



La thermographie active et ses applications

Zoom sur les assemblages soudés

Oriane Fedrigo (Cetim)



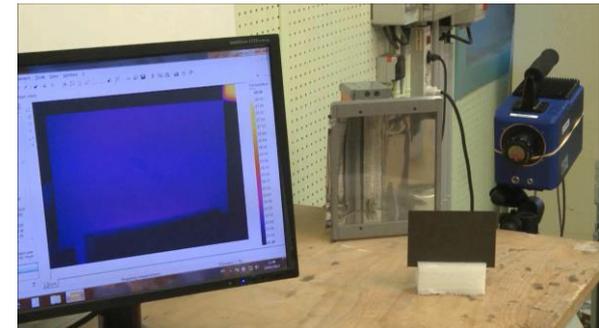
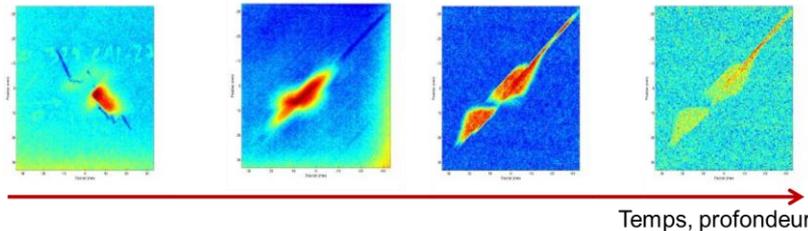
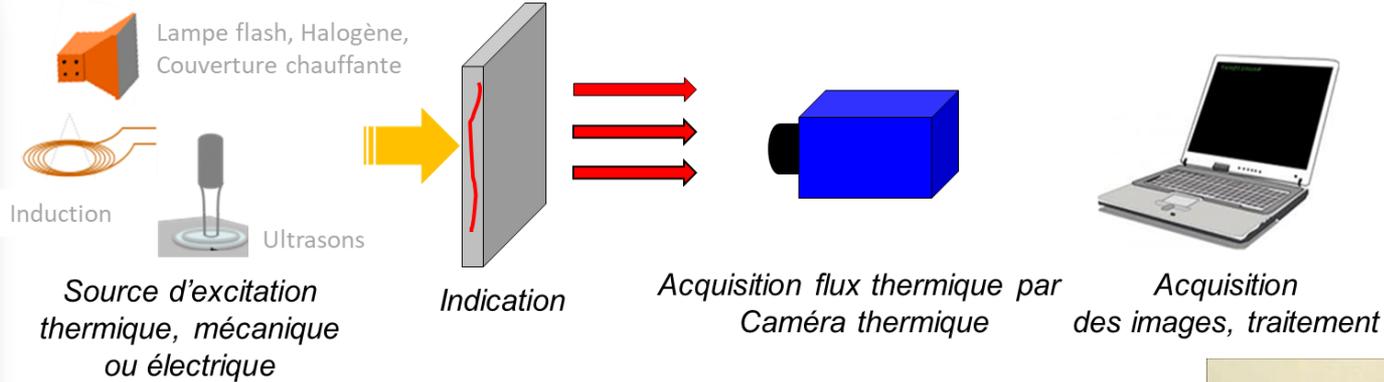
La thermographie infrarouge active

Principe

Soumettre la pièce à une excitation extérieure pour générer un flux de chaleur

Analyser la réponse thermique à l'aide de la caméra thermique

■ Modification de la propagation du flux de chaleur dans le cas d'une hétérogénéité en présence

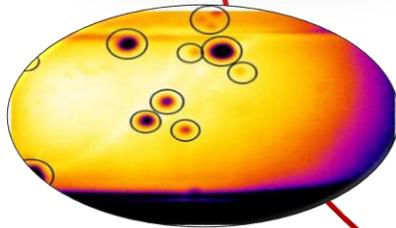
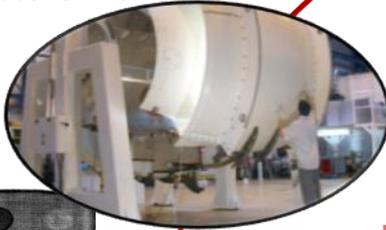


La thermographie infrarouge active

De nombreuses applications

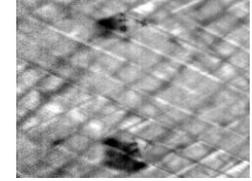
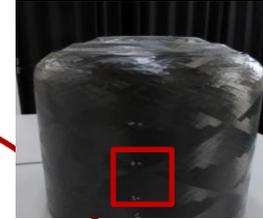
13 12 2018

