



Université Fédérale
Toulouse Midi-Pyrénées

Signatures thermiques d'interfaces collées pour la réparation des structures primaires en matériaux composites



MATTHIAS BARUS

ECOLE DOCTORALE MEGEP

UNIVERSITÉ PAUL SABATIER

DIR : FRANCIS COLLOMBET (ICA, TOULOUSE)

CO-DIR : HÉLÈNE WELEMANE (LGP, TARBES)

FINANCEMENT : COMUE

Caractérisation de la performance d'un collage par thermographie infrarouge

2

Approche actuelle :

- **Remplacement** de la zone endommagée par un « hard patch » de **grandes dimensions**
- **Fixation** à la structure par **perçage rivetage** souvent via un **doubleur**

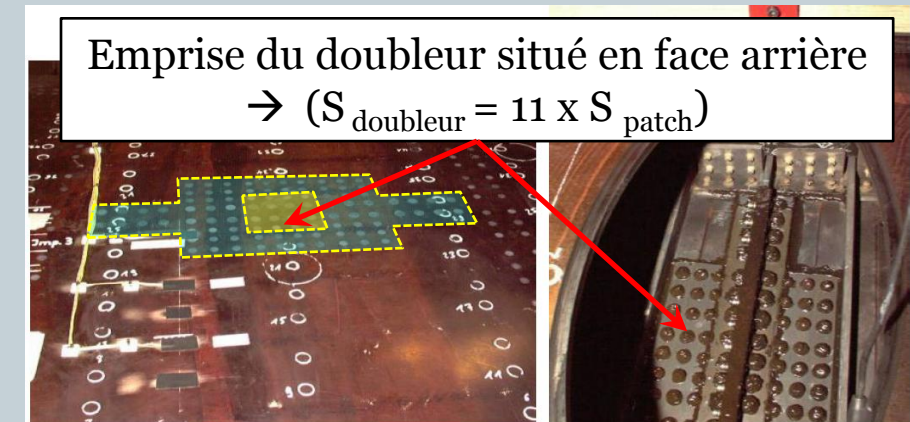
[Liu et al., 2012, Tsao et al., 2012, Zitoune and Collombet, 2007]



B787-B d'Ethiopian Airlines

Buts de la thèse :

- Apporter une contribution à la **certification de la solution collée**
- Comprendre comment **interroger la zone de joint sur site**



Hard patch riveté [Mahdi, 2007]

