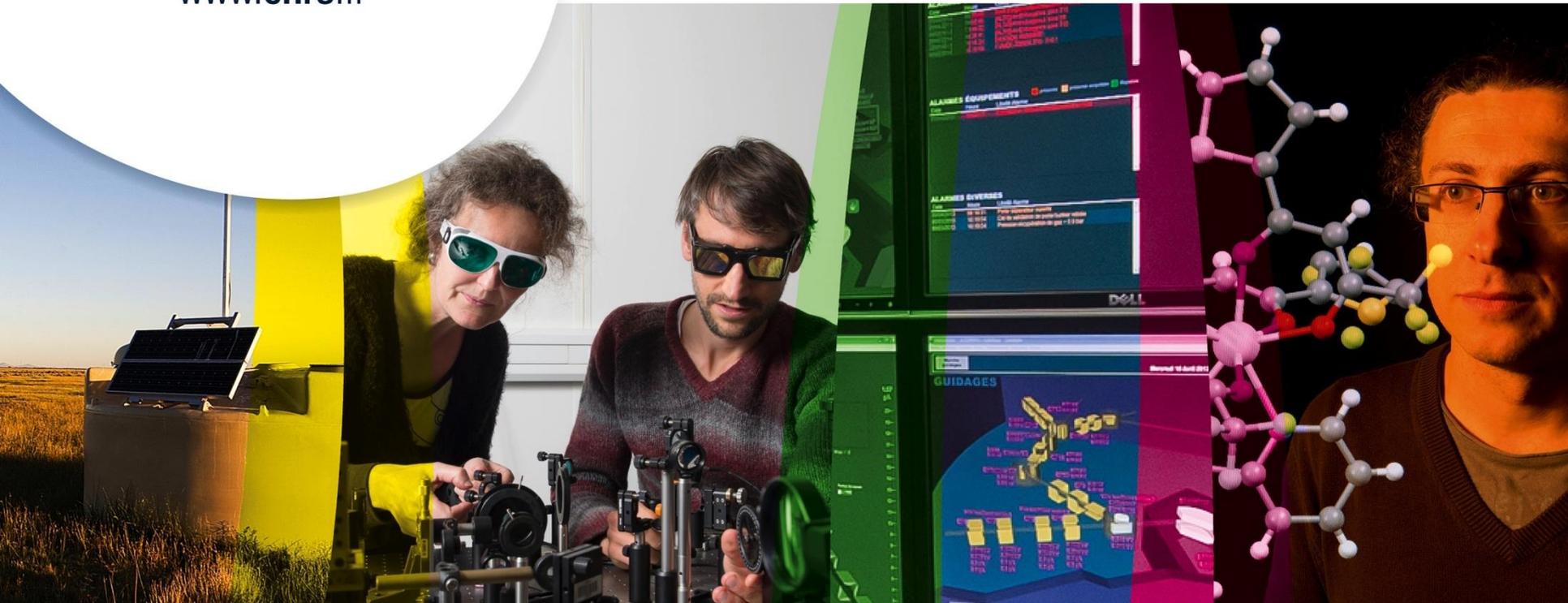


Automatique et les systèmes aérospatiaux

Ali Zolghadri, Professeur à l'Université de Bordeaux, chercheur au laboratoire de l'Intégration du matériau au système (IMS - (CNRS/Université de Bordeaux/Bordeaux INP))