*Inspection sur produits finis
(capot moteur)*



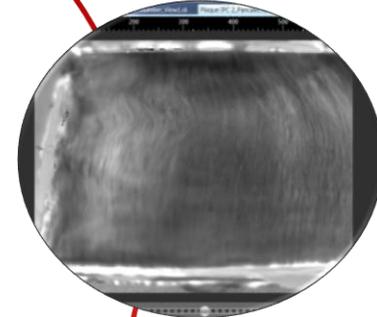
*Contrôle en maintenance d'un tableau
de bord*

*Evaluation intégrité structurelle
(réservoir composite)*



Thermographie infrarouge

Détermination de l'orientation de renfort sur plaque



*Inspection de coques de bateau,
pales d'éolienne*

La thermographie infrarouge active par induction

Principe

Mise en évidence de défauts de surface dans les matériaux métalliques ou composites à fibres de carbone par la concentration des courants de Foucault au niveau des défauts

- Durée de sollicitation qq centaines de ms, acquisition <1s
- Chaîne de mesure:
 - Générateur d'induction
 - Inducteur
 - Bobines conçues sur mesure

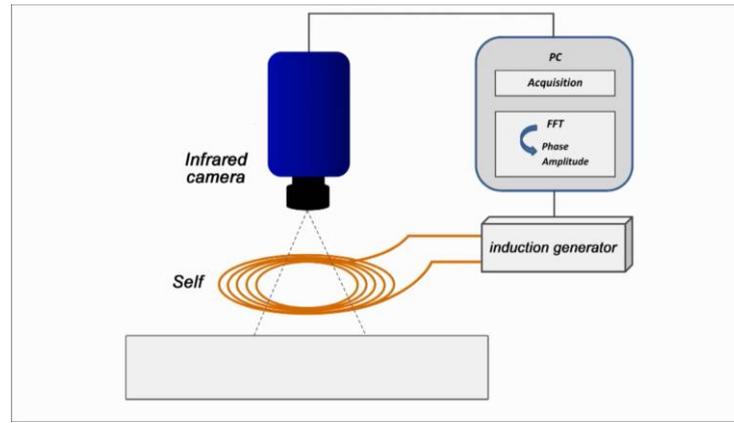
Caractéristiques

Sans contact

Rapide

Permet l'inspection de matériaux à faible inertie thermique

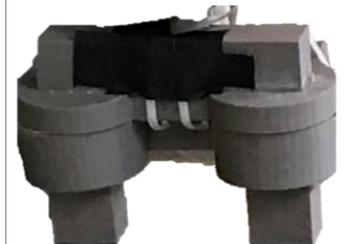
La conception de la bobine est à revoir en fonction de la pièce



Exemple de conception



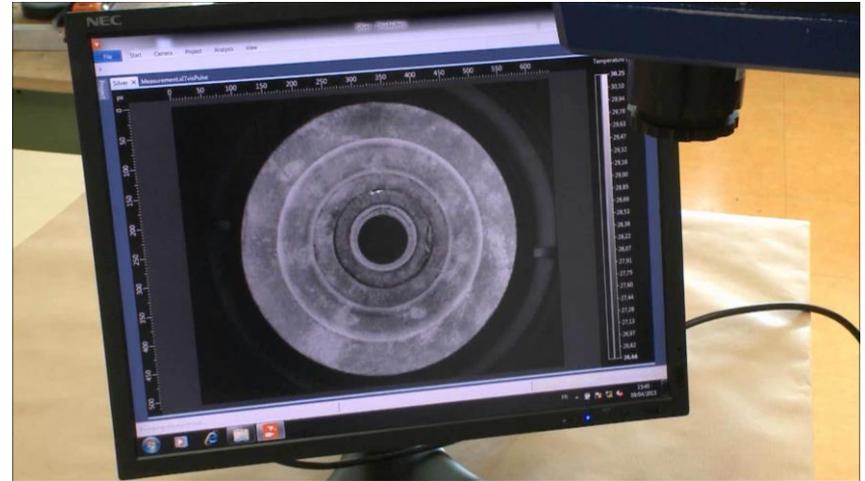
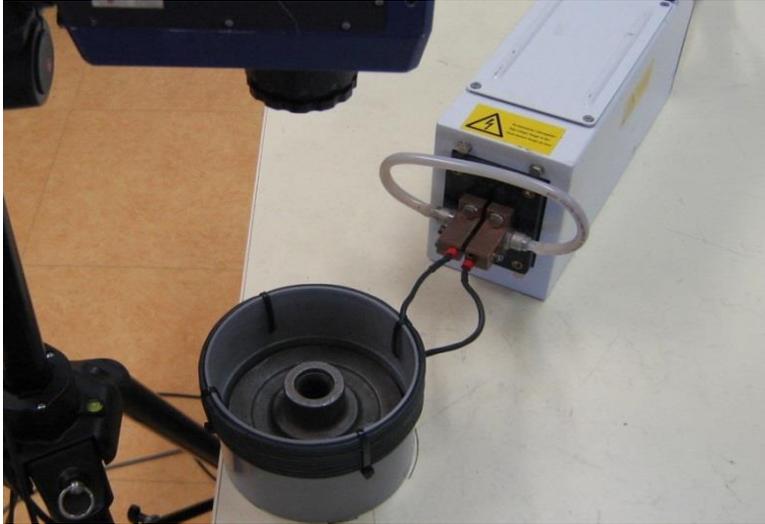
Version labo