Cadre de l'étude

3

Thermographie infrarouge : mesure sans contact pour la détection de défauts

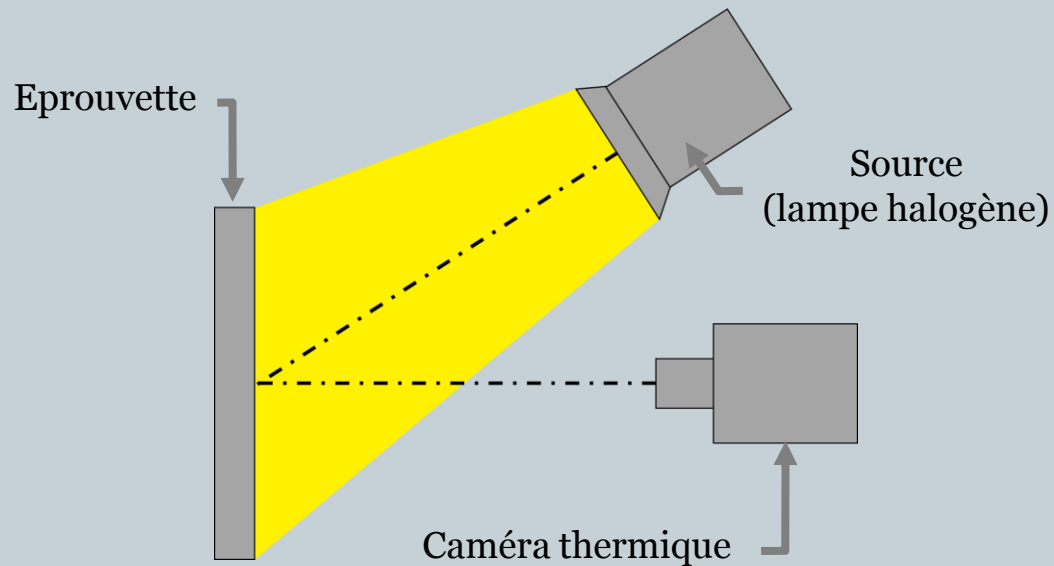


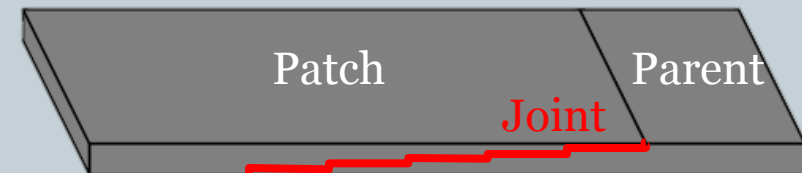
Schéma de principe d'une mesure par thermographie infrarouge en réflexion

Principe :

Génération d'un flux thermique par la source
Obtention d'un champ thermique surfacique

Verrous (réparations aéronautiques)

Localiser des **interfaces de collage internes**
Faible contraste entre parent, patch et joint

