actionnement polymère au stade de la faisabilité avec caractérisation expérimentale de prototypes.

Capteur exploitable
Actionneur pour microdrones ou pour applications biomimétiques



Un film a été enlevé à cause de sa taille.

Pour visionner les films du morphing,

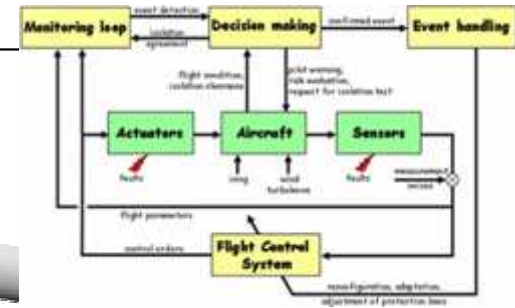
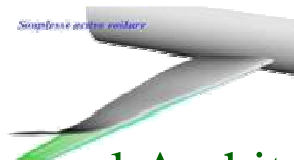
cliquer sur www.smartwing.org

le site du SMC, « SMARTWING MORPHING
CENTRE »

LAPLACE PVDF cilia past trailing edge – TRPIV – S4 wind tunnel IMFT

Onera / Systems Control & Flight Dynamics Dpt.

- Automatic control
- **Controller Design & Flight Control**



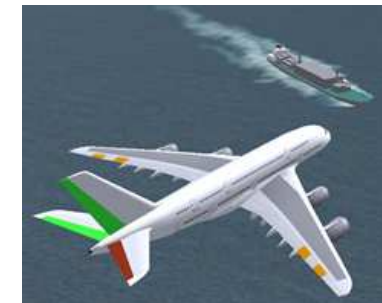
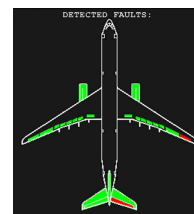
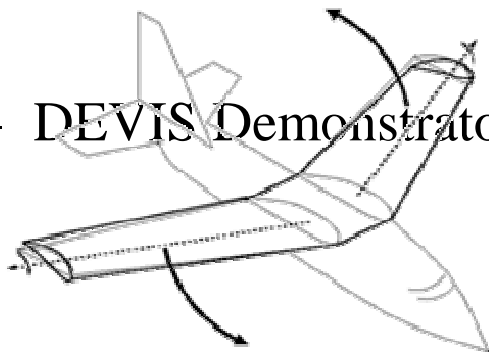
– Methods & Tools for **Control Laws** & **Control Architecture**

– **Morphing aircraft** (AVISAC project)



– IMMUNE **Intelligent Monitoring** & **Autoreconfiguration**

– DEVIS Demonstrator of **Innovative Actuators** Wing



La biomimétique à l'aide du Morphing

Retombées attendues

- Augmentation des performances aérodynamiques (C_z/C_x)
- Atténuation des instabilités (flottement, tremblement, K-H, ...)
- Réduction du bruit aérodynamique
- Economie de carburant – ‘greening’



La Nature au service de l'Humanité