

IREENA

Institut de Recherche en Electrotechnique et Electronique
de Nantes-Atlantique



UNIVERSITÉ DE NANTES

La technique thermo-inductive: une nouvelle méthode de CND pour l'inspection sans contact des pièces métalliques et composites

équipe MDE, IREENA
G.Berthiau

Plan

- 1 Introduction et contexte
- 2 Définition de la technique
- 3 Inspection des pièces métalliques
- 4 Inspection des matériaux composites
- 5 Conclusions et perspectives

6

Plan

- 1 Introduction et contexte**
- 2 Définition de la technique
- 3 Inspection des pièces métalliques
- 4 Inspection des matériaux composites
- 5 Conclusions et perspectives
- 6

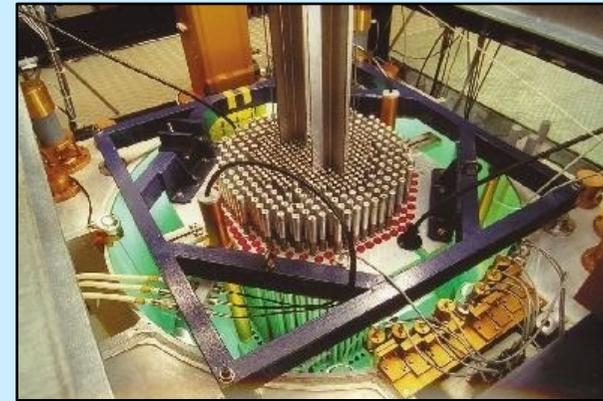
Les exigences au niveau de la qualité et en matière de sécurité deviennent contraignantes dans l'activité industrielle



Automobile



Aéronautique

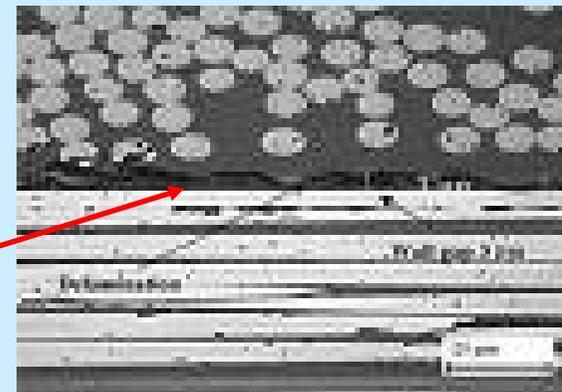


Nucléaire

Origines et types des défauts



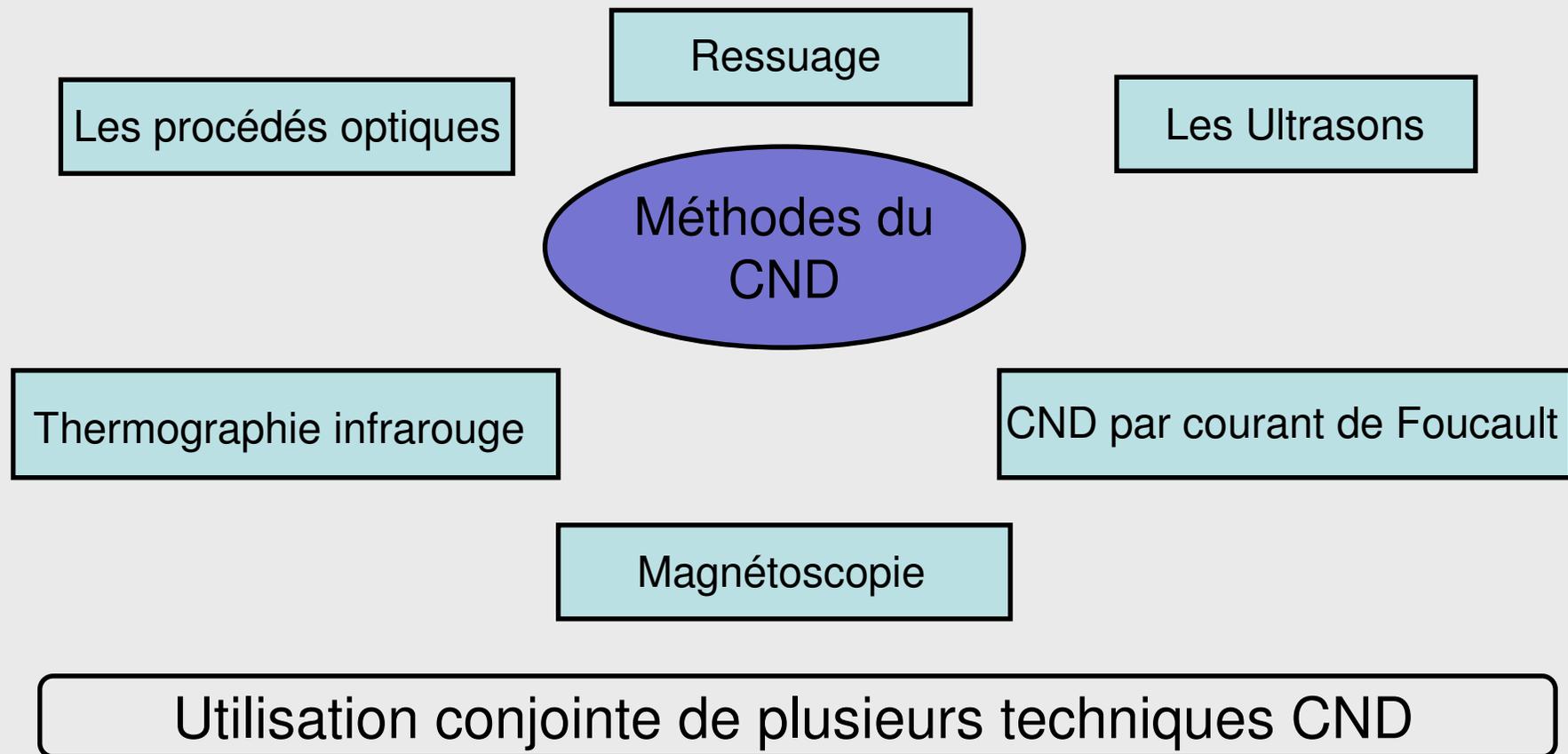
Pièce métallique

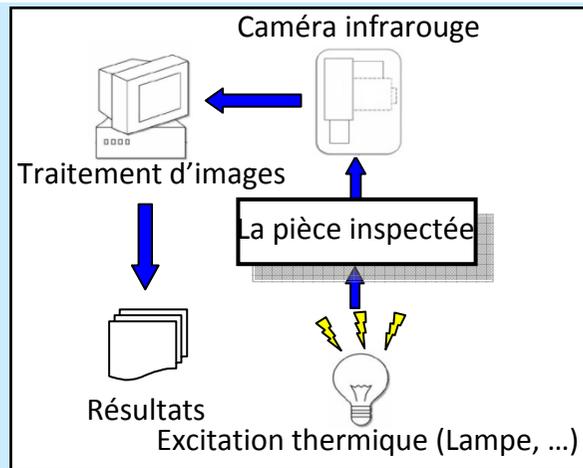


Délaminage (Composites)