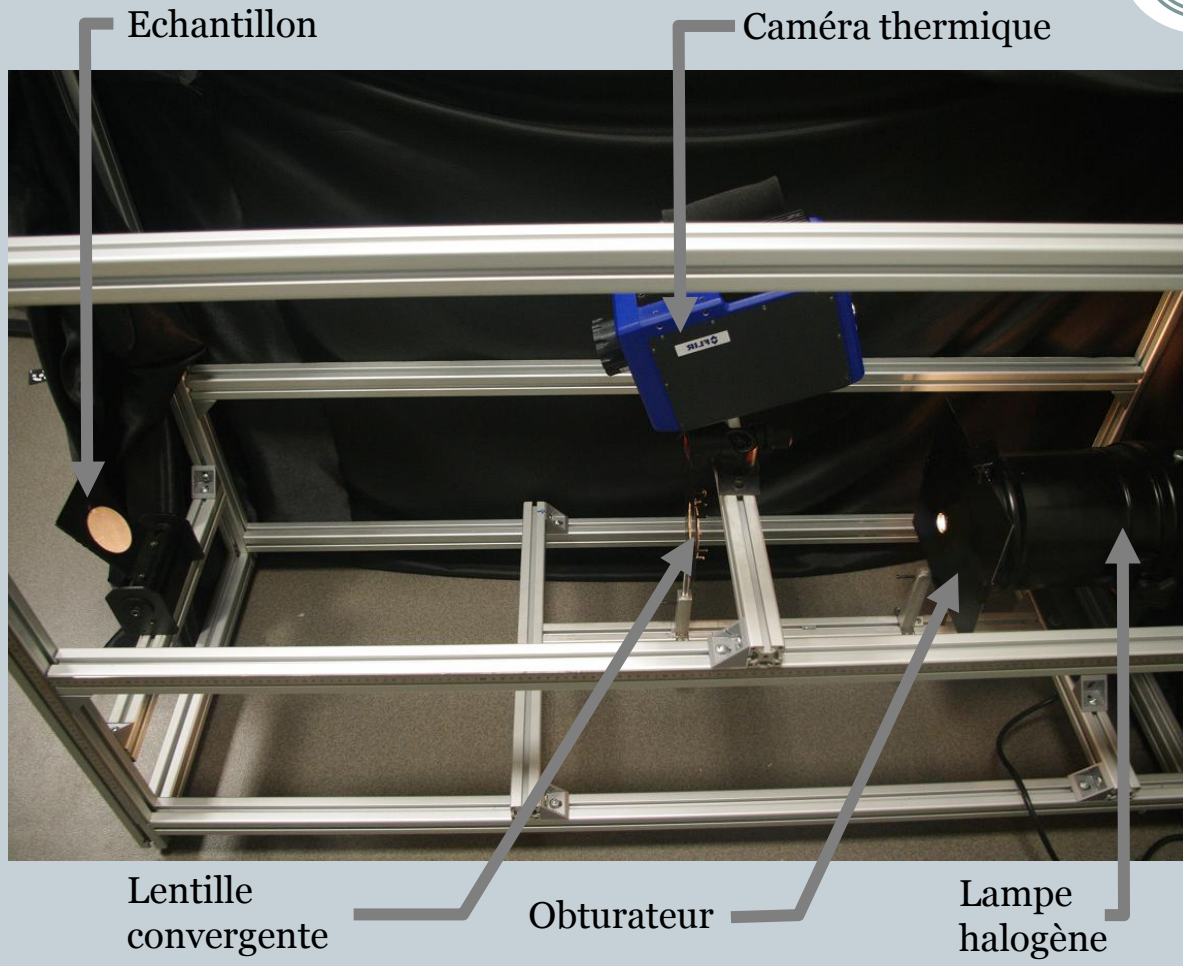


Méthodologie d'étude

Augmenter la visibilité du joint de colle

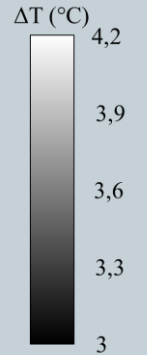
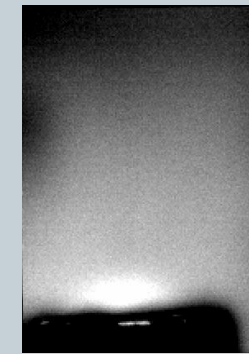
1. Procédure expérimentale spécifique

4



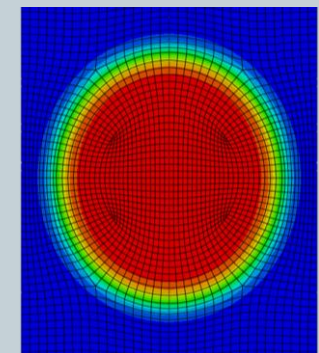
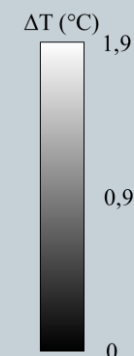
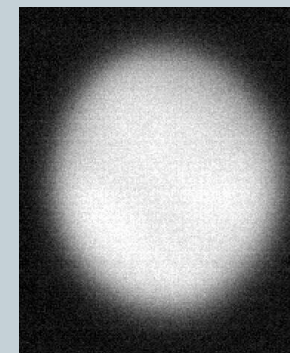
Banc d'essais thermiques

Dispositif usuel de TIR



Maîtrise des conditions aux limites
Maîtrise de la mesure thermique
Modélisation physique

