



Capteurs CND électromagnétiques pour le contrôle de pièce chaude et de cordon de soudure



Arnaud PELLETIER – CMPHY

CMPhy - 26 rue Paul Sabatier – 71530 – CRISSEY
www.cmphy.fr - contact@cmphy.fr – 03 85 47 47 20



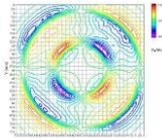
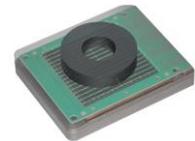
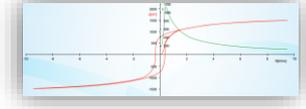
Présentation de la société



Proche Chalon S/Saône (71)

CMPHY est une société Française spécialisée dans la **Mesures Physiques** et la **Caractérisation des matériaux & produits finis pour l'industrie.**

- ❧ Développement de système CND par méthodes Electromagnétiques : capteurs, électroniques et logiciels,
- ❧ Caractérisations des propriétés Electriques, Magnétiques et Structurelles de matériaux,
- ❧ Problématiques Industrielles liées aux magnétismes : aimantation, démagnétisation, mesures de champ magnétique





Nos Moyens / Compétences

Bureau d'études & Fabrication d'équipements

- Conception et réalisation d'équipements de mesures et de Contrôles Non Destructif
- Equipements d'aimantation, systèmes de démagnétisation
- Mesureurs et cartographie de champs magnétiques



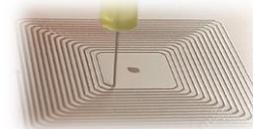
Laboratoire d'essais et de mesures

- Caractérisation des matériaux par méthodes électromagnétiques & ultrasonores
- Bancs d'étalonnage pour appareils CND, mesureur de champ magnétique
- Bancs d'essais pour Magnétisation / Démagnétisation



Equipements de Recherche

- Plateforme de mesures par méthodes Ultrasonores 10kHz à 15MHz - EMAT
- Source de courants (0-5000A) et de champs magnétiques (1mT à 3T)
- Console et capteurs de mesures par Courants de Foucault, Champs Magnétiques, Ultrasons miniaturisés
- Cartes d'acquisitions et logiciels de traitements des signaux associés à nos capteurs de mesures





Capteurs Electromagnétiques

Développement Méthodes et capteurs CND sans contact pour contrôle à distance de défaut surfacique et légèrement sous jacent, mesure d'épaisseur

Projet



framatome



fives

PONTICELLI

SERIMAX



EDF

IS INSTITUT de SOUDURE GROUPE

NUCLEUS VR
DIGITAL TWINS FOR INDUSTRY 4.0



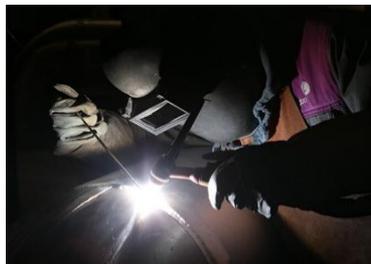
Arts et Métiers
Sciences et Technologies

ARMINES

CMPhy
CENTRE DE RECHERCHE EN PHYSIQUE INDUSTRIELLE

Plateforme s'appuyant sur les technologies de l'industrie du futur qui permettra de « souder bon du premier coup »

- Jumeau numérique avec mesures des paramètres de soudage, traçabilité, fiabilité des opérations de soudage manuel et automatisé sur tuyauteries et cuves acier ferromagnétique et inoxydable
- Capteurs de mesures dont des capteurs de Contrôle Non Destructif



Contrôle de soudure à chaud entre passes
Mode manuel et automatisé



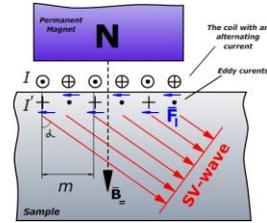
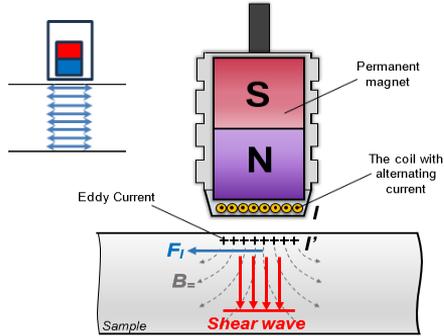
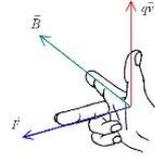
Pièce chaude



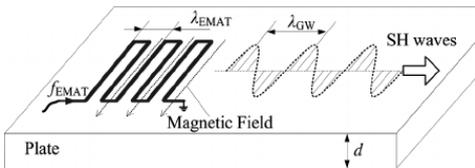


Type 1 : EMAT - Electromagnetic Acoustic Transducer

Basé sur la génération d'une onde acoustique directement dans le matériau par la Force de Lorentz