- contexte: Techniques du CND

- Géométries variées des pièces et des défauts
- Propriétés physiques différentes des matériaux



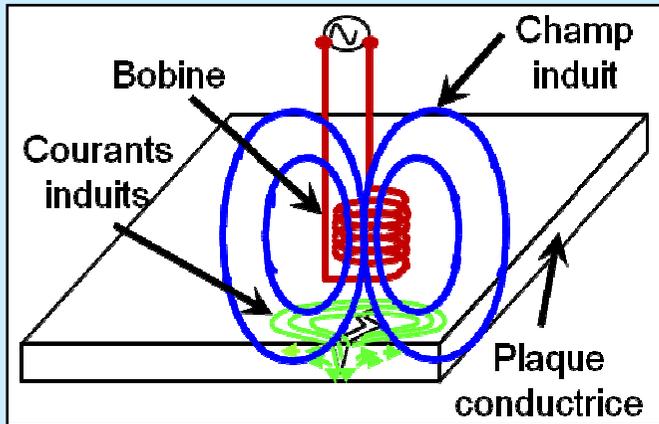
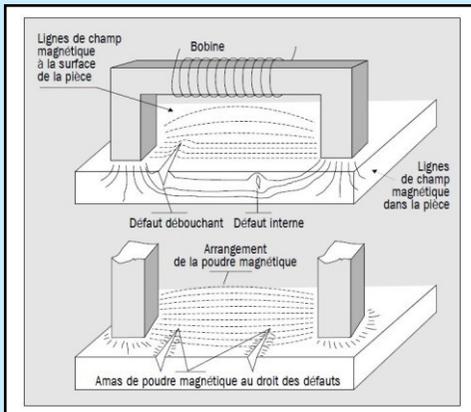


CND par thermographie infrarouge
 Variation de la température à la surface de la pièce due à la présence du défaut
 + Inspection rapide et sans contact
 - Sensibilité au chauffage non uniforme

La technique thermo-inductive

Magnétoscopie
 Déviation du champ magnétique par un défaut
 + Grande sensibilité pour des défauts de surface
 - Faible productivité

CND par courant de Foucault
 Déviation des courants induits par un défaut dans l'épaisseur de peau
 + Inspection rapide et sans contact
 - Profondeur d'inspection limitée



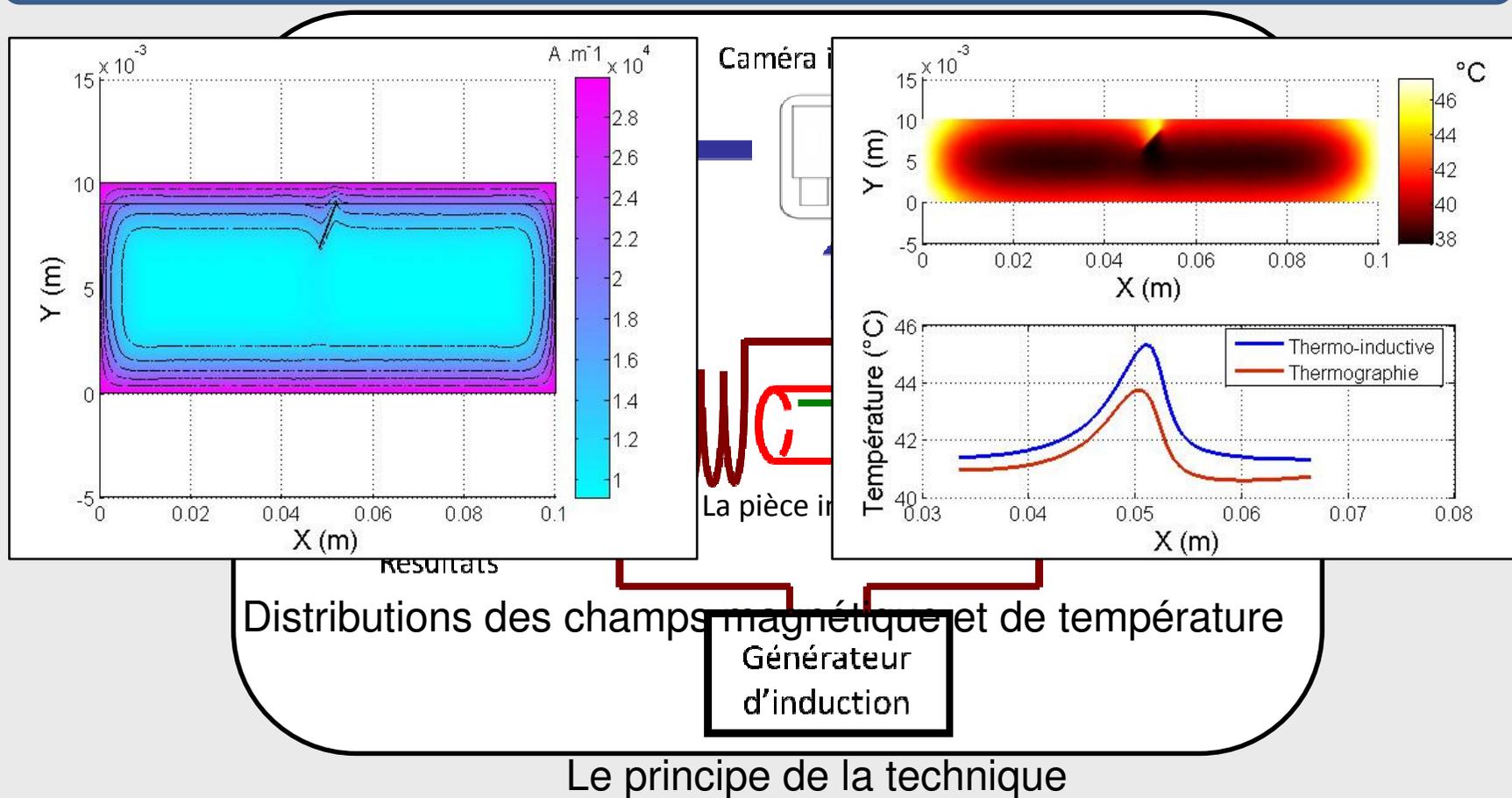
Plan

- 1 Introduction et contexte
- 2 Définition de la technique**
- 3 Inspection des pièces métalliques
- 4 Inspection des matériaux composites
- 5 Conclusions et perspectives
- 6

