



CoMoComp:

**Contrôle et monitoring multi-échelles
dans les composites et assemblages
multi-matériaux : de l'élaboration à la
durée de vie**

Thierry CUTARD et Chung-Hae PARK

Technologies clés :

« Contrôle et Monitoring » &

« Composites, nouveaux matériaux et assemblages »

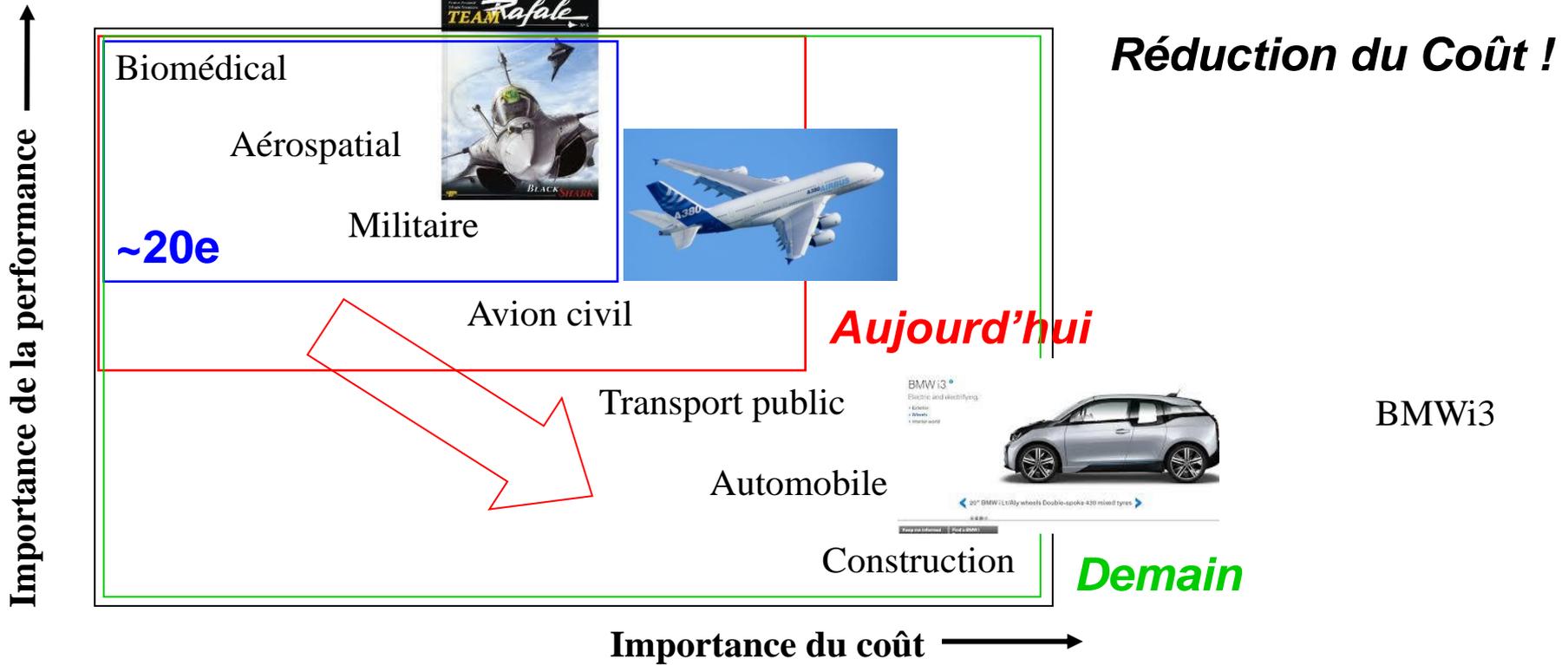


Projet Transversal:

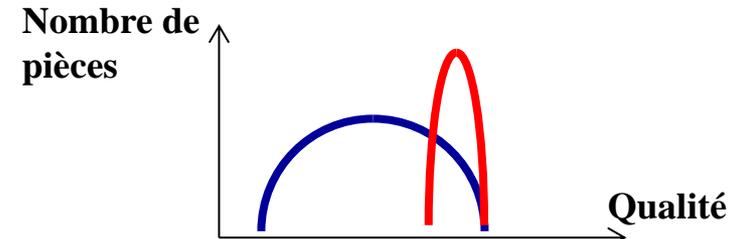
« Contrôle & Monitoring » et « Composites »

- **Acronyme.** CoMoComp
- **Leadership IMT.** Chung Hae Park (Mines Douai) et Thierry Cutard (Mines Albi)
- **Objectif & Différenciateurs IMT.** Contrôle et monitoring multi-échelles dans les composites et assemblages multi-matériaux: de l'élaboration à la durée de vie
- **Partenaires & Rôles.**
Académiques IMT : Mines Albi (ICA), Mines Douai (TPCIM et IA), Mines Saint-Etienne (MPE), Mines Paristech (CEMEF-Sophia, CdM-Evry, CMM-Fontainebleau), Mines Alès (C2MA), Mines Nantes (Prisma-Subatech), Telecom Sud-Paris (RS2M), Telecom Saint-Etienne (Europ),
Industriels : AIRBUS, ALSTOM, DAHER, HUTCHINSON, PLASTIC OMNIUM, STRATIFORME (PME ferroviaire), ..., NIMITECH, PME (fabrication composites, ...)
- **Budget, Volume H-M, Durée.** 5M€, 4ans.
- **Guichets Cibles & Justification.** PIAVE Industrie du Futur.
- **Date de dépôt anticipé.** 29/01/2016
- **Plateformes en support & Fonctions.** MIMAUSA (Albi), EXTREMOM (Douai), Miniprocessing (Sophia-Antipolis), Caractérisation (St Etienne, Evry et Fontainebleau), Europ (St Etienne)

Evolution des Applications Industrielles



- ✓ **Prix des matériaux? (Fibre carbone, PEEK)**
- ✓ **Coût de main d'oeuvre? (Délocalisation)**
- ✓ **Coût de maintenance? (Surveillance)**
- ✓ **Productivité ! (6 sigma, Kaizen)**



Challenges et Réponses: Composites en France



Prix des matériaux ?

Manque d'experts ?

Améliorer la productivité

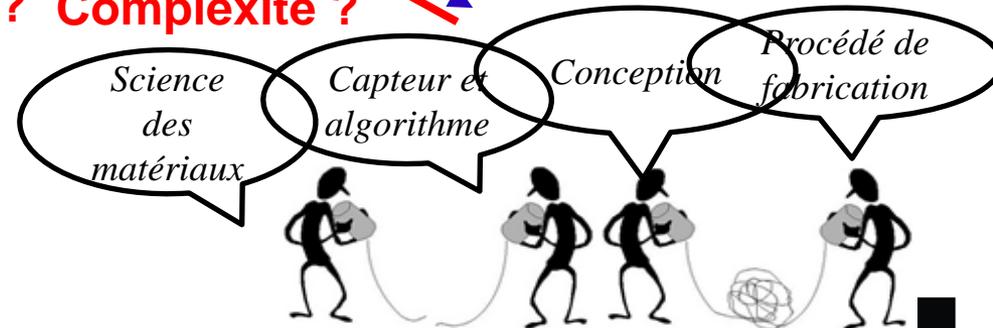
Smart factory



Innovation

R&D collaborative

Bas coût ? Complexité ?