→ Mesure d'épaisseur, suivi corrosion, détection de défaut type délaminage entre couche



→ Ondes guidées SH / Lamb / Rayleigh

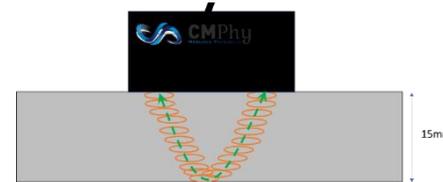
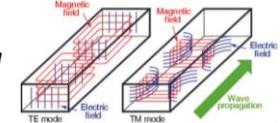
Type 2 : Courants de Foucault Guidés Basse Fréquence (0,2 – 2 kHz)

Basé sur la génération de champ magnétique et courants induits très basse fréquence

Sur saturation magnétique DC / Pulsé



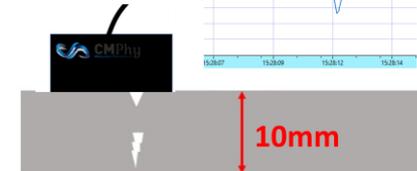
Guides d'ondes EM



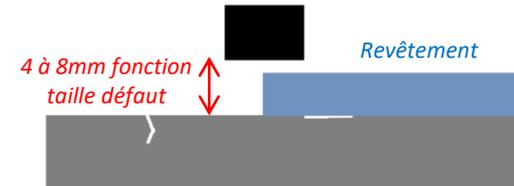
→ Détection de défaut type fissure sous jacente sur acier, composite Carbone



Courants de Foucault BF



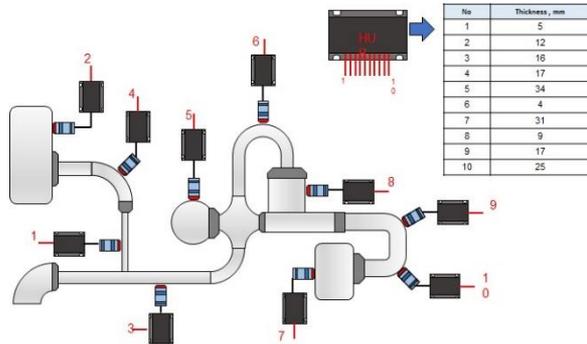
→ Détection de défaut de surface avec distance sonde-pièce élevée





Type 1 : EMAT - Electromagnetic Acoustic Transducer

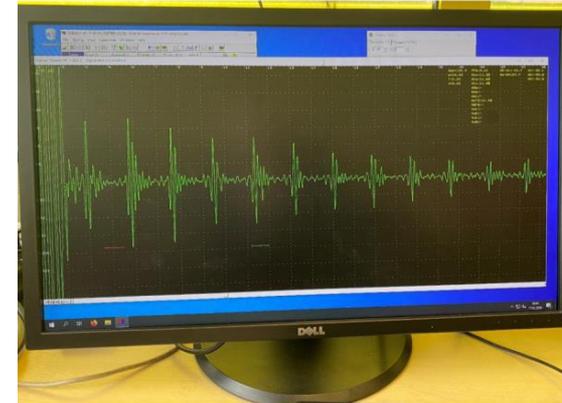
Electroniques : Type embarqué



Déplacement en zone confinée ou monitoring



Electronique embarquée
→ Compact et faible consommation

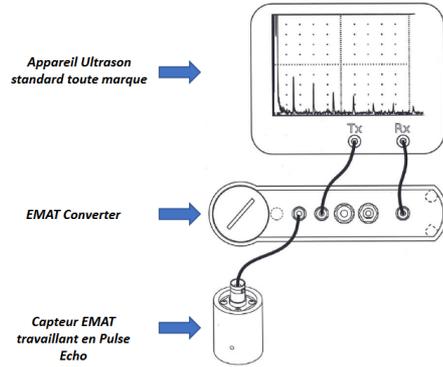


Defect D1 (FBH10 mmx0.1 mm).
A1 (FBH) = -25.1 dB;
A1(def.free) - A1(FBH) = 8.6 dB;
A1s = 11.33 mm.