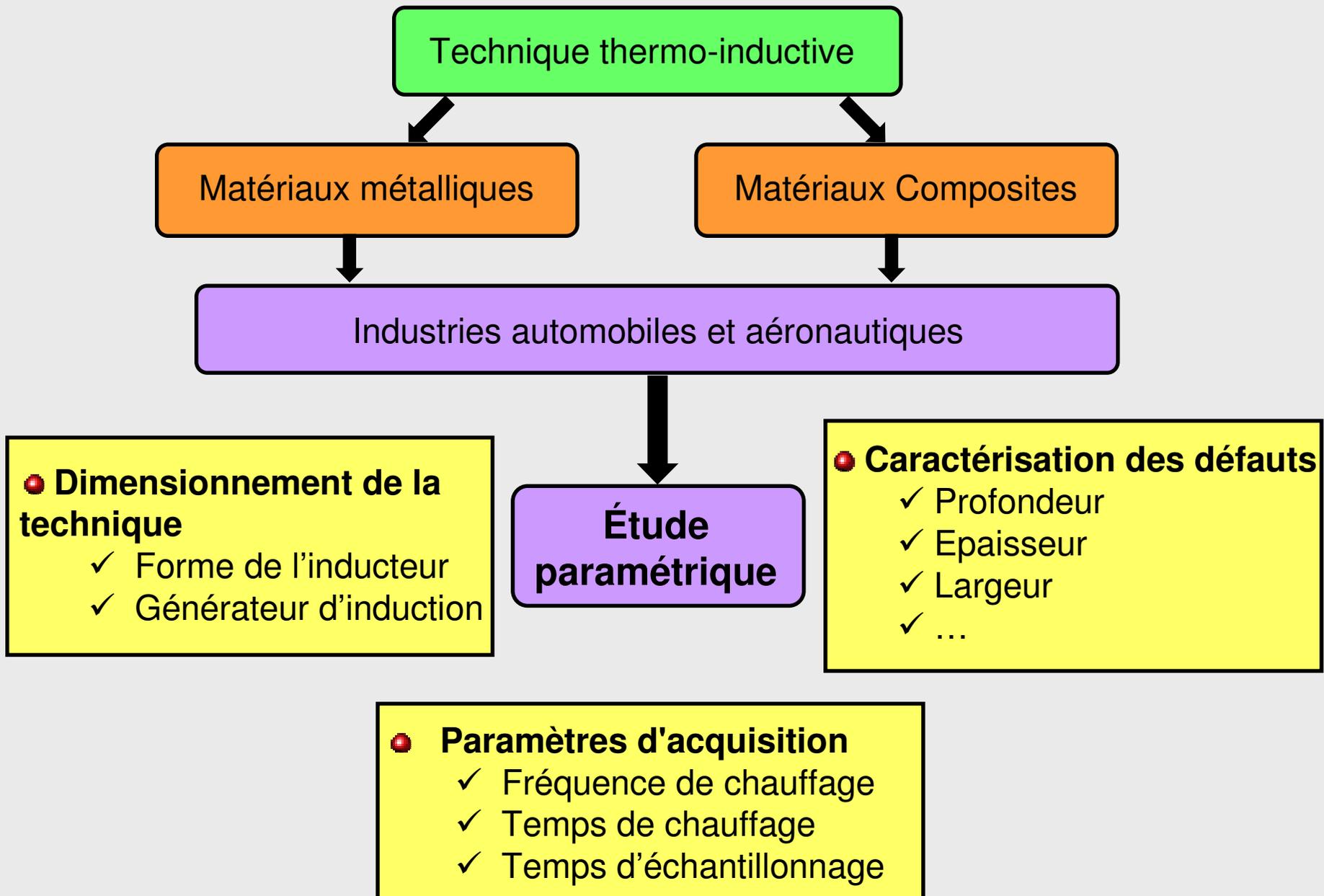
Principe de la technique

La technique thermo-inductive est une combinaison du CND par courant de Foucault, de la thermographie infrarouge et de la magnétoscopie

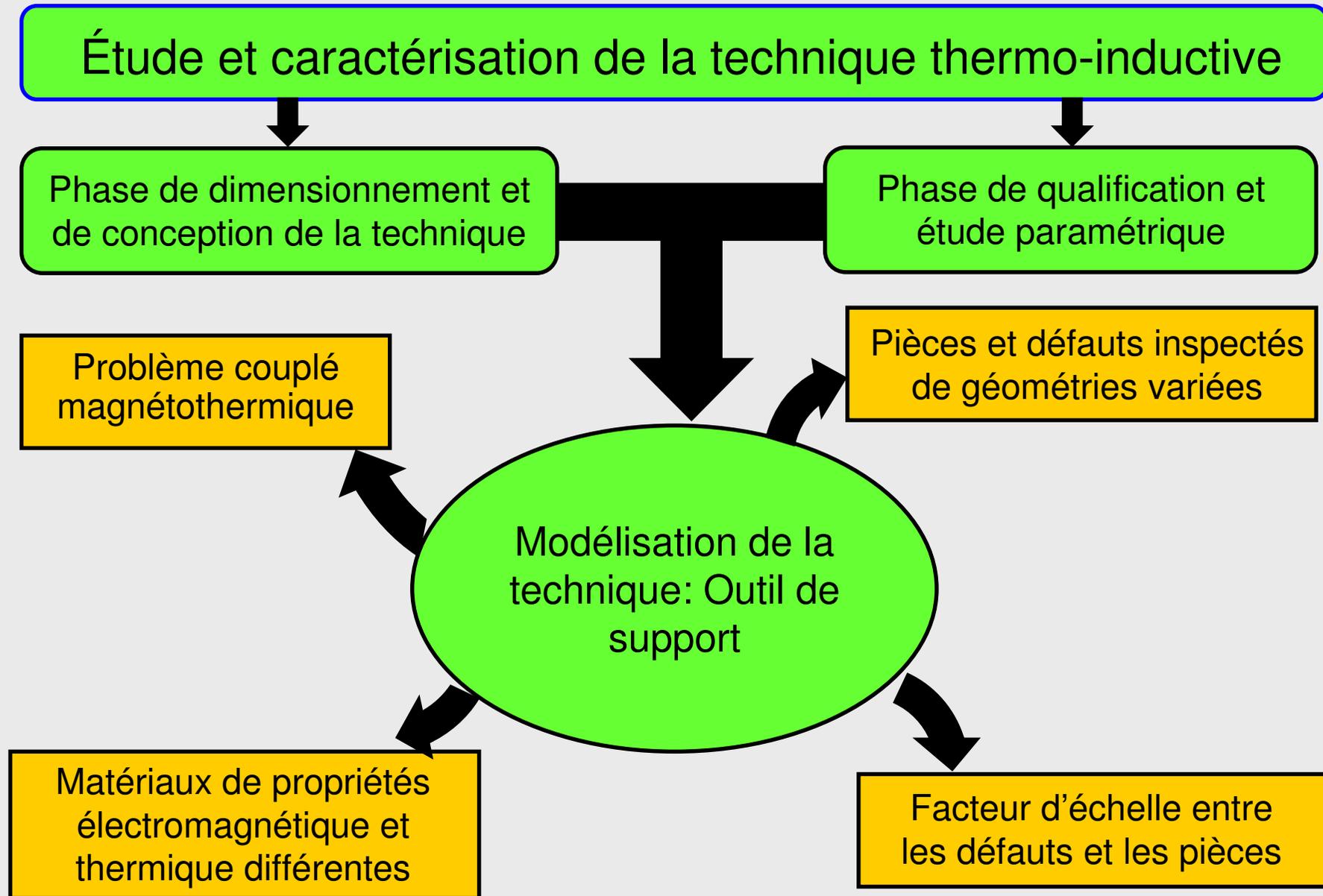
Détection des défauts dans des matériaux conducteurs électriques