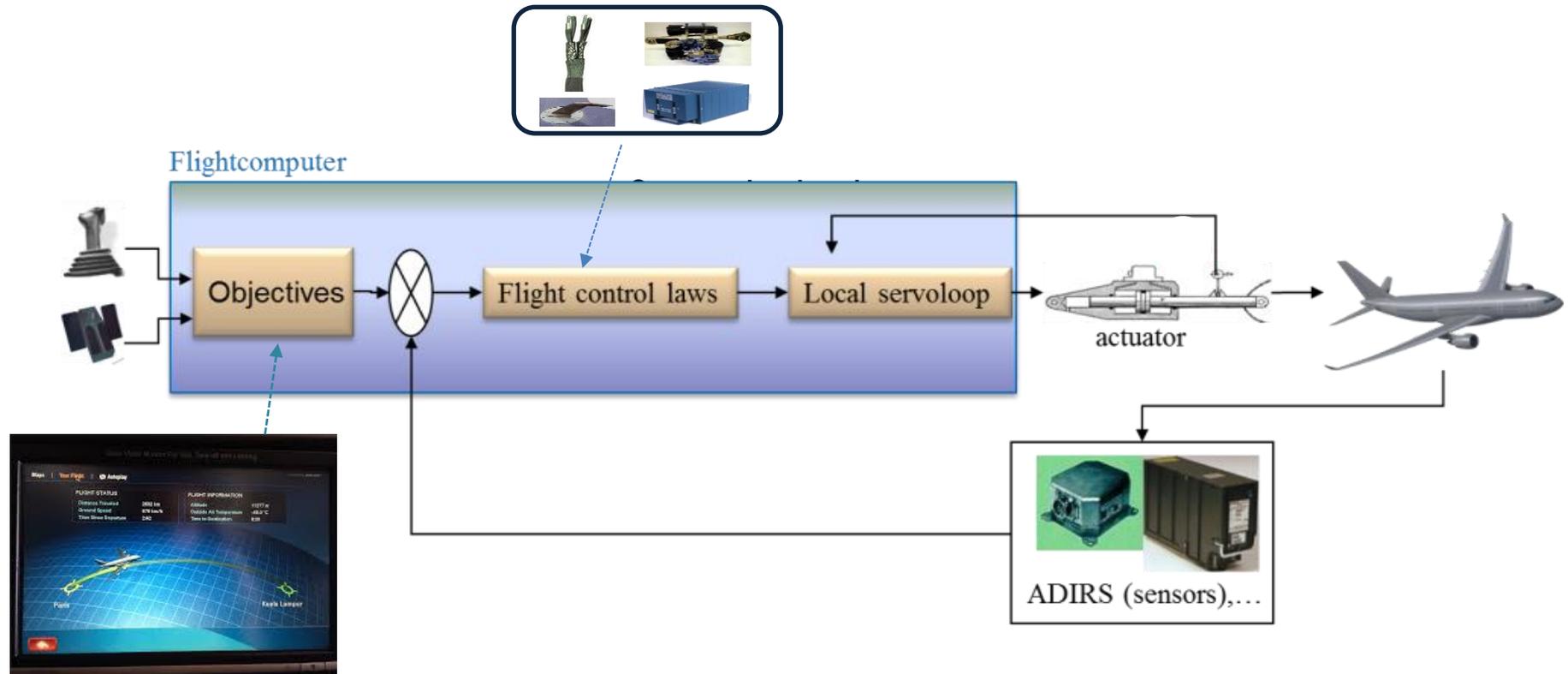
www.cnrs.fr



Le système de Guidage, Navigation et Contrôle



Aéronautique

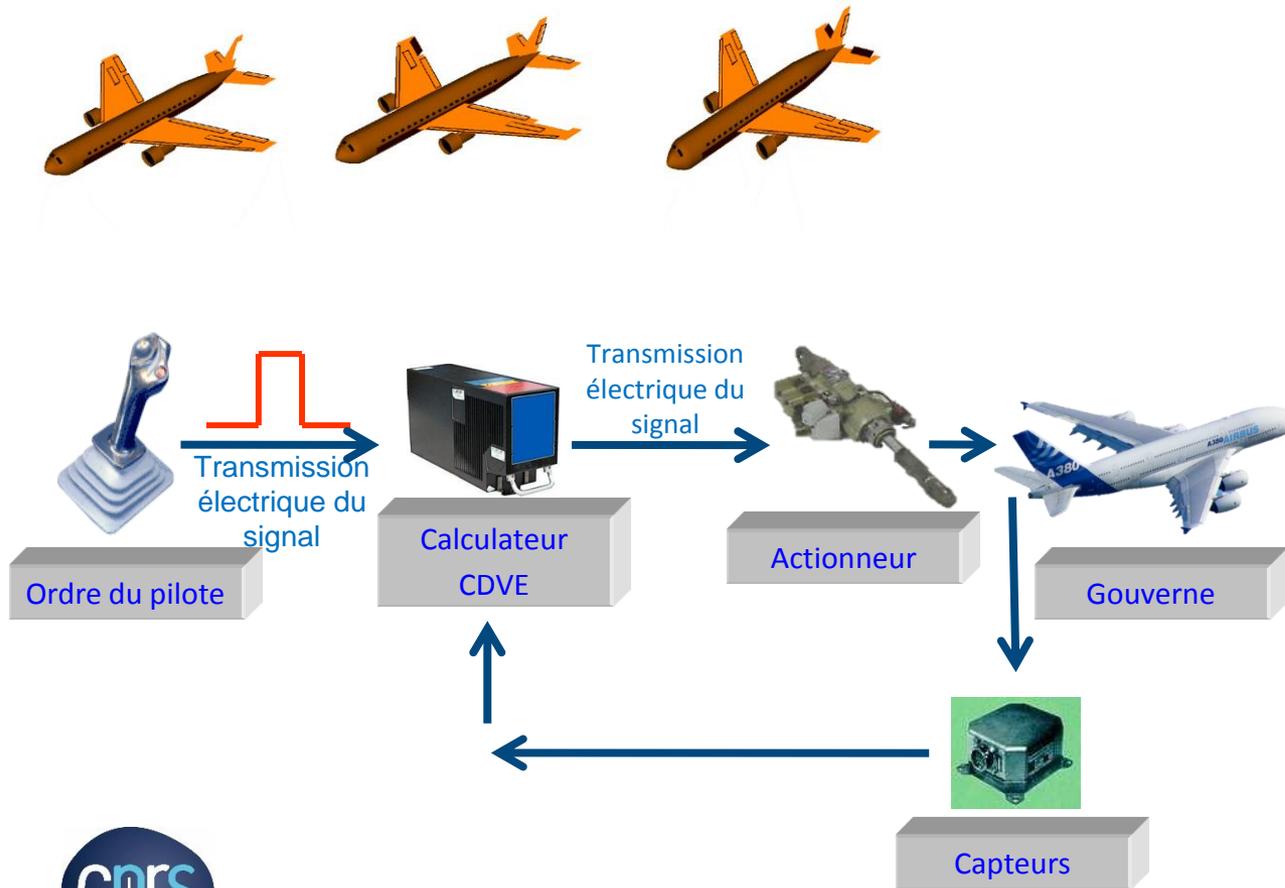


Défi pour l'automatique

- **Le cas dimensionnant est la plus grande difficulté à surmonter** : Il faut que