

CONTRÔLE PAR COURANTS DE FOUCAULT ECA DES ALVÉOLES DE DISQUES DE TURBOREACTEURS

EDDY CURRENT ARRAY INSPECTION OF DOVETAIL SLOTS ON ENGINES

P. CABANIS , OLYMPUS NDT EUROPE
C. MARCEAU , SNECMA GROUPE SAFRAN
C.RUAUD , STATICE

Résumé

Cette étude réalisée en étroite collaboration par les trois entreprises ; OlympusNDT, snecma et Statice, avait pour objectif le contrôle d'alvéoles de fixations d'aubes mobiles de disques de turboréacteurs GE90.

Ce type de pièce présente des géométries complexes qui sont soumises en service à des niveaux de contraintes importants et doivent donc faire l'objet de surveillances régulières imposées par les services officiels (FAA).

Les moyens actuellement utilisés sur CFM56 engendrent des temps de contrôle très longs (6h) et font appel à une vigilance permanente des opérateurs.

La méthode de contrôle CdF ECA multiéléments appliquée permet un gain de temps d'inspection de plus de 50 % par rapport aux méthodologies actuelles. Sa mise en œuvre associée à une représentation cartographique des signaux contribue à l'amélioration de la performance de détection grâce à une réduction importante du facteur humain.

Ce résultat a pu être obtenu par la réalisation d'un kit d'une sonde ECA HF spécifique associée à un outillage de positionnement et de guidage et, par une procédure de contrôle prenant en compte les spécificités de cette nouvelle technologie.

Abstract

This study was closely carried out by three companies (OlympusNDT, snecma and Statice), and aimed at inspecting dovetail slots on GE90 engine disks.

This type of part has complex geometries which are subject to important in-service stress levels and therefore should be subject to regular surveillance set by the official authority (FAA).

The means used today for CFM56 generate very long inspection time (6h) and involve permanent vigilance of the operators.

The applied inspection method ECA (Eddy Current Array) allows saving inspection time of over 50% compared to current methodologies. Its implementation associated with a cartographic representation of the signals contributes to the improvement of the performance of detection through a significant reduction in the human factor.

This result has been achieved through the implementation of a kit of a ECA HF probe associated with a specific tool positioning and guidance, and by a control procedure taking into account the specificities of this new technology.

Sommaire

Historique
Evénement initiateur
Recommandations des services officiels
Méthode d'inspection ECA HF
Que sont les ECA « Eddy current array »
Pourquoi utiliser les ECA ?
ECA – type de bobines
Structure des sondes
GE90 méthode d'inspection ECA HF
Conclusion
Remerciements

Historique :

Le besoin de contrôler par Contrôle non destructif en maintenance, les zones chargées en contraintes, des pièces tournantes d'un turboréacteur est lié à un événement initiateur qui est un **accident** en service dont les faits sont les suivants :

- Sur MD-88 panne moteur au décollage
- Le pilote a interrompu le décollage
- Stage 1 Fan Disk séparé; impact sur la cabine ayant fait 2 victimes.



- Crique ayant entraîné la rupture du « fan disk » à partir d'un trou de fixation.
- limite de vie à 20,000 cycles. Défaut apparu prématurément à 13,835 cycles.



⇒ Représente la deuxième grande défaillance prématurée d'un disque fan au cours des dernières années en raison d'imprévus et d'endommagements non détectés

- le Rapport de la FAA a recommandé:
- Changements des méthodes d'inspections pratiquées par les ateliers de réparation du monde entier.
- Application du concept de Mécanique de la rupture fondée sur la tolérance aux dommages.
- Audits FAA renforcés dans les services d'inspection et de fabrication.
- Contrôle non destructifs à chaque opportunité de toutes les pièces critiques de turboréacteurs civils par du personnel certifié en NDT.
- Etude et mise en place d'outillage de contrôle spécifique chez les réparateurs ce qui représente plus de 400 kits de contrôles réalisés et utilisés dans le monde.

Méthode D'inspection ECA Hf

Depuis l'édition de la recommandation de la FAA, la mise en service d'un nouveau turboréacteur impose le développement de nouveaux moyens de contrôles.

Ces moyens doivent être adaptés aux spécifications des pièces à contrôler et prendre en compte les exigences industrielles.

Ces impératifs ont été pris en considération pour le développement du moyen de contrôle des alvéoles du moteur GE 90.