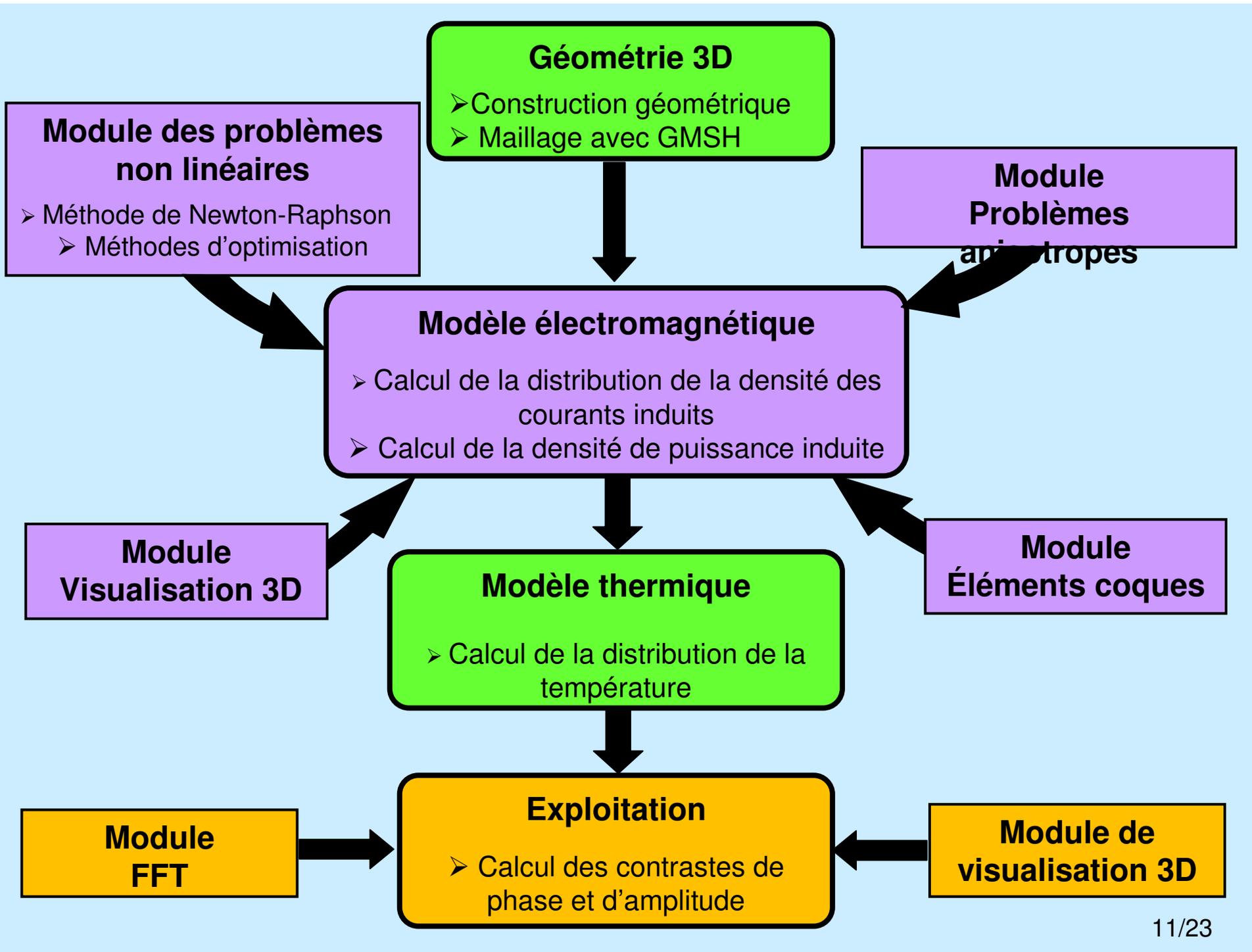


- Inspection par la technique thermo-inductive



- Travaux de recherche au sein du laboratoire IREENA



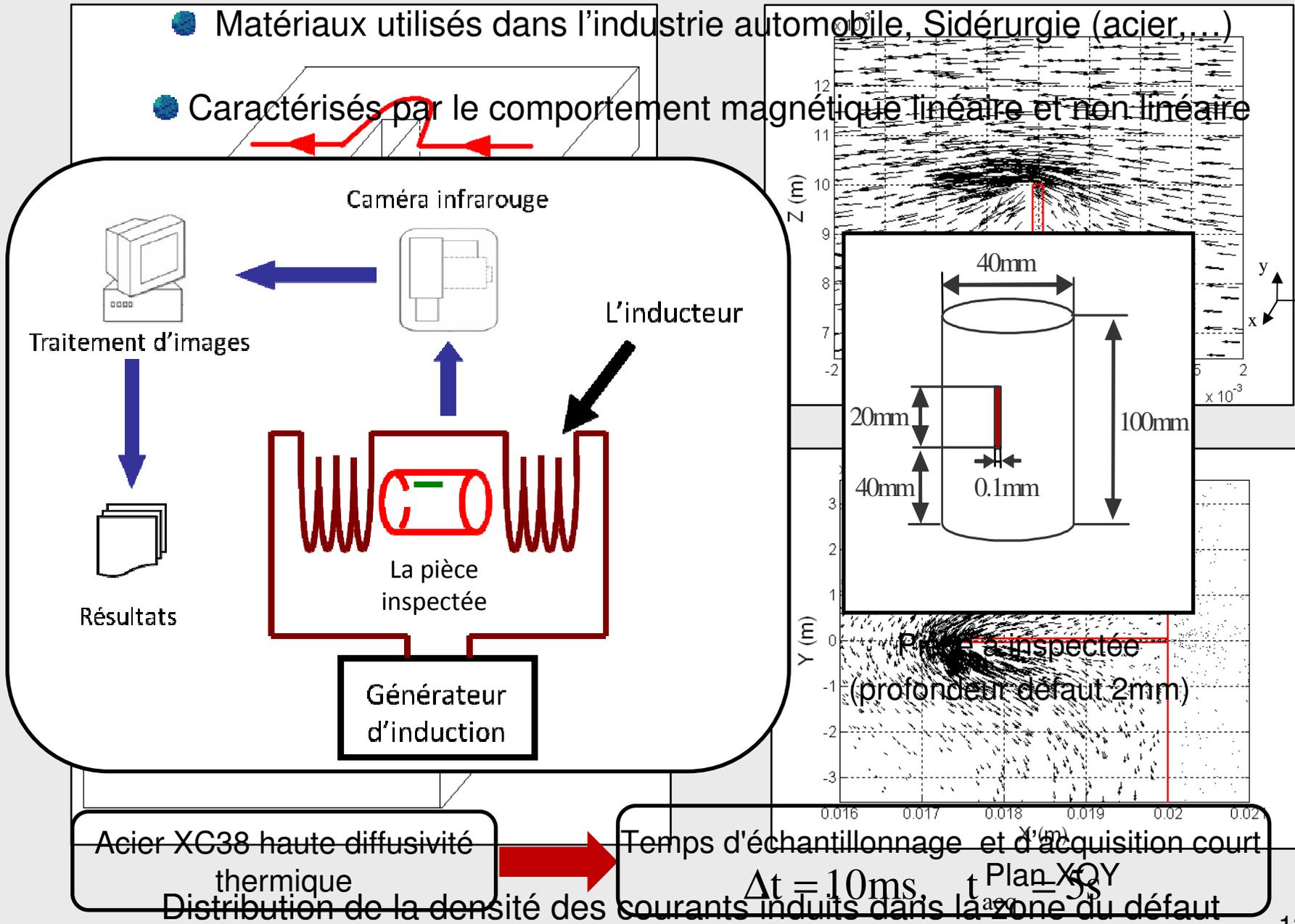


Plan

- 1 Introduction et contexte
- 2 Définition de la technique
- 3 Inspection des pièces métalliques**
- 4 Inspection des matériaux composites
- 5 Conclusions et perspectives
- 6