Type 1 : EMAT - Electromagnetic Acoustic Transducer

Electronique adaptation EMAT avec carte US du commerce



Electronique EMAT indépendante avec sortie analogique



Version HF 1MHz -15MHz

Version BF 100-500 kHz
→ Ondes Guidées

E+R séparés avec préampli externe



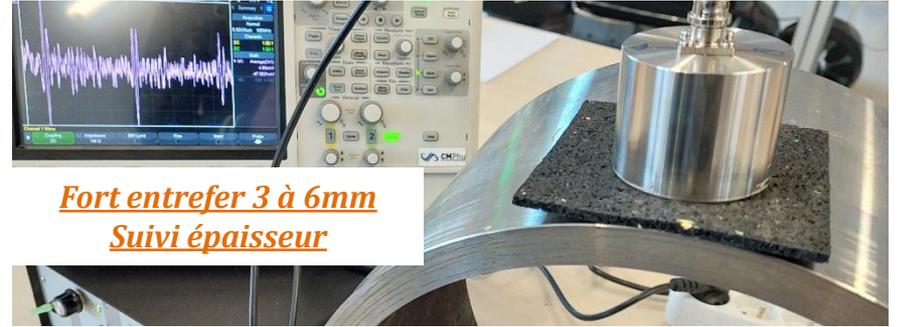


Type 1 : EMAT - Electromagnetic Acoustic Transducer

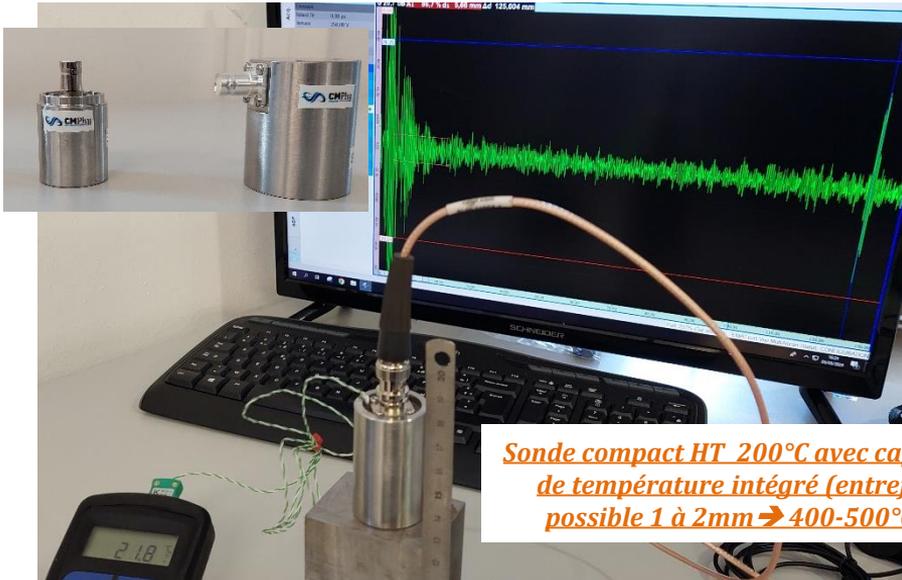
Capteurs Design fonction des applications



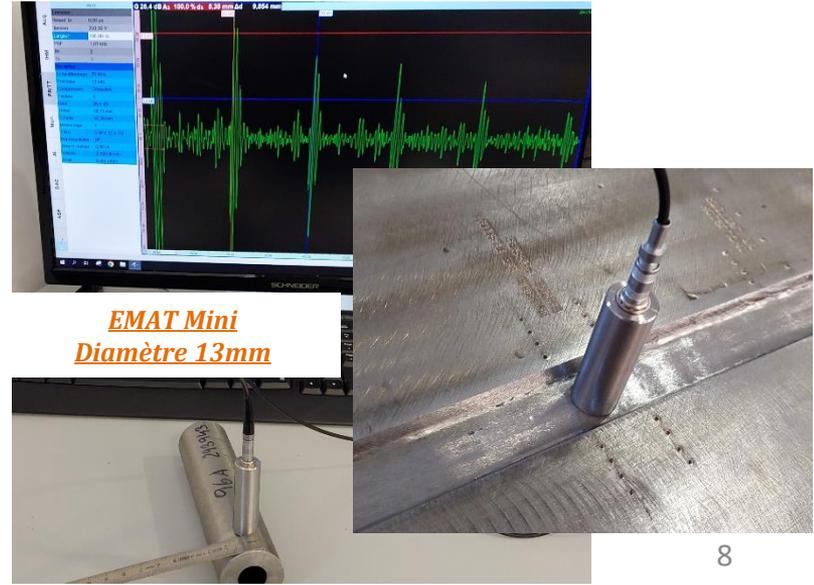
Entrefer + variation épaisseur



Fort entrefer 3 à 6mm
Suivi épaisseur



Sonde compact HT 200°C avec capteur de température intégré (entrefer possible 1 à 2mm → 400-500°C)