Pièces concernées :

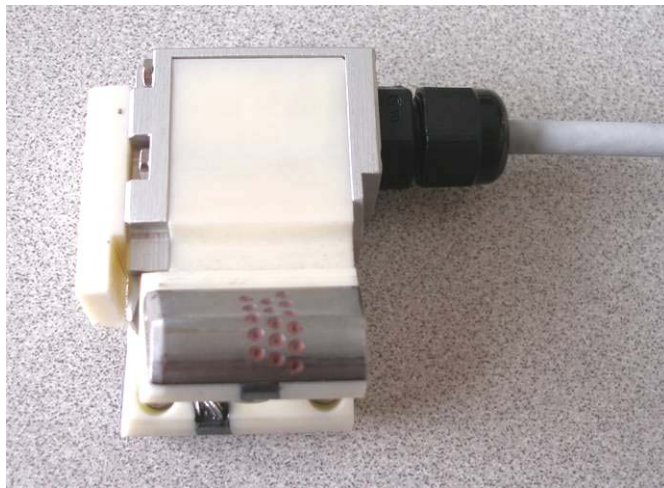
- GE90 CHP disques étages 1 et 2

Objectifs :

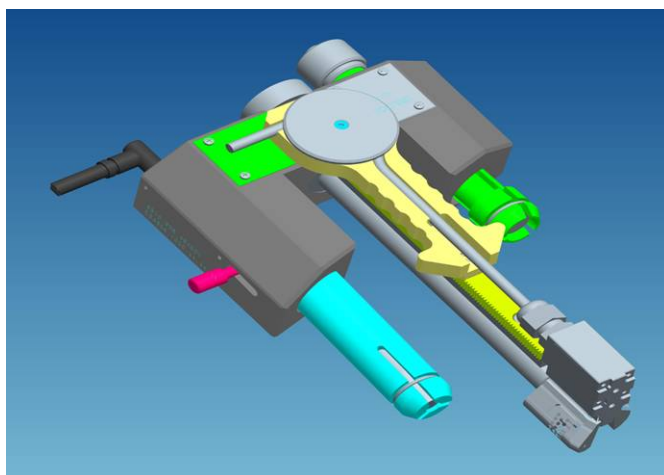
- Respecter les consignes de la FAA pour les inspections en service.
- Obtenir et garantir un niveau de performance égal à celui des sondes mono-élément utilisées sur le CFM56 pour des contrôles de même types.
- Réduire le temps de contrôle (7h sur disque FAN CFM56).
- Enregistrer et archiver les résultats.

Méthode retenue

- Inspection par courants de Foucault multiéléments de type ECA.
- Utilisation de sondes sectorisées 2 x 16 éléments ou 2 x 10 éléments.

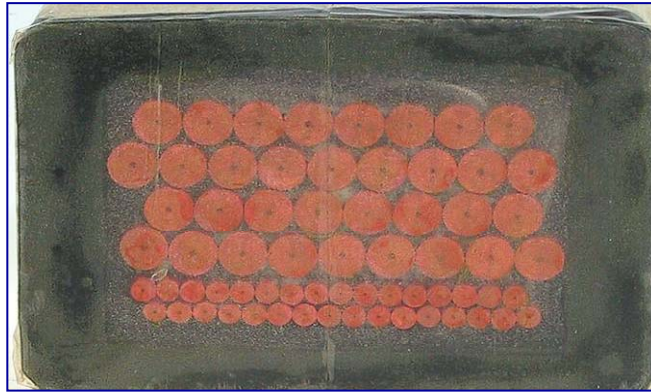


- Réalisation d'un outillage de positionnement et de contrôle équipé de codeurs.
- Choix d'éléments de type absolu focalisé blindé HF (2MHz).
- Utilisation d'un générateur ECA 4-32 voies Omniscan MX avec MUX intégré.
- Utilisation de l'imagerie C-Scan pour la lecture et l'interprétation des signaux.
- Création d'un KIT de contrôle pour chaque application.



Que sont les ECA « Eddy current array » ?

- L'ECA est une technologie capable de piloter plusieurs bobines CF placées côte à côte dans une même sonde.