• Inspection des pièces métalliques

- Matériaux utilisés dans l'industrie automobile, Sidérurgie (acier,...)
- Caractérisés par le comportement magnétique linéaire et non linéaire



Plan

- 1 Introduction et contexte
- 2 Définition de la technique
- 3 Inspection des pièces métalliques
- 4 Inspection des matériaux composites**
- 5 Conclusions et perspectives
- 6

Inspection des matériaux Composites

- Les matériaux composites et le système étudié

- Matériaux utilisés dans l'industrie aéronautique et automobile
- Caractérisés par le comportement anisotrope et de faibles conductivités électrique et thermique

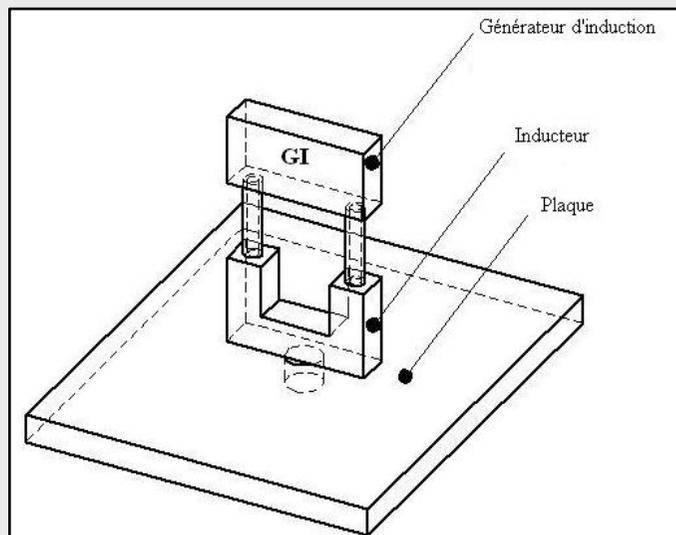
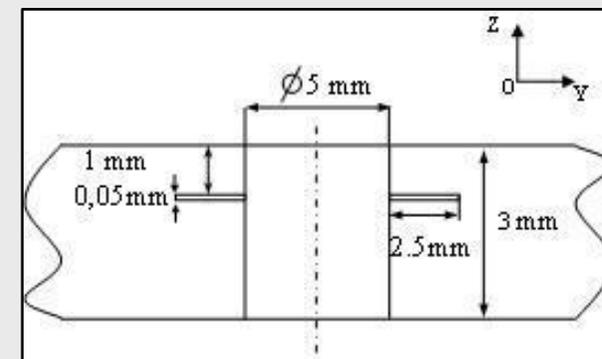
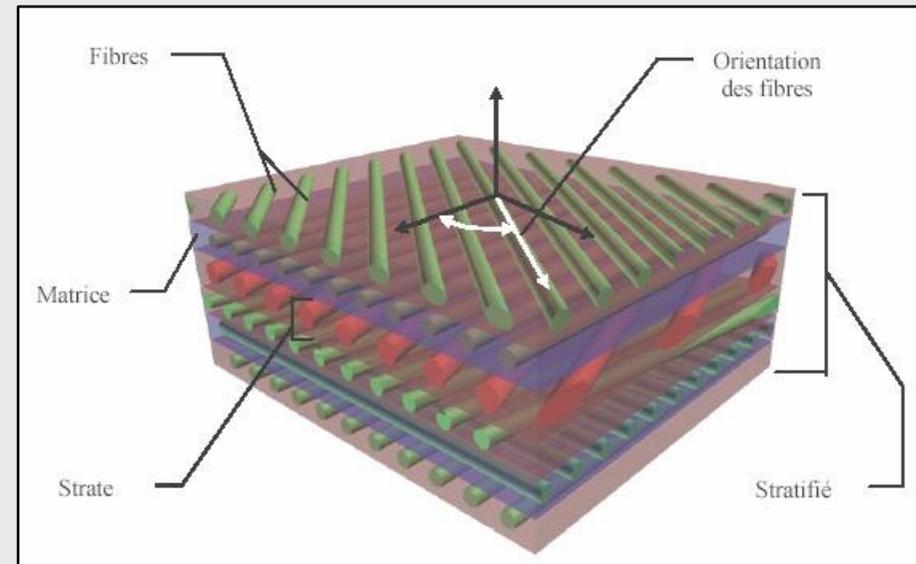


Schéma du dispositif étudié



Dimension de la plaque percée

Les composites : faible diffusivité thermique



Temps d'échantillonnage et d'acquisition important

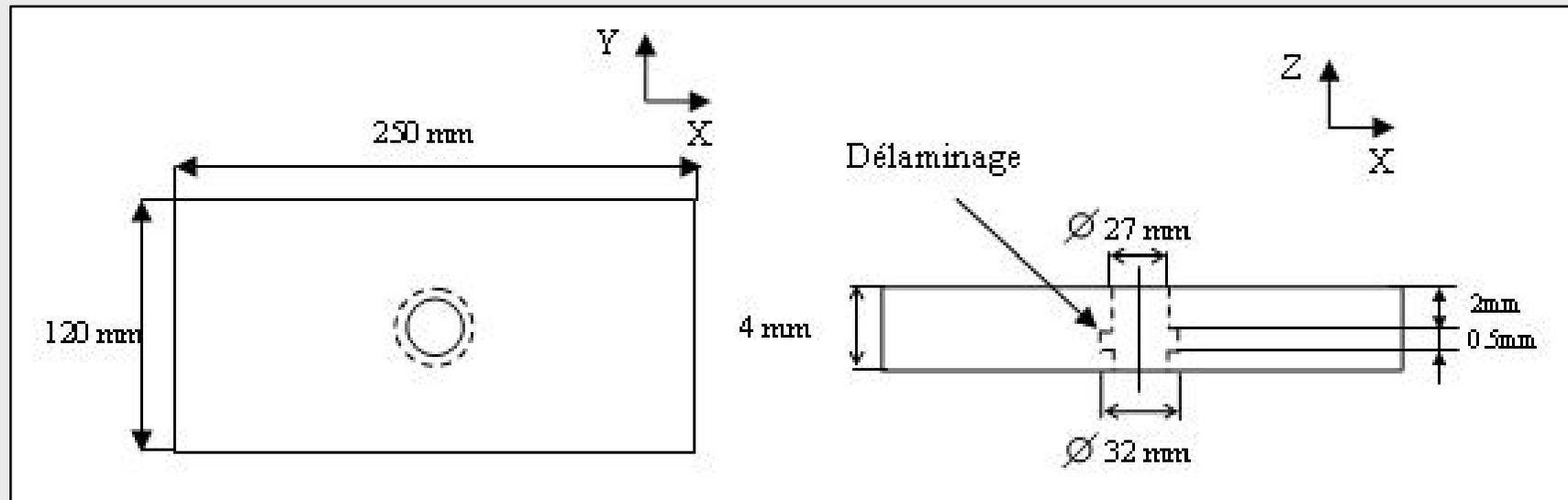
$$\Delta t = 0.2 \text{ s}, t_{acq} = 80 \text{ s}$$