EMAT Mini
Diamètre 13mm

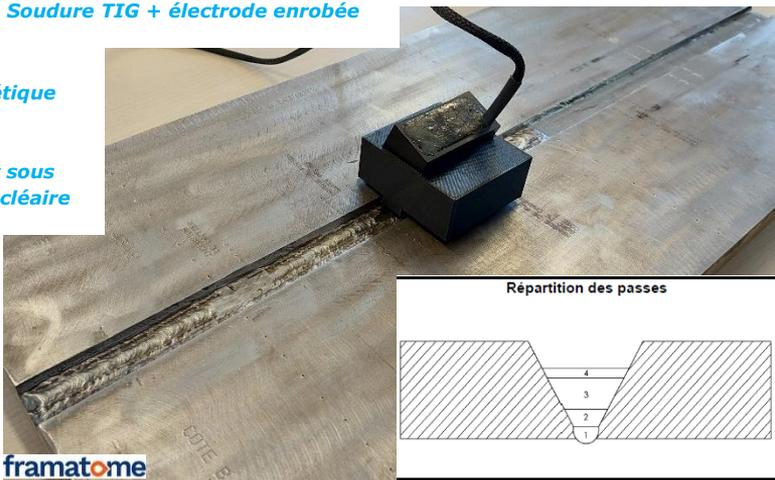


Type 2 : Courants de Foucault Guidés Basse Fréquence (0,2 – 2 kHz)

Soudure TIG + électrode enrobée

Acier
Ferromagnétique
P355 NH

Équipement sous
pression Nucléaire



framatomé



Séquence 1 : passe de racine. (≈2.5mm)

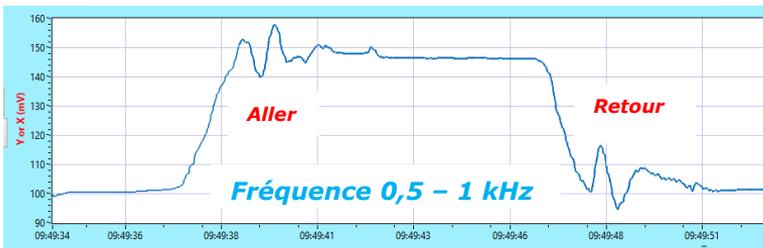
Séquence 2 : 2 couches TIG. (≈4mm)

Séquence 3 : 2 couches électrode enrobées avant usinage de défauts volontaires. (≈ 6.5mm)

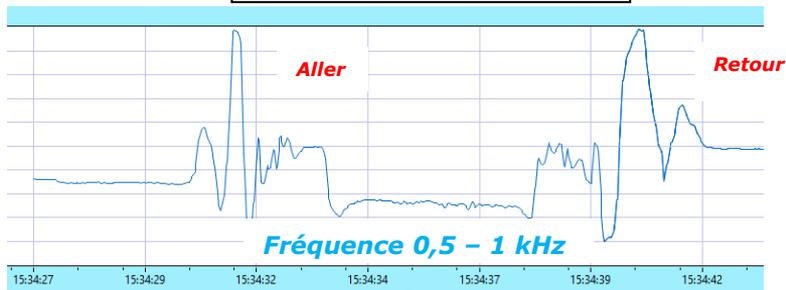
Séquence 4 : dépôt après usinage des défauts volontaires (1 couche ≈2.5mm)

Défaut sous
jacent 2,5mm

Manque de fusion bord chanfrein ou inclusion de laitier

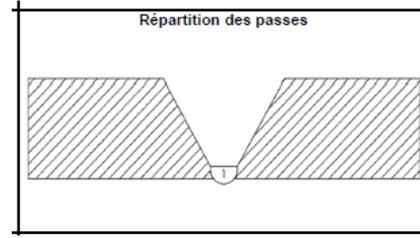
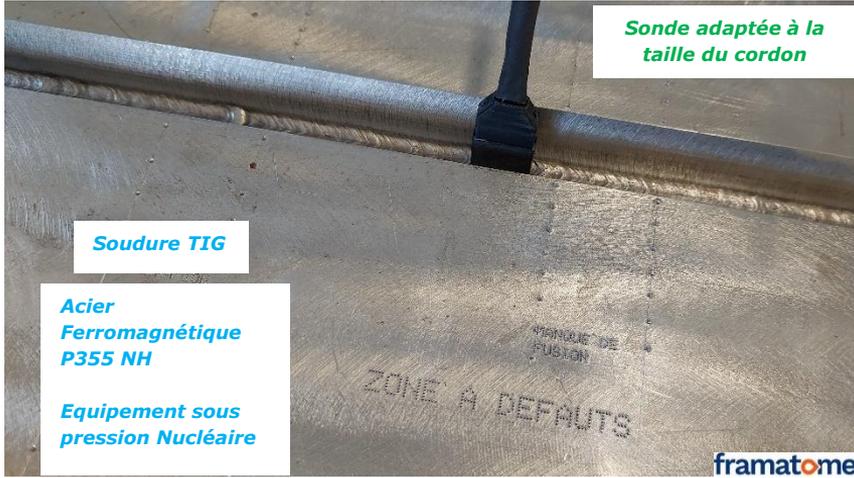