le système fonctionne quelles que soient les conditions de vol nominales, et également dans des conditions de vol extrêmes, complexes ou dégradées, voire non prévues et à risque ...

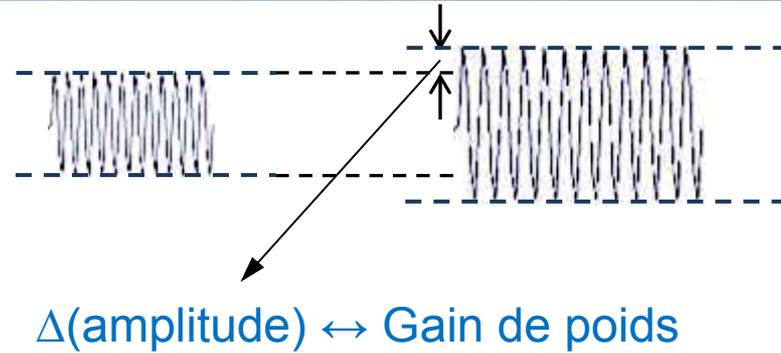
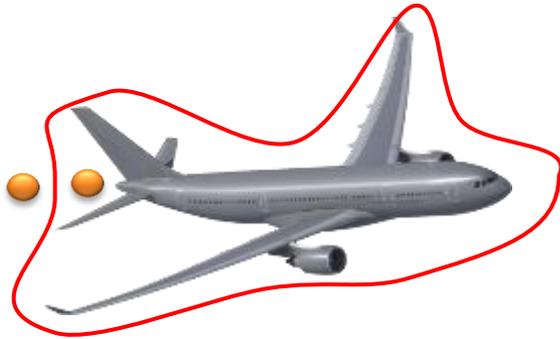