Étude expérimentale

- Dispositifs étudié et plaques inspectées



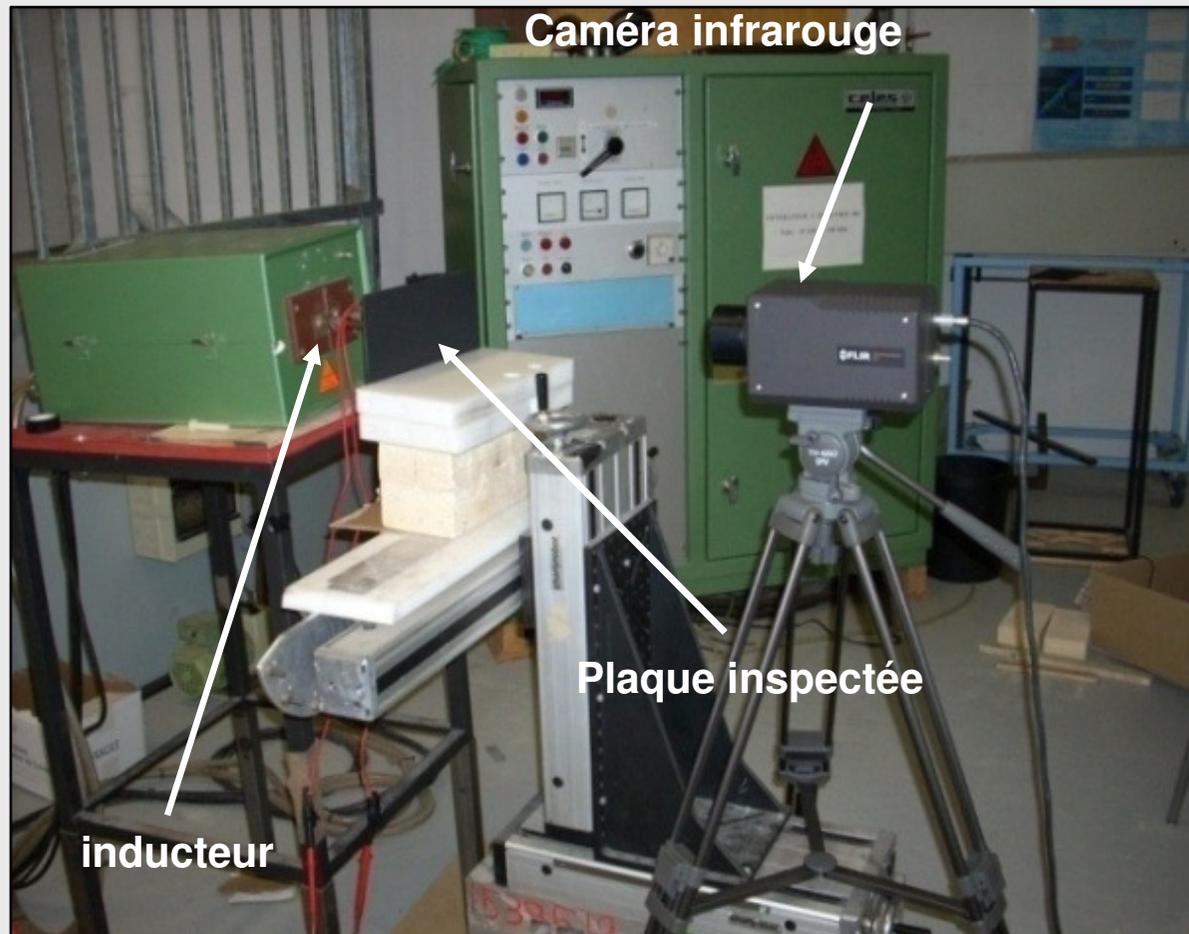
Le spécimen inspecté



Dimensions des plaques inspectées

Étude expérimentale

- Dispositifs étudié et plaques inspectées



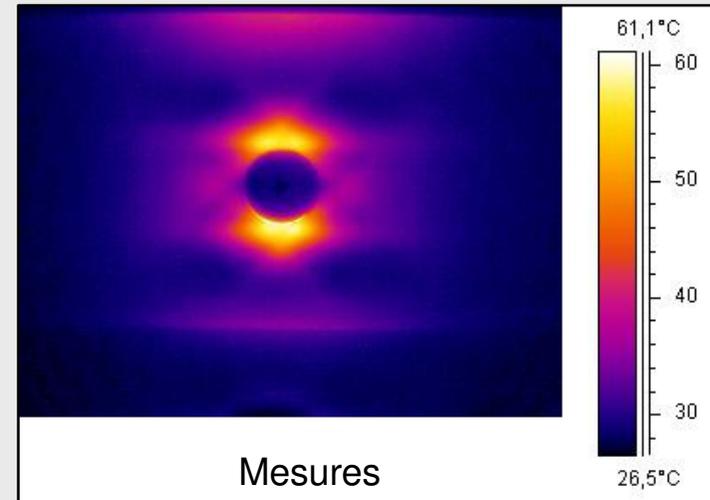
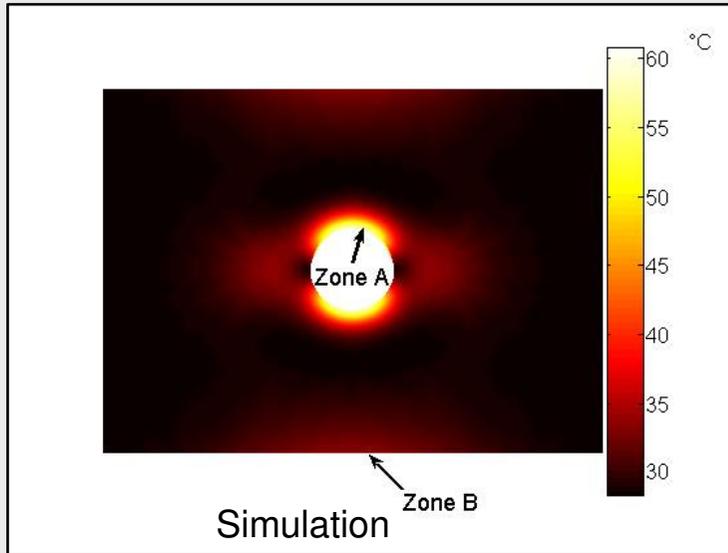
inducteur