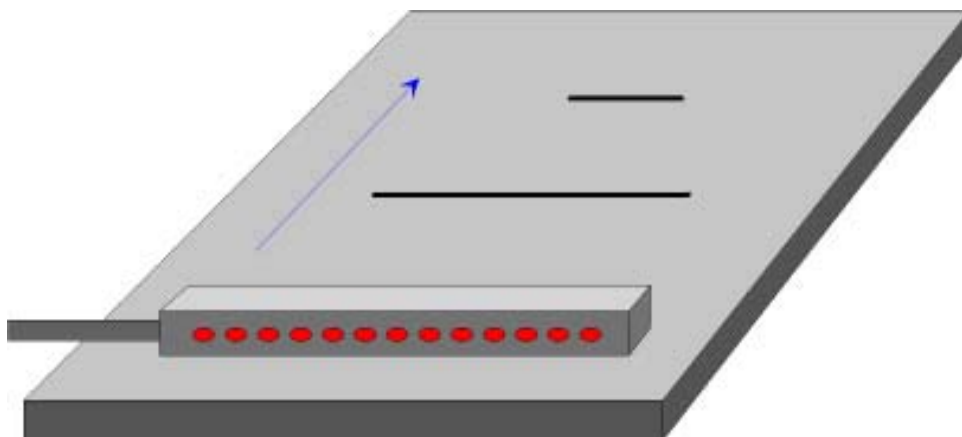
Exemple de sonde ECA

- L'acquisition des signaux est réalisée en multiplexant les bobines CF suivant une organisation qui annule les phénomènes d'inductance mutuelle entre bobines.
- Les techniques et les modes de mesure restent les mêmes que pour des CF classiques. Cependant des combinaisons des modes de mesure sont possibles.

Pourquoi utiliser les ECA ?

En ECA plusieurs bobines sont placées dans un même capteur assemblé pour :

- Permettre une couverture plus large en une seule passe de la sonde tout en maintenant une haute résolution.
- Réduire les temps d'inspections



- Réduire la nécessité de disposer de systèmes robotiques complexes pour déplacer la sonde, un simple balayage manuel étant souvent suffisant.
- Simplifier la calibration.
- Améliorer la détection des défauts avec l'utilisation des outils de numérisation et d'imagerie.
- Inspecter les formes complexes à l'aide d'une sonde fabriquée pour le profil de la partie à inspecter.
- Améliorer la performance de détection « POD » par la réduction du facteur humain et des écarts mécaniques

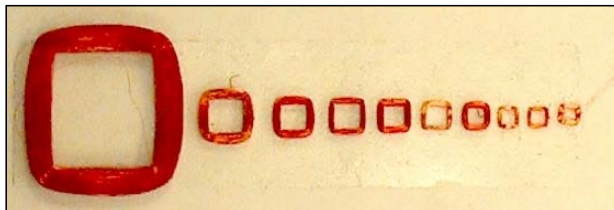
ECA – types de bobines

Plusieurs types de bobines peuvent être utilisés pour construire une sonde leur choix dépend de la géométrie à contrôler et du type de défaut à rechercher.