Surveillance du système de commandes de vol

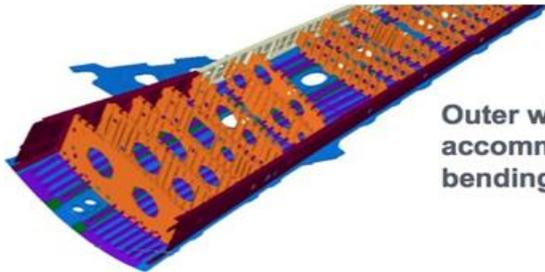


Impact environnemental

Des algorithmes pour moins polluer



→ Renforcement de la structure

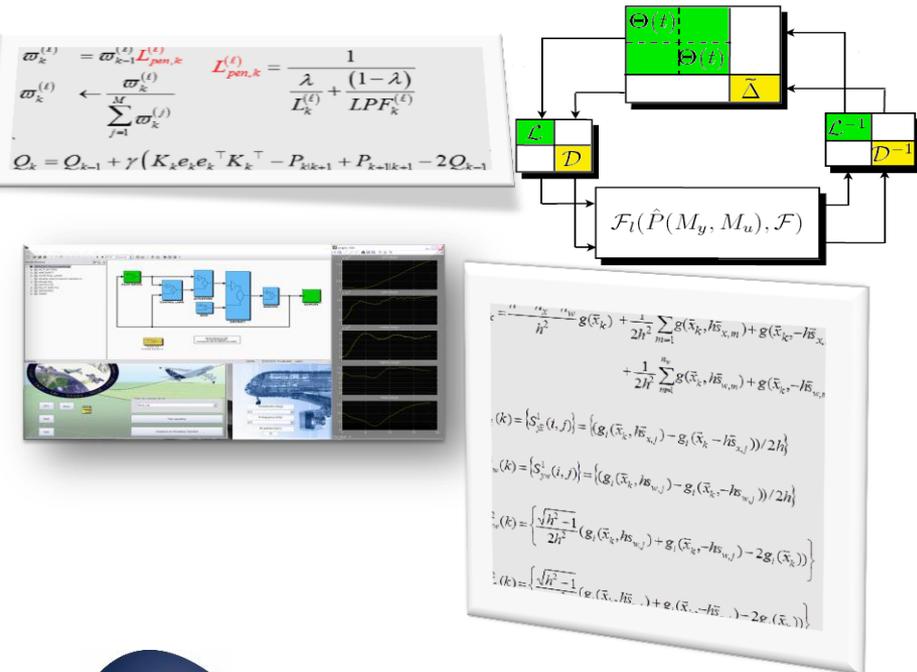


Outer wing reinforcement to accommodate higher bending yaw and torque

**Optimisation du design structural:
Gain de poids, consommation réduite,
impact environnemental amélioré**

Un exemple d'innovation: Airbus A350

Recherche académique au laboratoire...



Tests / validations / évaluations au sol et en vol...



Niveaux de maturité technologique

**15 janvier, 2015: Premier vol commercial de l'A350 XWB
(Doha–Frankfort, Qatar Airways)**

Certification Europe: European Aviation Safety Agency (EASA): Sep. 2014
Certification USA: Federal Aviation Administration (FAA): Nov. 2014

TRL9

2012-2014: Les activités de V&V en vol; optimisation
du code, adaptation au programme cible (A350)...

TRL6–8

2009-2012: Les activités de V&V au sol: Evaluation sur les moyens
d'essai d'Airbus (Banc d'actionneurs et d'intégration système ...)...

TRL4–5

2007-2009: Concepts / idées de base / développements théoriques /
publications / brevets / simulations au labo et sur des plateformes
représentatives / paramètres de réglage ...

TRL1–3

≈ 8 ans



Zolghadri et al. Model-based fault detection for aircraft systems: Annual Reviews in Control 2016.

Brevet: Zolghadri et al. Method and device for detecting oscillatory failures, United States Patent, N° 20100152925.

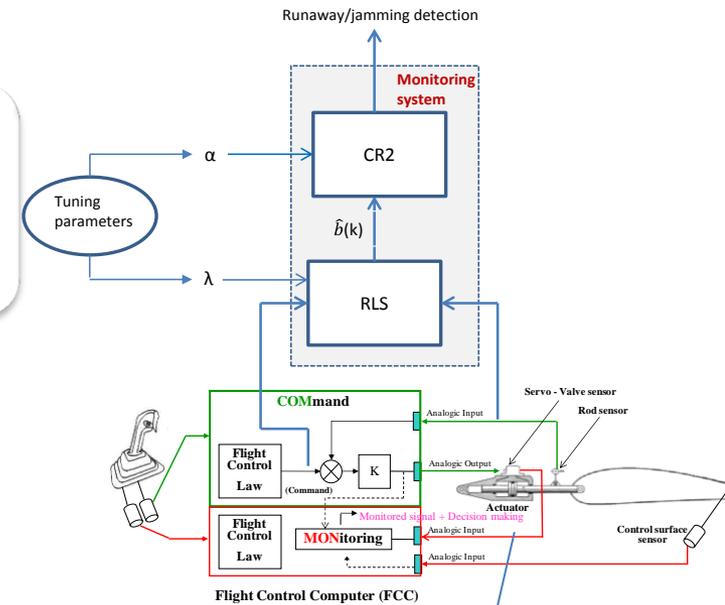
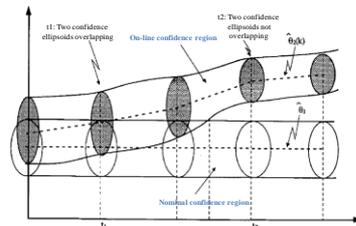
Techniques à base de modèle