Caméra infrarouge

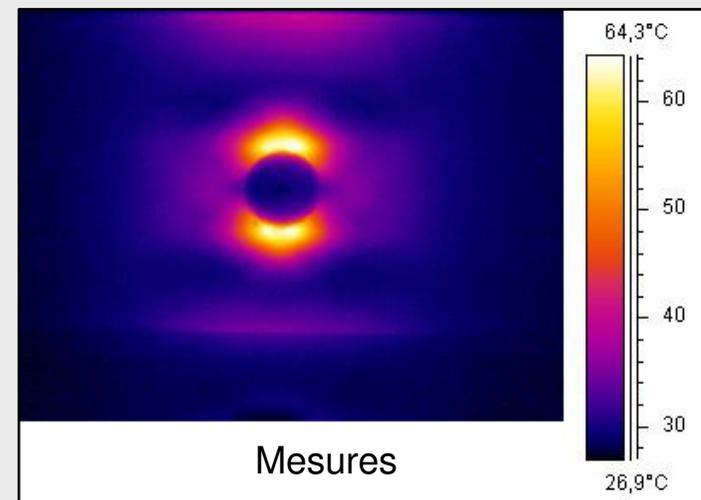
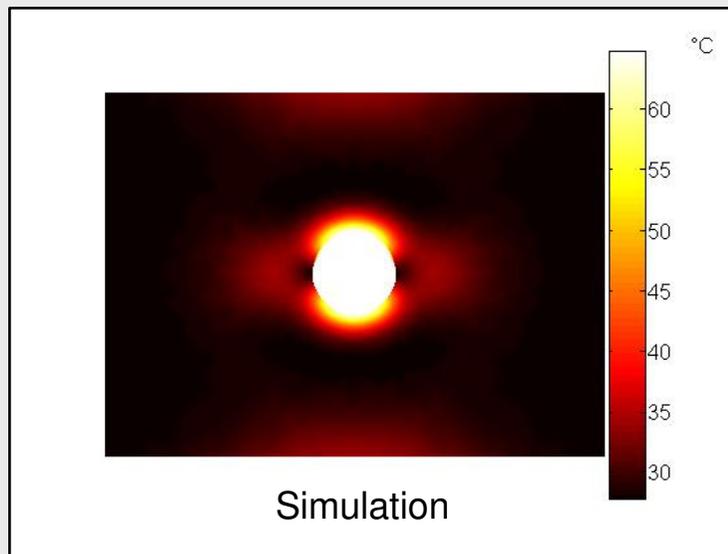
Plaque inspectée

Dispositif expérimental

- Inspection de la plaque trouée (délaminage 500 μ m)

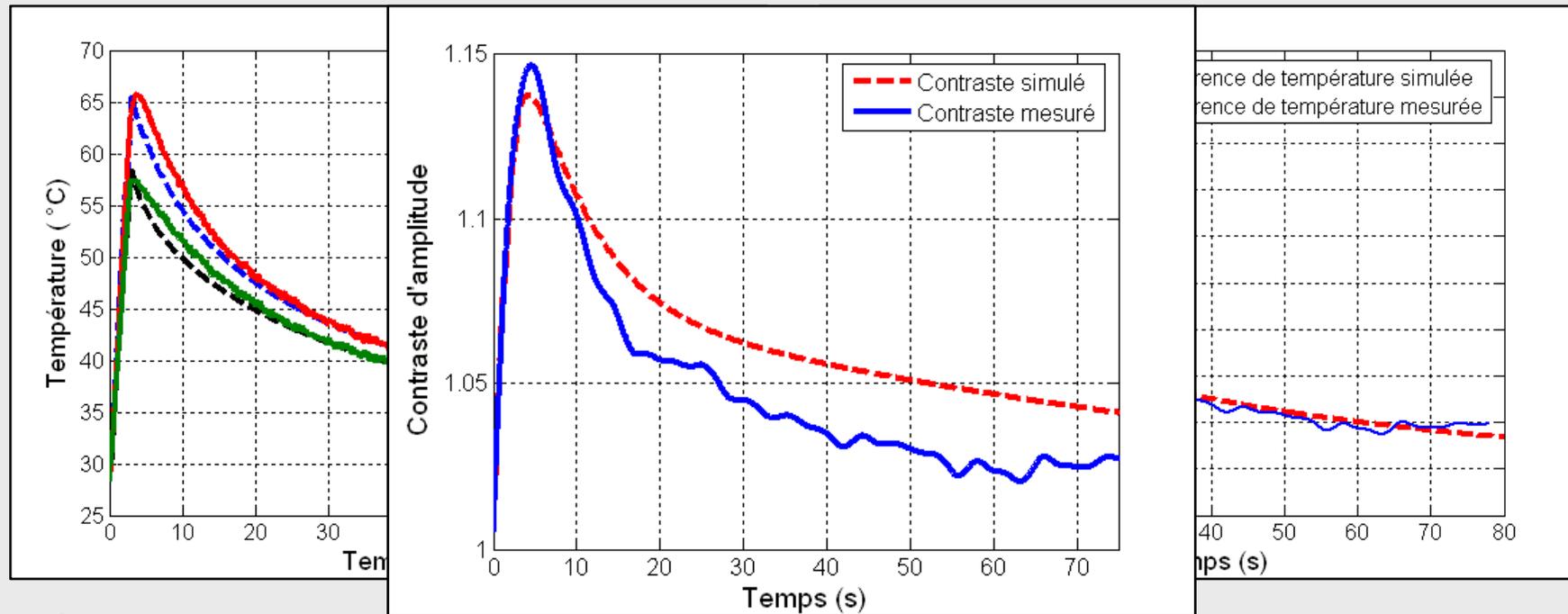


Cartographie de la température de la surface inférieure de la plaque saine $t = 3 s$, $fr = 277 kHz$



Cartographie de la température de la surface inférieure de la plaque avec délaminage