Surveillance & Contrôle

Productivité ? : Process Intelligent ! **Maintenance ? : Structural Health Monitoring !**

Matériaux



Fibre



Renfort



Résine

Preformage / Drapage



Elaboration

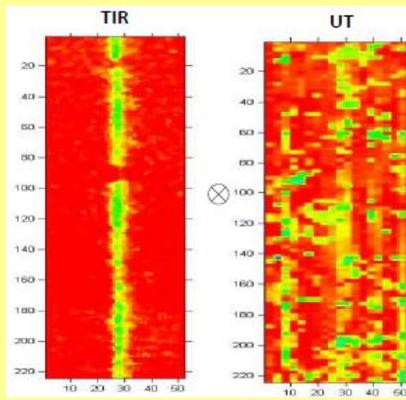
Imprégnation & Polymérisation



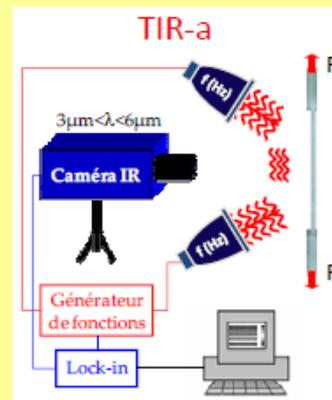
Assemblage



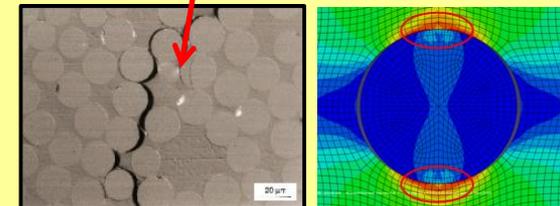
CND / SHM



Durée de vie



Fatigue / Vieillessement



Procédés de Fabrication des Composites



- ✓ *Procédé automatisé (par robot)*
- ✓ *Optimisation par algorithme*
- ✓ *Réduction du coût de main d'oeuvre*
- ✓ *Difficile de maîtriser le procédé!*

**Moyens de surveillance et de contrôle?
Conditions de procédé optimales ?**



- ✓ *Opération manuelle*
- ✓ *Dépendance du savoir-faire des ingénieurs*
- ✓ *Assurer une bonne qualité*
- ✓ *Coût de main d'oeuvre très élevé!*

Process Intelligent: Digital Manufacturing

Variabilité des matériaux, Perturbation du procédé → **Améliorer la reproductibilité !**



Opération
manuelle



Coût de main
d'oeuvre

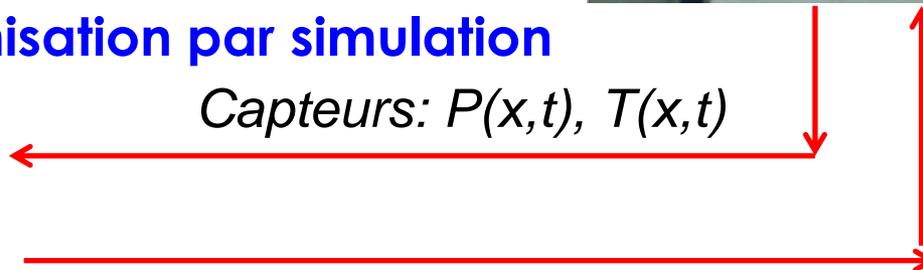


Contrôle actif

Optimisation par simulation



Capteurs: $P(x,t)$, $T(x,t)$



Actionneurs: $P_{inj}(x,t)$, $T_{mold}(x,t)$

Structural Health Monitoring

■ Contrôle Non-Destructif



■ Surveillance continue de la santé d'une structure composite par des capteurs intégrés