Version atelier production

La thermographie infrarouge active par induction

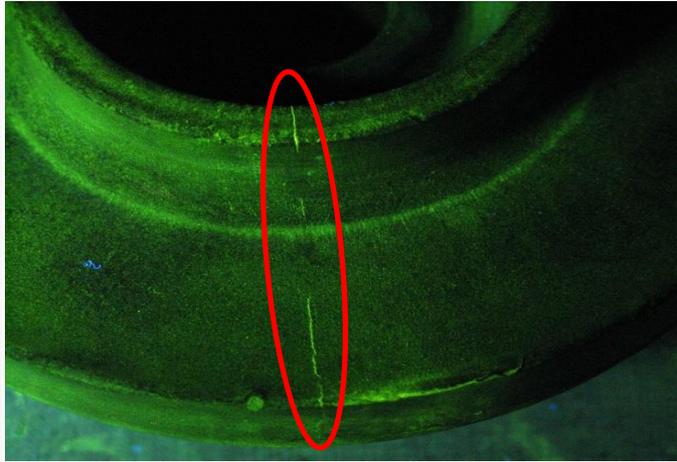
Exemple: Détection de défauts de surface sur des moyeux



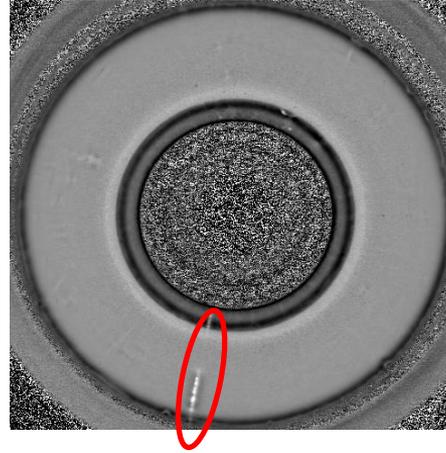
- ✓ 200 ms de chauffe par induction
- ✓ 350 ms d'acquisition

La thermographie infrarouge active par induction

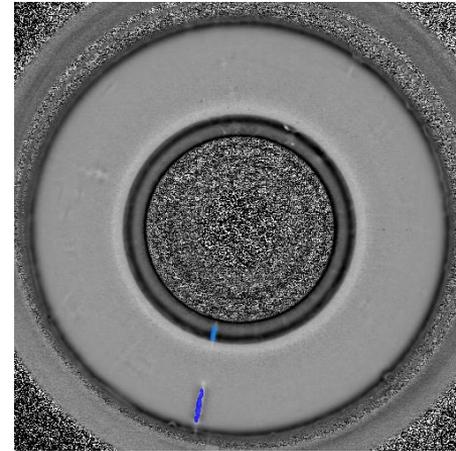
Exemple: Détection de défauts de surface sur des moyeux



Magnétoscopie



Thermographie infrarouge (induction)



Exemple : intégration d'un contrôle de tulipes en industrie

Témoignage de M. BENET, NTN Transmissions



La thermographie infrarouge active par induction

Application au domaine de la chaudronnerie et des assemblages soudés

Pourquoi souhaiter une alternative au ressuage et à la magnétoscopie ?