- Bobine ronde



- Bobine carré

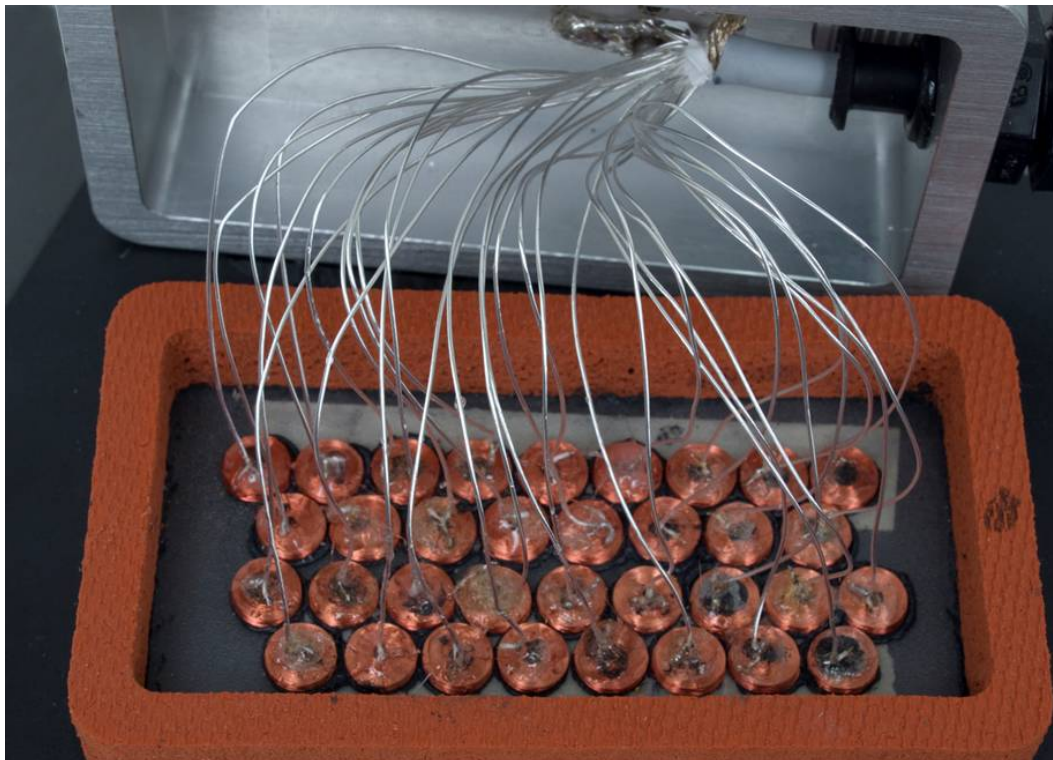
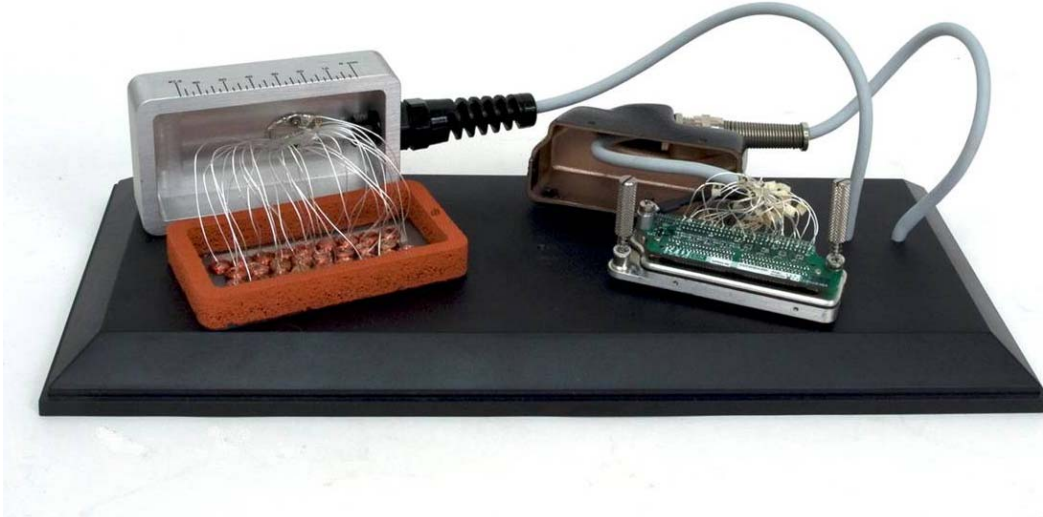