Nouveau banc de TIR



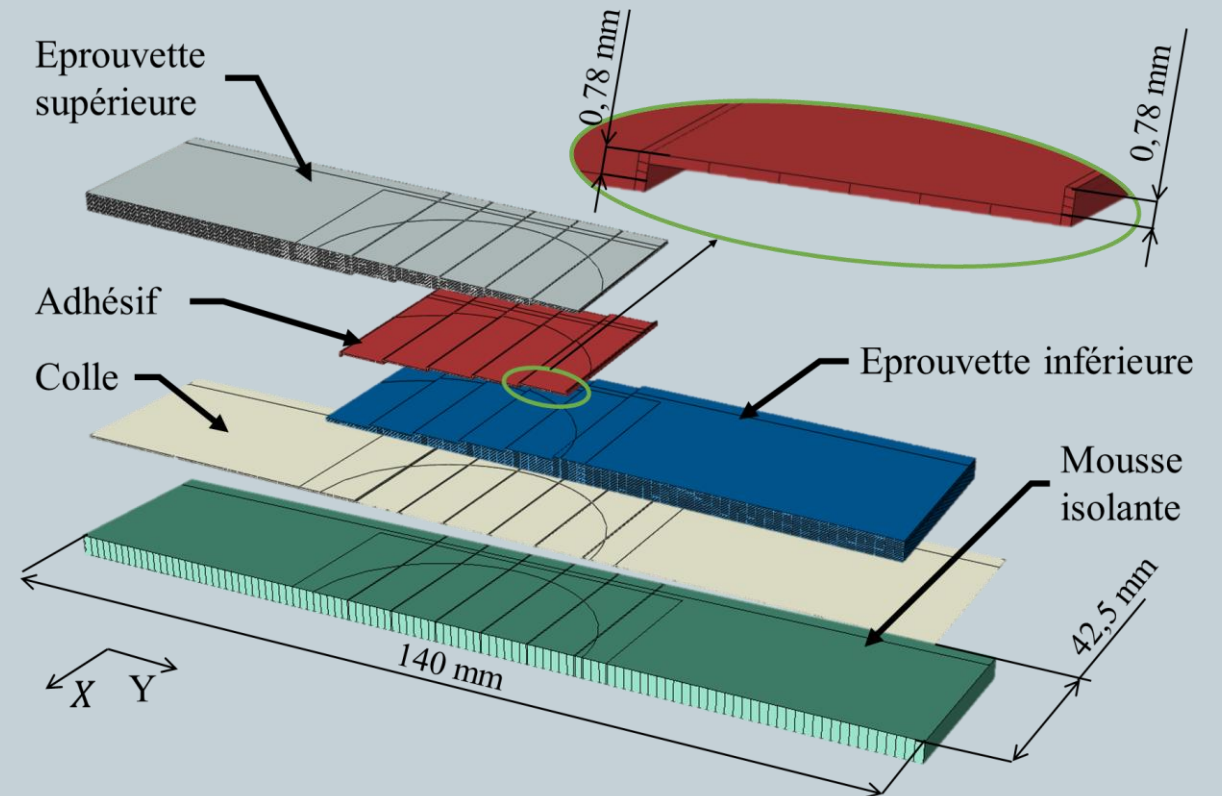
2. Signature infrarouge du joint

5

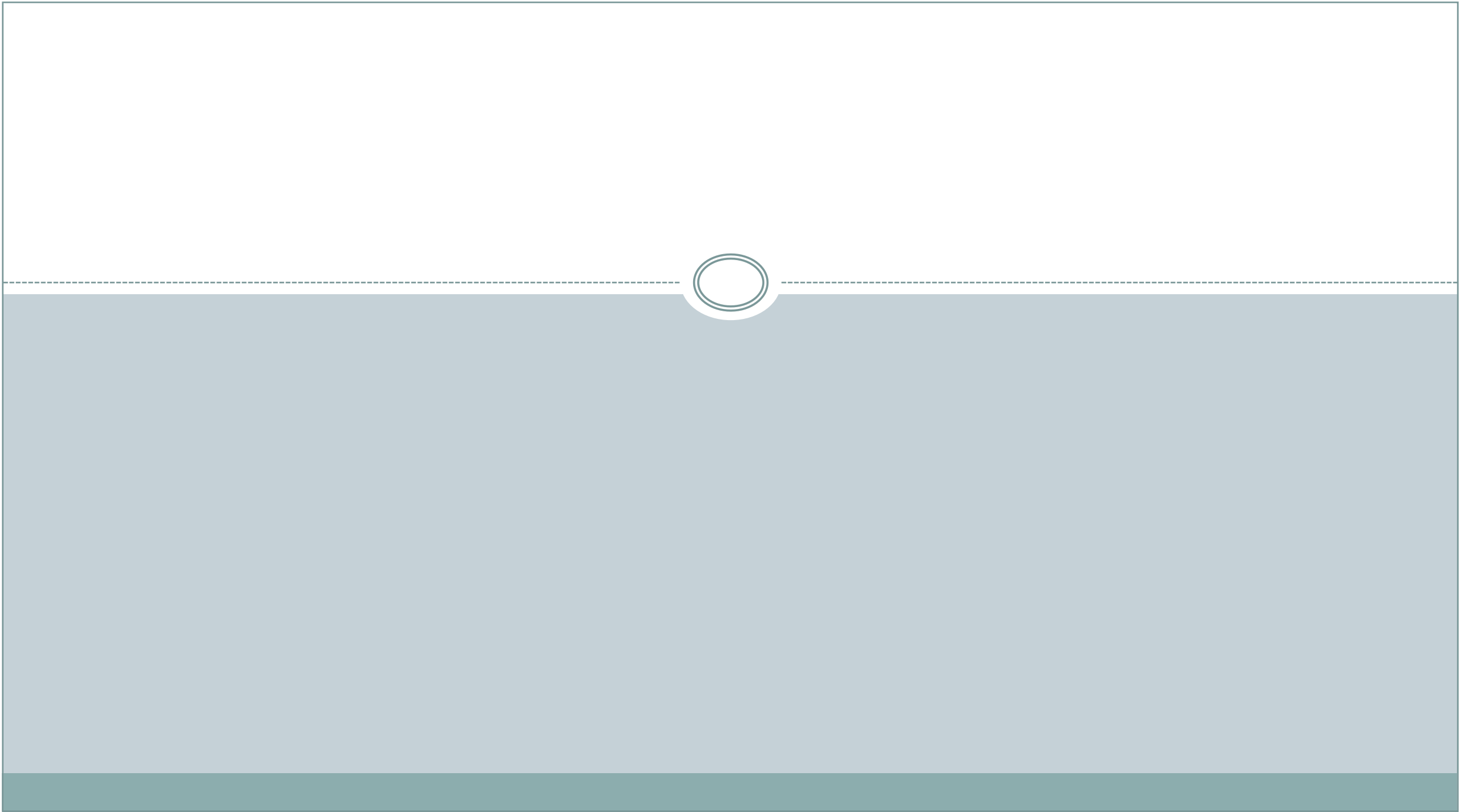
Ajout d'additifs au sein du joint pour augmenter sa visibilité