Manque de fusion entre passes

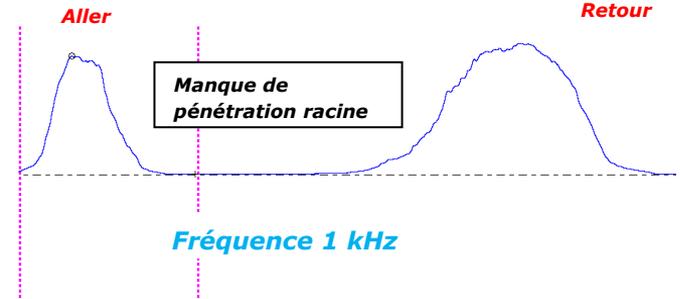
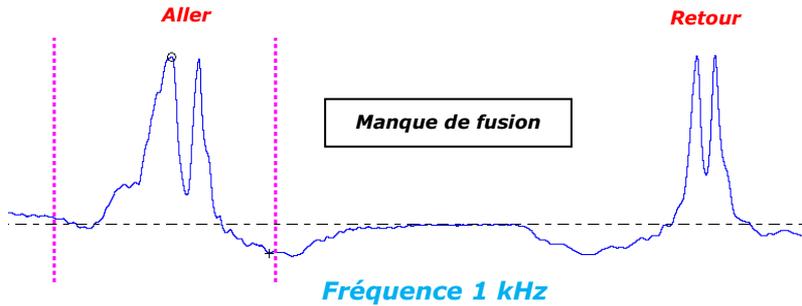
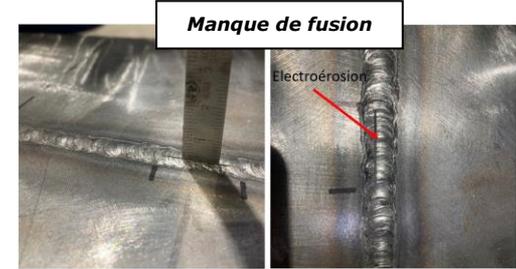




Type 2 : Courants de Foucault Guidés Basse Fréquence (0,2 – 2 kHz)

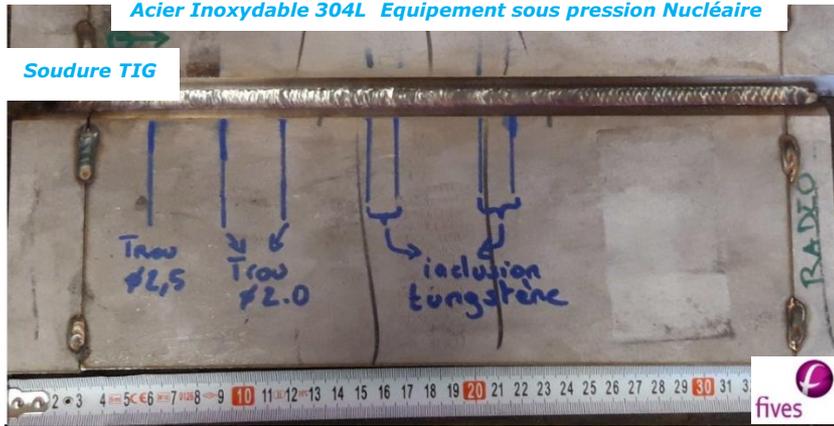


Défauts réalisés face inférieure de la pièce

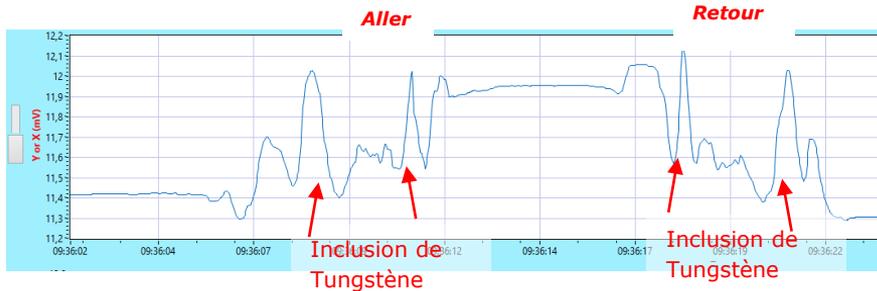
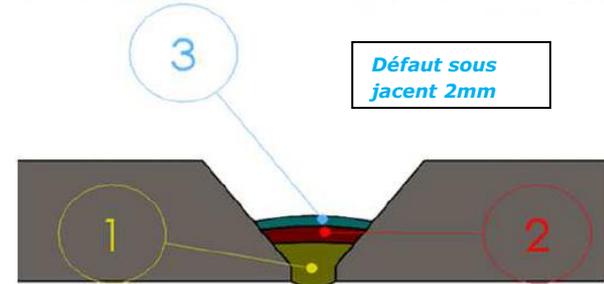