Estimation des directions paramétriques sensibles aux défauts

Test de décision CR2

CR2 est un test de décision stochastique, par exemple, formellement:

$$P_f = \int_{\lambda_0^2 W^T P_0^{-1} W > \alpha} \dots \int \prod_{i=1}^2 f(\hat{\theta}_i - \theta / H_0) d\theta$$



- A. Zolghadri "An algorithm for failure detection in Kalman filters". IEEE Transactions on Automatic Control, 1996.
- A. Zolghadri et al. The American Institute of Aeronautics and Astronautics, Journal of Aircraft, 2016.

Défis de demain ?

L'avion du futur: plus vert, plus éco-efficient et plus sûr

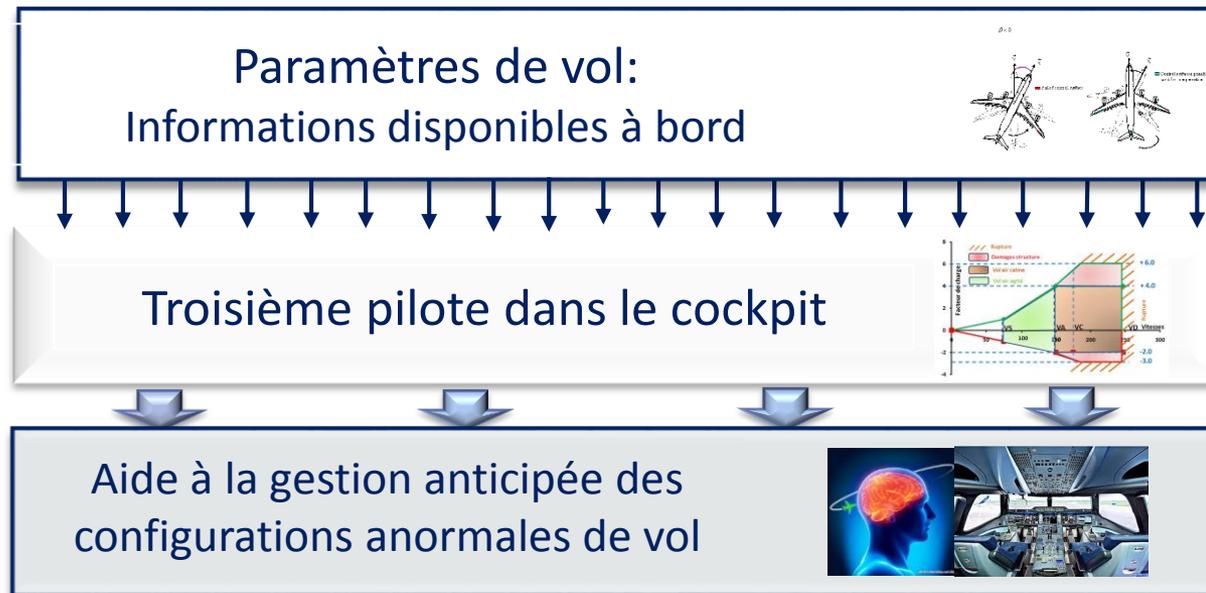
- Le trafic aérien double tous les 10 ans: défis technologiques majeurs pour le développement durable du transport aérien de demain (enjeu sociétal).
- Méthodologies innovantes (à base de modèle /données/connaissances) de système GNC tolérant aux fautes pour la gestion anticipée des configurations anormales de vol.





Défis de demain

■ Un « pilote virtuel » dans le cockpit du futur?





Gestion cyber-physique: défis scientifiques

- Passage à l'échelle des solutions algorithmiques distribuées: complétude / complexité / optimalité / modularité ...
- Fiabilité et robustesse
- Couverture des situations défailtantes, scénarios imprévus ...
- Contraintes opérationnelle: implémentation distribuée et coordonnée ...
- Coopération homme-machine dans le cockpit: partage d'autorité, modélisation cognitive, facteurs humains ...
- ...