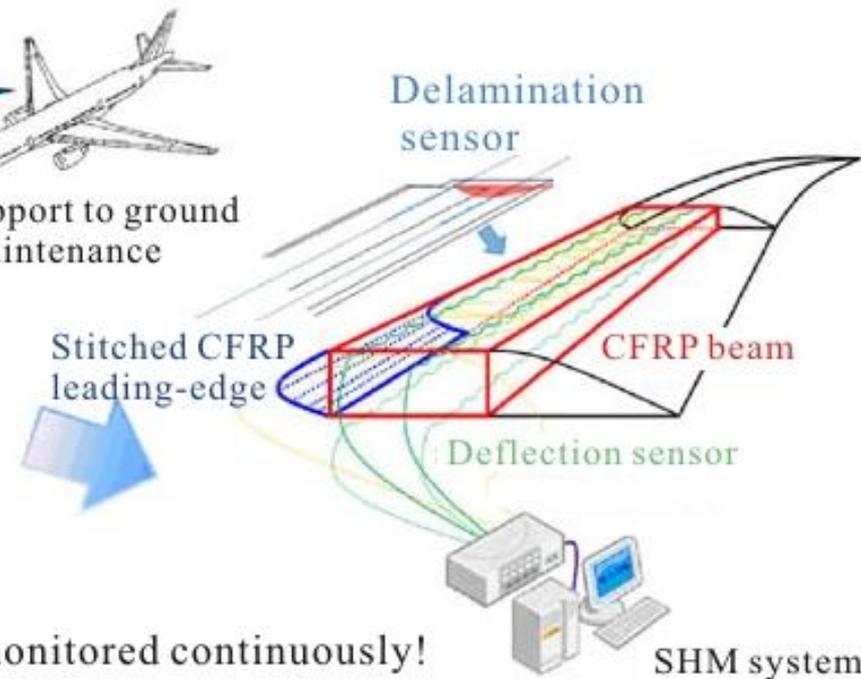
Support to ground maintenance



Real-time inspection

Structural health is monitored continuously!

Shearographie robotisée



Verrous Technologiques

Google driving to be driverless

Google's modified Toyota Prius uses an array of sensors to navigate public roads without a human driver. Other components, not shown, include a GPS receiver and an inertial motion sensor.

Laser-guided mapping

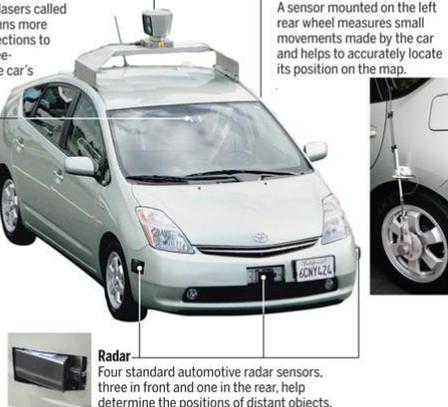
A rotating sensor with lasers called a LIDAR on the roof scans more than 200 feet in all directions to generate a precise three-dimensional map of the car's surroundings.

Position estimator

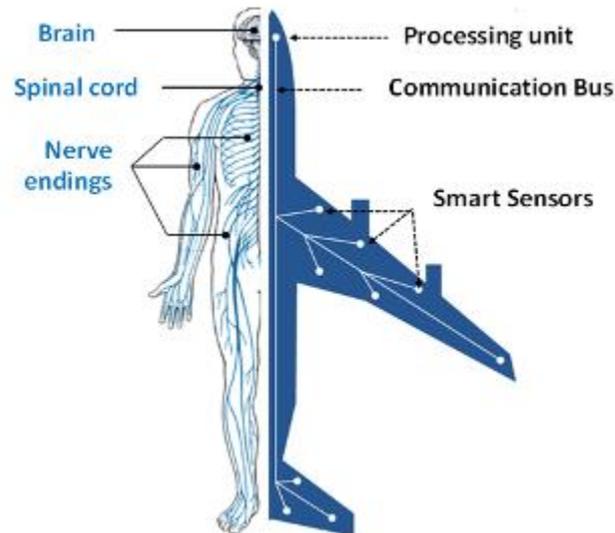
A sensor mounted on the left rear wheel measures small movements made by the car and helps to accurately locate its position on the map.

Video camera

A camera mounted near the rear-view mirror detects traffic lights and helps the car's onboard computers recognize moving obstacles—such as pedestrians and bicyclists.