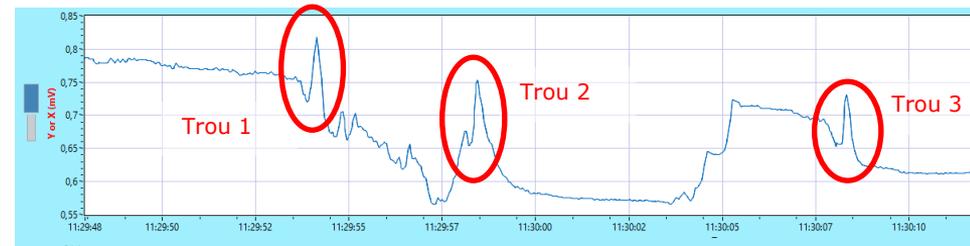
Type 2 : Courants de Foucault Guidés Basse Fréquence (0,2 – 2 kHz)



Couche 2 // Secteur 1 : 0 mm à 100 mm => (2011/2012) Soufflure sphéroïdale
Secteur 2 : Couche 2 // Secteur 2 : 100 mm à 200 mm => (304) Inclusion d'oxyde
Secteur 3 : Couche 2 // Secteur 3 : 200 mm à 300 mm → sans défaut



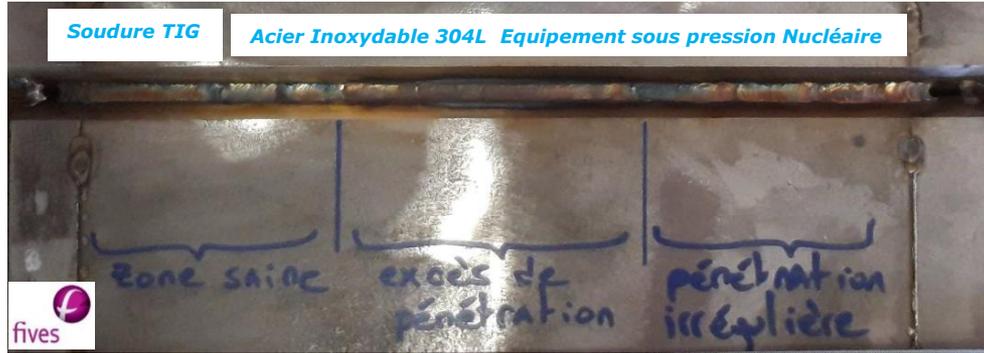
Fréquence 1 kHz



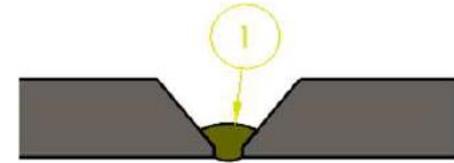
Fréquence 1 kHz



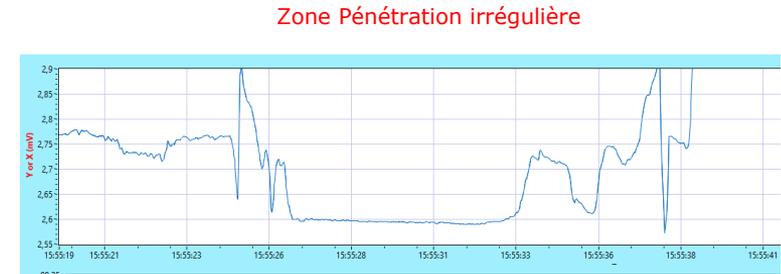
Type 2 : Courants de Foucault Guidés Basse Fréquence (0,2 – 2 kHz)



Secteur 1 : 0 mm à 95 mm => sans défaut
Secteur 2 : 95mm à 205 mm =>(504) Excès de pénétration
Secteur 3 : 205 mm à 300 mm =>(403) Pénétration irrégulière



Fréquence 1 kHz

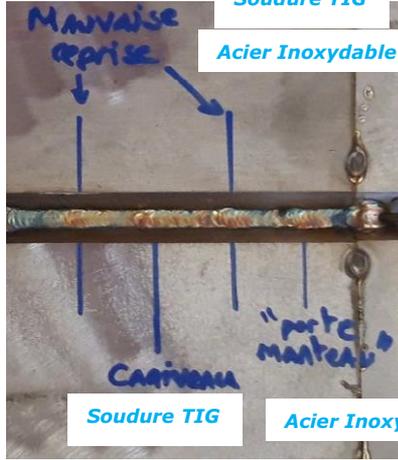




Type 2 : Courants de Foucault Guidés Basse Fréquence (0,2 – 2 kHz)