■ Qualité de détection

- ✓ très bonne sensibilité de détection mais liée à un facteur humain
- ✓ traçabilité peu mise en œuvre

■ Productivité

- ✓ le diagnostic du ressuage et de la magnétoscopie doit être réalisé par un opérateur et est difficilement automatisable
- ✓ dégraissage nécessaire

■ Santé des opérateurs

- ✓ utilisation de produits chimiques,
- ✓ exposition aux champs électromagnétiques, au bruit, à l'obscurité, à la lumière ultraviolette

■ Environnement

- ✓ gestion des effluents
- ✓ consommation d'eau et d'électricité

Contenu de l'étude

- Collecte du besoin et de cas concrets
- Phase expérimentale
- Conclusions

La thermographie infrarouge active par induction

Application au domaine de la chaudronnerie

- Evaluation du besoin des industriels de la commission chaudronnerie du CETIM
 - ✓ Veille technologique sur les possibilités de la méthode
 - ✓ Alternative aux méthodes CND déjà utilisées (Visuel, PT, MT)
 - ▶ Recherche de méthodes moins lourdes en termes de traitement de déchets et effluents
 - ▶ Une mise en œuvre nécessitant moins d'équipements

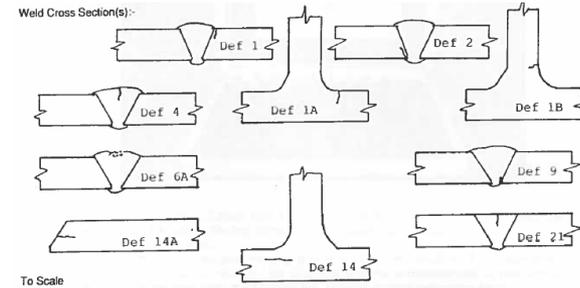
- Indications recherchées
 - ✓ Détection de fissures
 - ✓ Détection de soudures débordées
 - ✓ Retassures
 - ✓ Feuillard non rabouté

La thermographie infrarouge active par induction

Application au domaine de la chaudronnerie

■ Collecte de cas concrets

- ✓ Pièces de formation
Pièces de référence – acier carbone



- ✓ Pièces industrielles
Soudures acier carbone

Soudure Inox

Pièce revêtue

Pièce peinte



La thermographie infrarouge active par induction

Application au domaine de la chaudronnerie

- Phase expérimentale

Dispositifs expérimentaux

Ressuage selon ISO 3452-1 :

Technique : Ressuage coloré (S2) avec élimination de l'excès de pénétrant à l'eau et utilisation d'un révélateur humide non aqueux

Condition d'observation : > 500 Lux

Magnétoscopie selon ISO 9934-1 :

Technique : magnétoscopie par passage de flux magnétique à l'aide d'un électro-aimant et d'un produit indicateur coloré

Condition d'observation : > 500 Lux

La thermographie infrarouge active par induction

Application au domaine de la chaudronnerie

■ Phase expérimentale

Thermographie par induction

Conditions définies par l'utilisateur:

Technique: contrôle par réflexion au moyen de ferrites

Dimension image thermique: 5x6cm

Fréquence d'acquisition : 125Hz

Durée du chauffage 200ms

Durée d'acquisition: 200ms à 1s

Traitement du signal: Transformée de Fourier

Choix de fréquence de visualisation: 1,505Hz

Conditions définies par le générateur d'induction:

Fréquence des courants: 140kHz



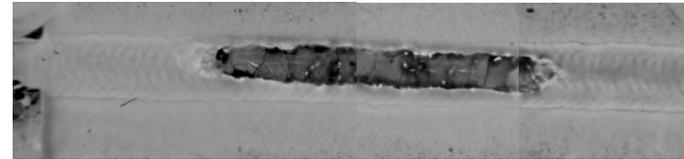
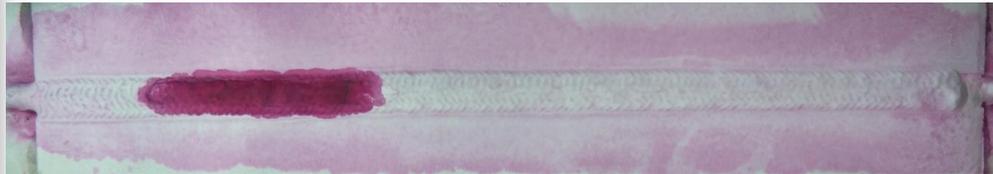
La thermographie infrarouge active par induction