- Inspection de la plaque trouée



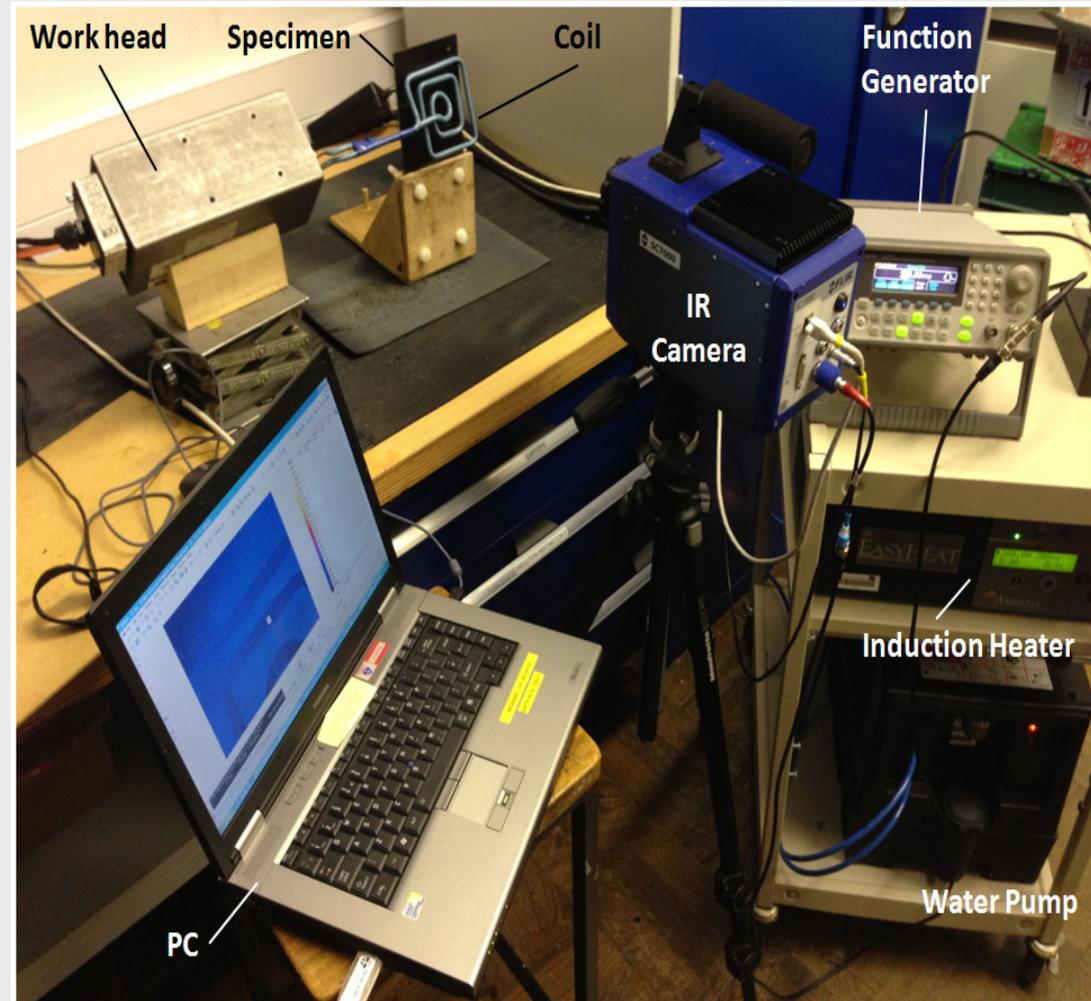
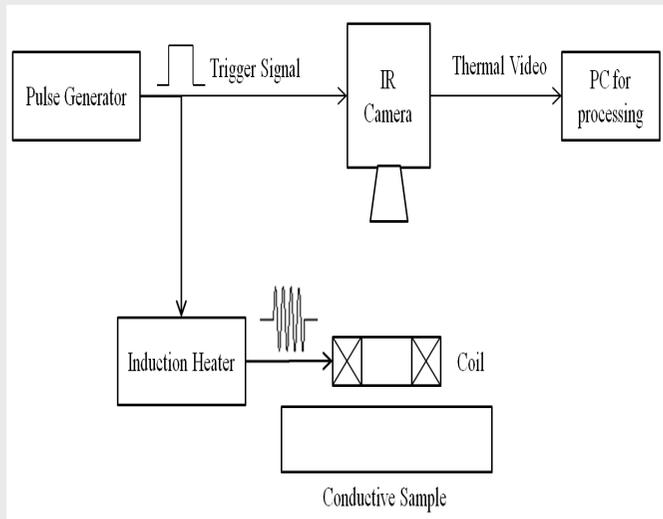
Évolution de la température de la surface
simulée et mesurée

Évolution temporelle du contraste
d'amplitude

Évolution temporelle de la différence de
température

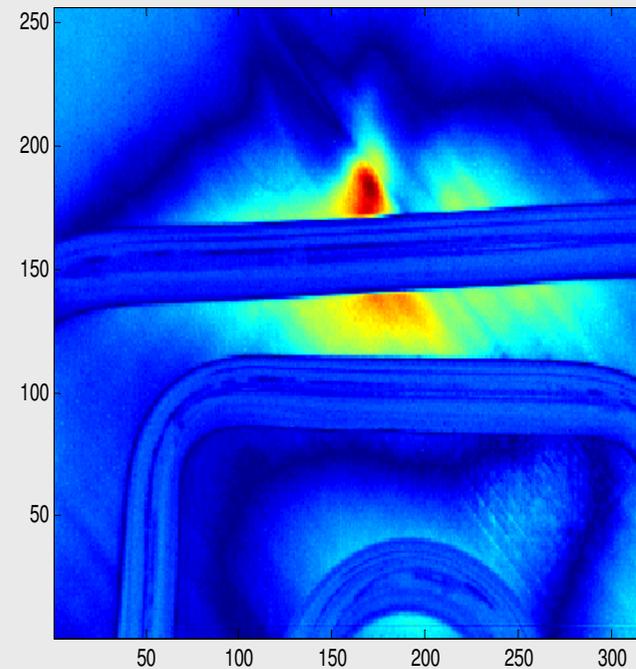
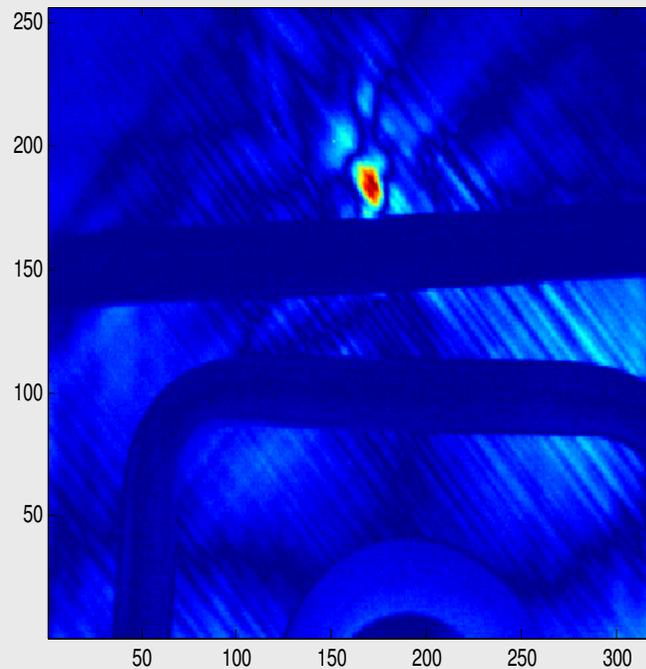
- Inspection d'une plaque avec un impact

Application à une détection d'impact sur une plaque composite (en réflexion)



- Inspection d'une plaque avec un impact

Application à une détection d'impact sur une plaque composite (en réflexion)



Plan

- 1 Introduction et contexte
- 2 Définition de la technique
- 3 Inspection des pièces métalliques
- 4 Inspection des matériaux composites
- 5 Conclusions et perspectives**
- 6

• Conclusions et perspectives

- Combinaison des techniques du CND \Rightarrow Thématique de recherche d'actualité
- La technique thermo-inductive: technique récente et peu étudiée
- Les résultats obtenus montre la pertinence technique
- L'optimisation des paramètres de la méthode à l'aide du logiciel développé permet d'améliorer nettement son efficacité

- Enrichir les résultats obtenus par une investigation et une synthèse globale sur les différents types de défauts potentiels par secteurs industriels
- Etablir des collaborations avec des laboratoires de traitement d'images pour une meilleure exploitation des résultats
- Intégrer la technique thermo-inductive dans un processus industriel par le développement de modèles d'inversions rapides ou la mise en place d'abaques.

Merci pour votre attention