Source: Google
NEW YORK TIMES; PHOTOGRAPHS BY RAMIN RAHIMIAN FOR THE NEW YORK TIMES



■ Capteurs (radar, caméra)

Capteurs intégrés: dégradation des performances ?
Contrôle Non-Destructif: marge, vitesse, précision?

■ Traitement des signaux (image)

Real-time monitoring des procédés ?

■ Modèle prédictif

Modélisation et simulation :
Couplage procédé-propriétés?
Comportements à long terme ?

■ Database (cartographie)

Propriétés des matériaux ?

■ Algorithme (navigateur)

Algorithme pour
l'optimisation in-situ ?

Précision !

Vitesse !

Robustesse !

Objectifs du Projet COMOCOMP

- **Approche intégrée pour le développement d'une méthode de fabrication par process intelligent de pièces composites et/ou de structures multi-matériaux, et d'une méthode SHM pour surveiller et optimiser par un algorithme autonome toute la chaîne de cycle de vie du procédé au produit en composite.**

Objectifs du Projet COMOCOMP

- Développer une méthode robuste et efficace pour surveiller les matériaux et les conditions des procédés de fabrication sans porter atteinte à la performance du procédé
- Développer un algorithme d'optimisation pour remédier aux anomalies et perturbations pendant le procédé de mise en œuvre
- Proposer une méthode de CND pour améliorer la performance de surveillance (e.g. large surface ou 3D, haute vitesse, robustesse, etc.)
- Optimiser les procédés de mise en œuvre pour minimiser les défauts et le coût de fabrication en tenant compte de l'influence du procédé sur les propriétés mécaniques des pièces finales
- Proposer une technique SHM pour identifier les différents modes d'endommagement
- Développer un outil de simulation intégrant la préparation des matériaux constituants, la modélisation des procédés de mise en œuvre et la prédiction de la durabilité des pièces finales.
- Développer des démonstrateurs industriels aéronautiques.

Composition du Consortium

■ Equipes académiques

- Procédés de fabrication et d'assemblage: ICA (Mines Albi), TPCIM (Mines Douai), MPE (Mines Saint-Etienne), CEMEF (Mines ParisTech, Sophia-Antipolis)
- Mécanique des matériaux (durabilité: vieillissement, fatigue) : TPCIM (Mines Douai), CDM (Mines ParisTech, Evry), CMM (Mines ParisTech, Fontainebleau), CEMEF (Mines ParisTech, Sophia-Antipolis), C2MA (Mines Alès)
- Algorithme d'optimisation et simulation numérique : TPCIM / IA (Mines Douai), CDM (Mines ParisTech, Evry), CMM (Mines ParisTech, Fontainebleau), MPE (Mines Saint-Etienne), CEMEF (Mines ParisTech, Sophia-Antipolis)
- Mesures dimensionnelles et mesures thermiques 3D couplées à des systèmes robotisés : ICA (Mines Albi), TPCIM / IA (Mines Douai), CDM (Mines ParisTech, Evry)
- Tomographie RX couplée à des systèmes robotisés : CDM (Mines ParisTech, Evry), CMM (Mines ParisTech, Fontainebleau), PRISMA (Mines Nantes)
- Multi-instrumentation et technologie sans fils, Validation la fluidité des transferts d'information, Sécurité liée au transfert d'information : IA (Mines Douai), R2SM (Telecom Sud-Paris), Europ (Telecom Saint-Etienne)

Composition du Consortium

■ Partenaires industriels (à confirmer)

- Producteurs des matériaux : Hexcel Reinforcement, Arkema, Solvay, ...
- Fabricant des pièces : Daher, Hutchinson, Plastic Omnium, Stratiforme, Nimitech, ...
- Utilisateurs finaux : Airbus, Alstom, PSA, Renault, ...



Merci de votre attention.