Application au domaine de la chaudronnerie

■ Phase expérimentale

Résultats sur soudure Acier

- ▶ Détection d'un ajout matière Al+Cu
- ▶ Fissures



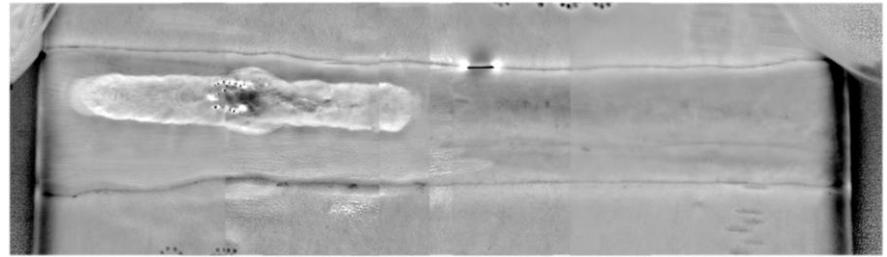
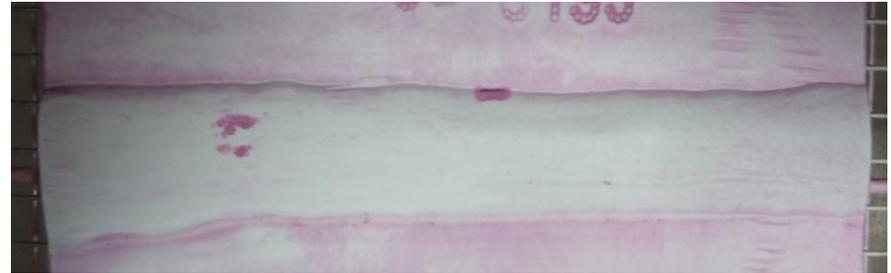
La thermographie infrarouge active par induction

Application au domaine de la chaudronnerie

■ Phase expérimentale

Résultats sur soudure inox

- ▶ Zone électro érodée
- ▶ Porosités
- ▶ Ajout matière



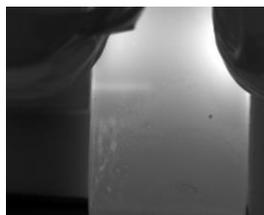
La thermographie infrarouge active par induction

Application au domaine de la chaudronnerie

- Phase expérimentale
- Résultats pièce acier peinte



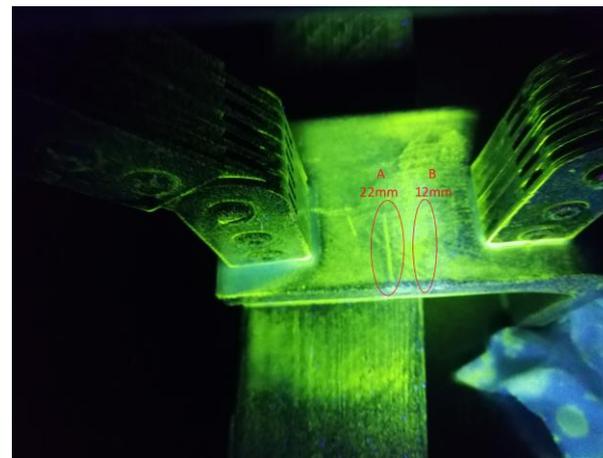
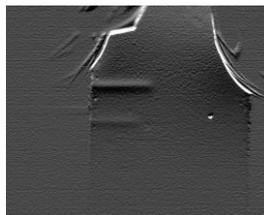
Image brute



Soustraction image « froide »



Filtre de contour



Comparaison magnétoscopie

La thermographie infrarouge active par induction

Application au domaine de la chaudronnerie

- Phase expérimentale

Bilan

- ▶ Sensibilité aux indications recherchées
- ▶ Comparable au ressuage et à la magnétoscopie avec quelques différences liées à la nuance du matériau et à la détection sous jacente ainsi que le contrôle de pièces revêtues
- ▶ Indications des assemblage soudés tout à fait compatibles avec les performances de la THIR active pour les matériaux testés

- ▶ Qualité de détection
- ▶ Rapidité du contrôle (fonction de la géométrie de la pièce)
- ▶ Automatisation possible du contrôle et de la sanction
- ▶ Archivage sous forme d'images numériques
- ▶ Pas de traitements des effluents
- ▶ Pas de risques liés aux champs électromagnétiques

La thermographie infrarouge active par induction

Application au domaine de la chaudronnerie

- Phase expérimentale

Suite

- ▶ Application au contrôle des soudures de silos à grain
- ▶ Utilisation limitée du ressuage (grande dimension)

Actions à venir

- ▶ Conception et validation d'un montage de contrôle
- ▶ Inspection par prélèvement de paires de panneaux



Merci pour votre attention



Vers le futur