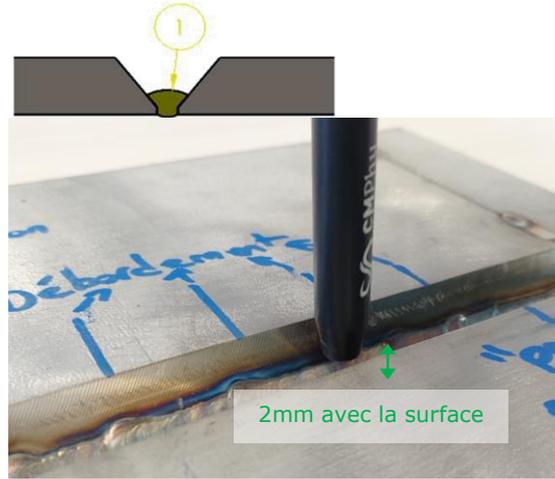
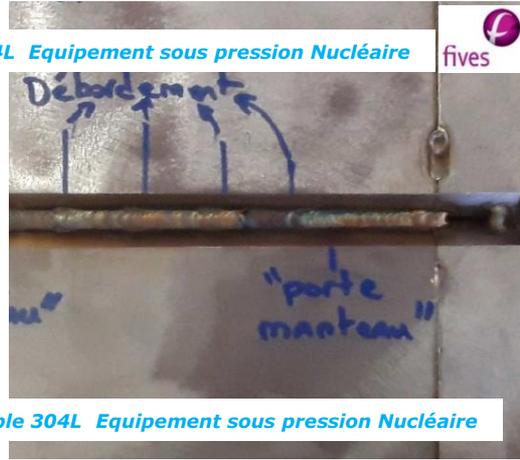
Soudure TIG

Acier Inoxydable 304L Equipement sous pression Nucléaire



Soudure TIG

Acier Inoxydable 304L Equipement sous pression Nucléaire

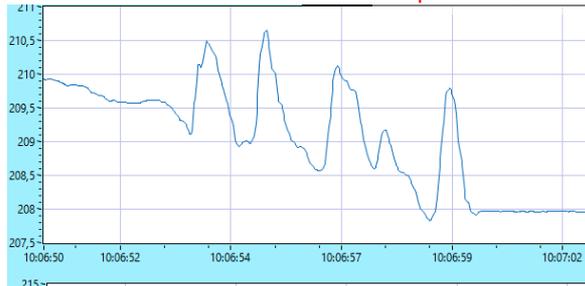


2mm avec la surface



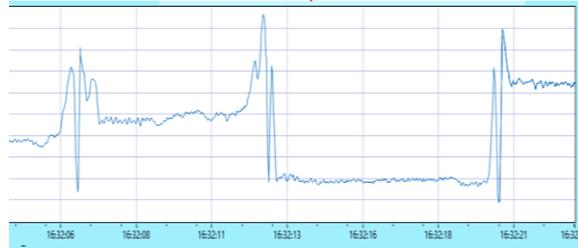
→ Sonde avec un ensemble de préhenseur pour scan mécanisé et sans contact avec la pièce (~2mm)