- Forme de cube

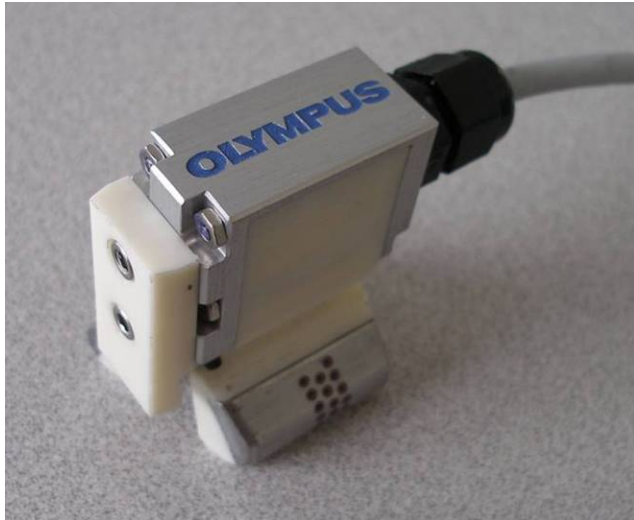


- Spirale simple couche
- Corps en ferrite (focalisée)
- Blindée

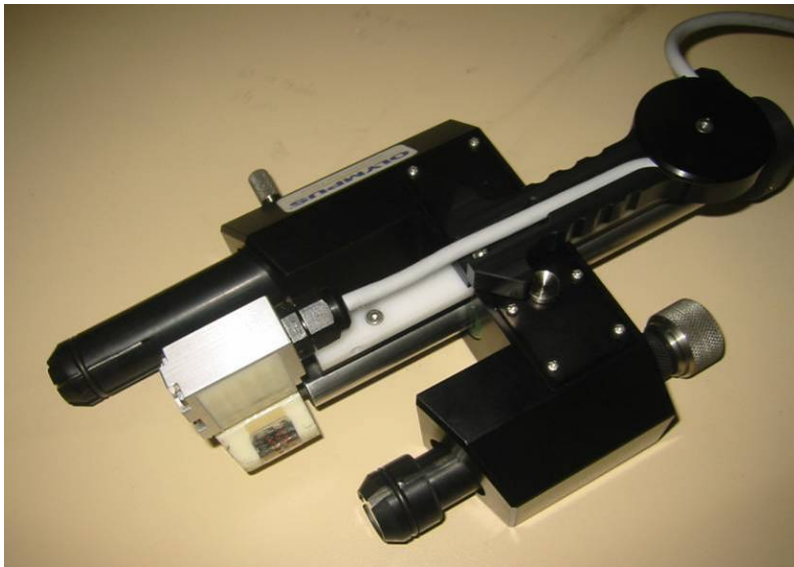
Structure des sondes ECA



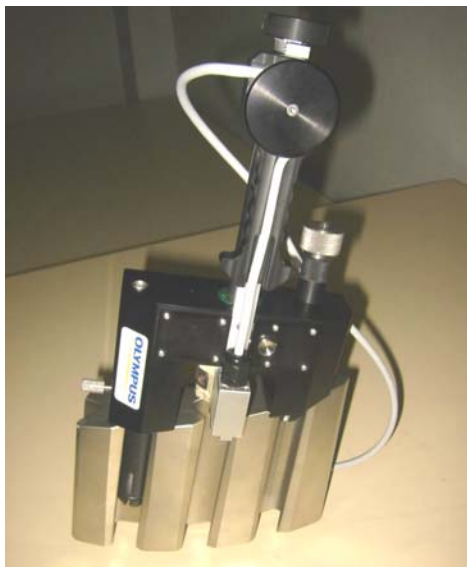
GE90 : Méthode d'inspection ECA HF



➤ Sonde ECA
32 éléments (2 x 16)

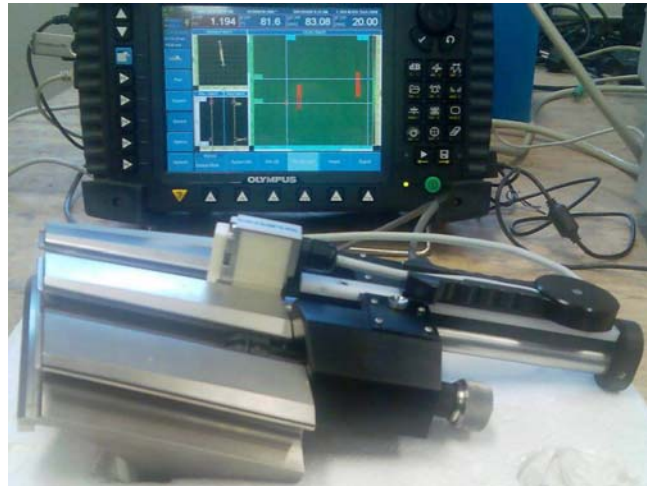


➤ Outillage de contrôle
équipé de la sonde ECA.



➤ Outillage et sonde ECA en
position dans l'alvéole.

- **Mode opératoire:**
- Préparation de la pièce.
- Etalonnage :
- Normalisation
- Vérification des amplitudes
- Contrôle :
- Acquisition
- Exploitation
- Archivage
- Etalonnage de fin

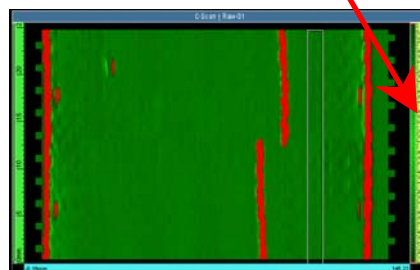


La phase de calibration comporte deux opérations :

- L'équilibrage de l'ensemble des éléments de mesure constituant la sonde .Cette opération est effectuée de façon traditionnelle la sonde en contact avec la surface de la pièce.
- La normalisation des éléments de mesure a pour objectif d'uniformiser la réponse en amplitude et en phase de chaque élément vis-à-vis d'un défaut de référence .Cette opération est réalisée pour cette application à l'aide d'une fente infinie



◆ Etalonnage et normalisation sur empreinte EDM infinie



Etapes du Contrôle :

Mise en place de l'outillage sur la pièce.