Modélisation numérique :

Aide à la conception : choix d'additifs pertinents



Eléments constitutifs du modèle numérique



a) Intérêt du caractère interdisciplinaire

7

Compétences ICA (Toulouse) :

- Thème de la **réparation des composites**
- Fabrication de **matériaux et structures composites**
- **Modélisation** numérique
- **Contrôle non destructif** par **thermographie infrarouge** ←

Collaboration existante :

[Garnier 11, Péronnet 12,
Munoz 15, Huang 09]

Compétences LGP (Tarbes) :

- **Contrôle non destructif** par **thermographie infrarouge** ←
- **Modélisation** numérique
- **Matériaux** : élaboration de polymères, collage et caractérisation (Hot-Disk)



Usinage d'une éprouvette par jet d'eau abrasif



Caractérisation des propriétés thermiques : Hot-Disk

b) difficultés rencontrées

8

Difficultés rencontrées :

- **Sujet ouvert** : peu d'informations (plan expérimental et numérique)
- Plan expérimental :
 - **Développement d'un dispositif complet** (support, conditions aux limites, flux thermique)
 - Choix des **additifs**

Perspectives

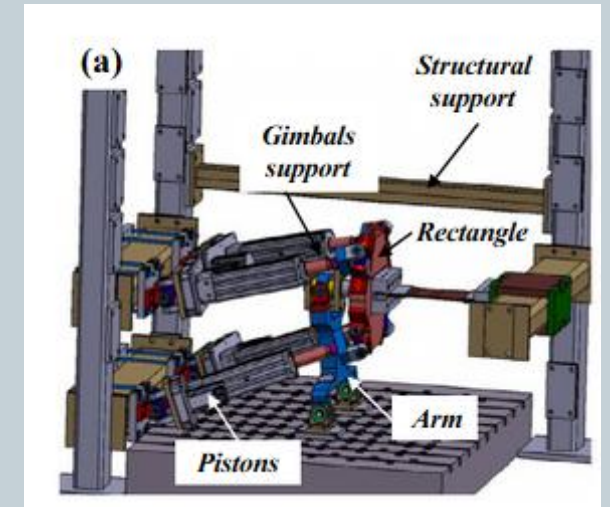
9

Perspectives pour le **doctorant** :

- En cours de **rédaction**
- **Soutenance** prévue pour octobre 2016
- **Recherche d'emploi** : ATER / maître de conférences / ingénieur de recherche

Perspectives pour le **projet** : **thématique riche**

- Dépôt **ANR** : 2014 (2^{ème} phase) et 2015
- **Optimisation du procédé d'élaboration du joint** avec additifs / collage
- **Essais mécaniques** sur éprouvette réparées avec / sans additifs (ETMI)



Représentation numérique d'une Epreuve Technologique Multi-Instrumentée sur le bâti d'essais

Retour d'expérience des deux encadrants

10

- **Recherches et publications communes** (2 congrès inter., 1 article de revue soumis)
- **Encadrement** régulier du travail par les **deux entités**
- Bénéfice des **compétences multi-labos**
- Bénéfice des **installations multi-labos**
- Avancée en **mécanique expérimentale**
- Avancée en **caractérisation des assemblages réparés**