4 Débordements
+ porte manteau

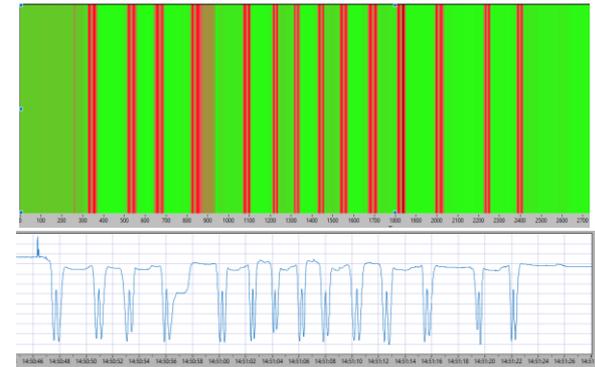


Fréquence 10 kHz

Mauvaise reprise et caniveau



Fréquence 10 kHz

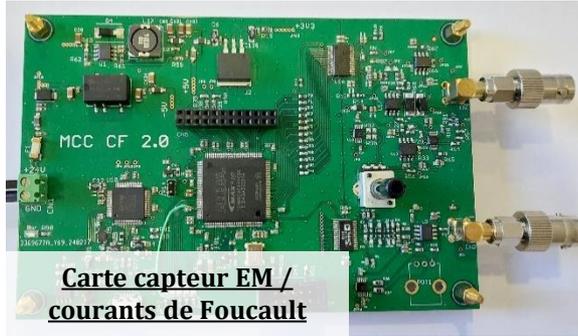


Représentation en amplitude avec codage position 3

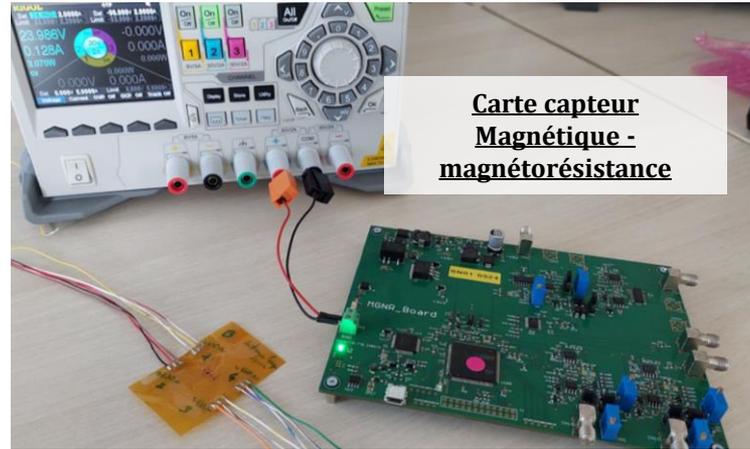


Type 2 : Courants de Foucault Guidés Basse Fréquence (0,2 – 2 kHz)

Electronique compact / embarquée
faible consommation



Carte capteur EM /
courants de Foucault



Carte capteur
Magnétique -
magnétorésistance

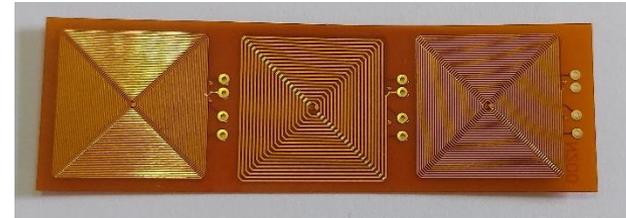
Capteur avec haute tenue en température pour
contrôle entre passe et sur pièce chaude 250-350°C



Welding Beads



Résine haute température → 350°C
Aimant – Température de Curie > 250°C
Céramique, élastomère protection thermique > 500°C
Conducteur cuivré avec résine 250°C / support kapton

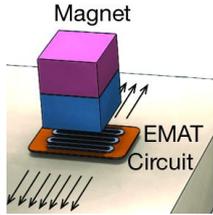


200 à 400 spires
6 à 10 couches

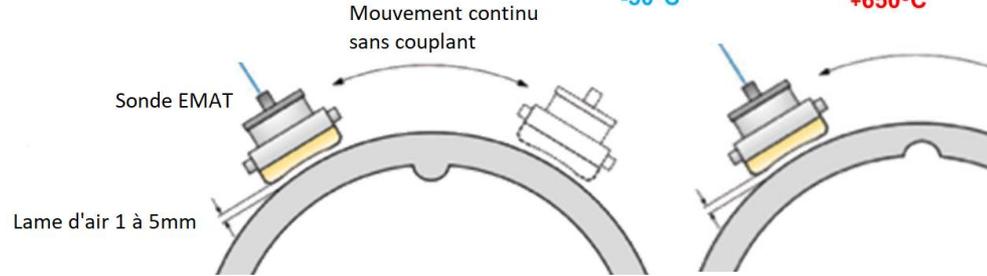


Synthèse capacité capteurs Electromagnétiques

Ultrason EMAT

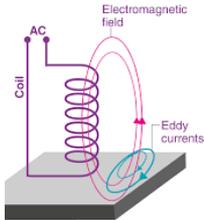


Détection variation épaisseur, défaut grossier (ordre du mm)
 Tenue en température élevée 200-300°C
 + possibilité rajouter entrefer (lame d'air)
 Voir protection thermique pour > 500°C



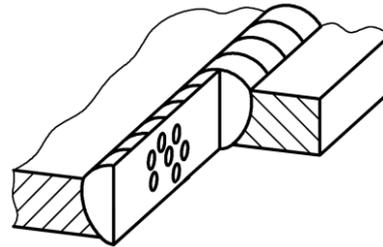
→ Electronique spécifique ou convertisseur pour appareil US standard piézo

Courants de Foucault Guidés Basse Fréquence (0,2 – 2 kHz)

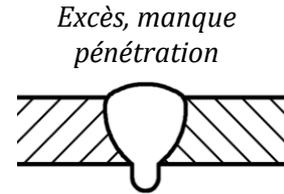
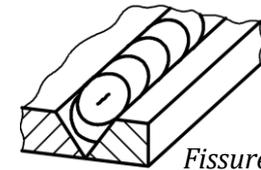


Profondeur 1 à 10mm fonction acier, type de défaut et taille

Taille variable en lien avec la profondeur



Défaut type soufflures, inclusions de matière (oxyde, laitier, tungstène, cuivre)



→ Electronique spécifique ou courants de Foucault avec capacité de traitement et analyse Basse Fréquence



Pour plus de précisions et échanges, **venez nous voir à notre stand**