Réalisation d'une acquisition par déplacement manuel de la tige porte sonde.

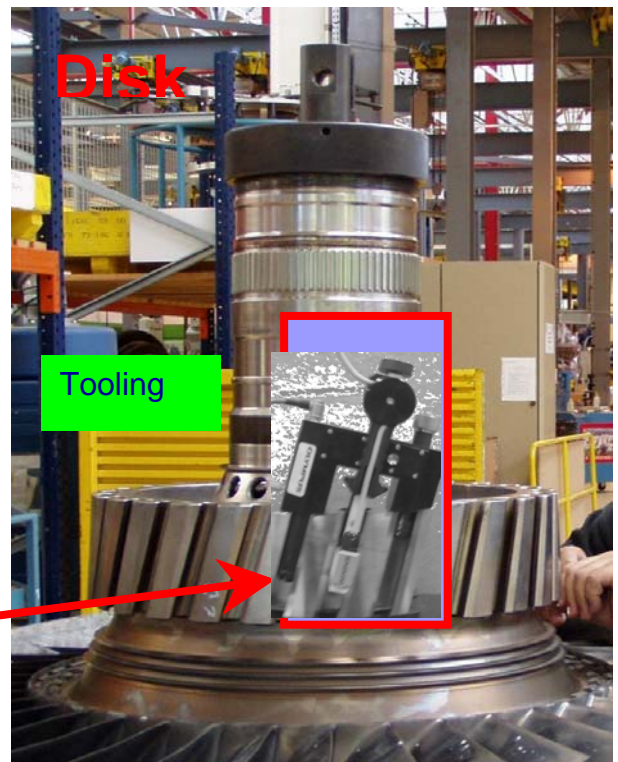
Lecture direct des données sur l'écran du générateur.

Interprétation des indications à l'aide des outils de mesure.

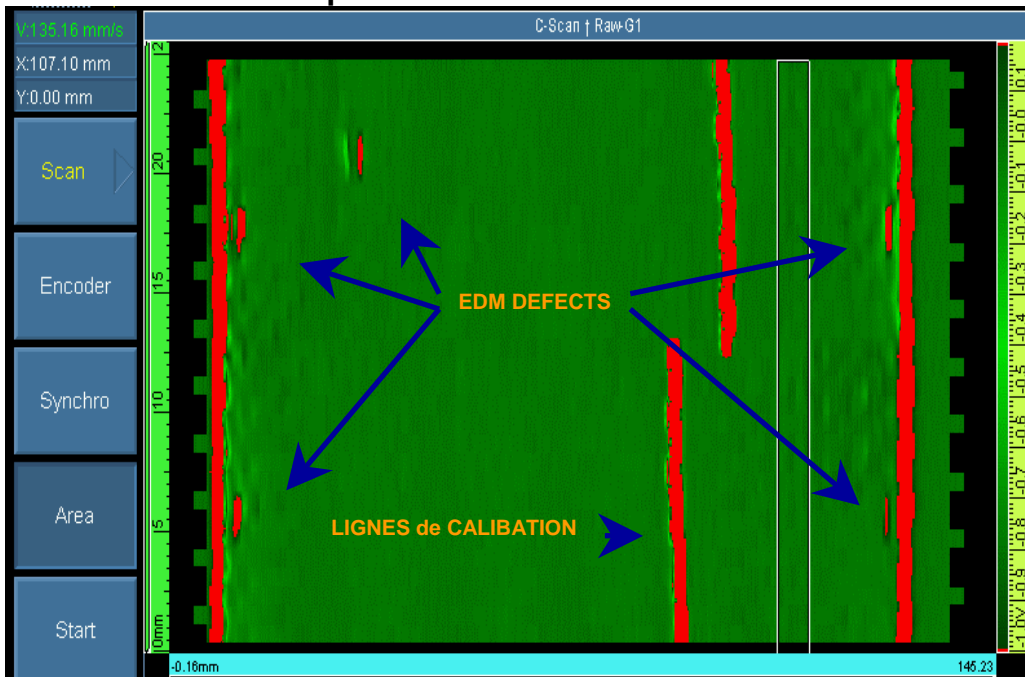
Sauvegarde des données sur support informatique.

Edition d'un PV de contrôle

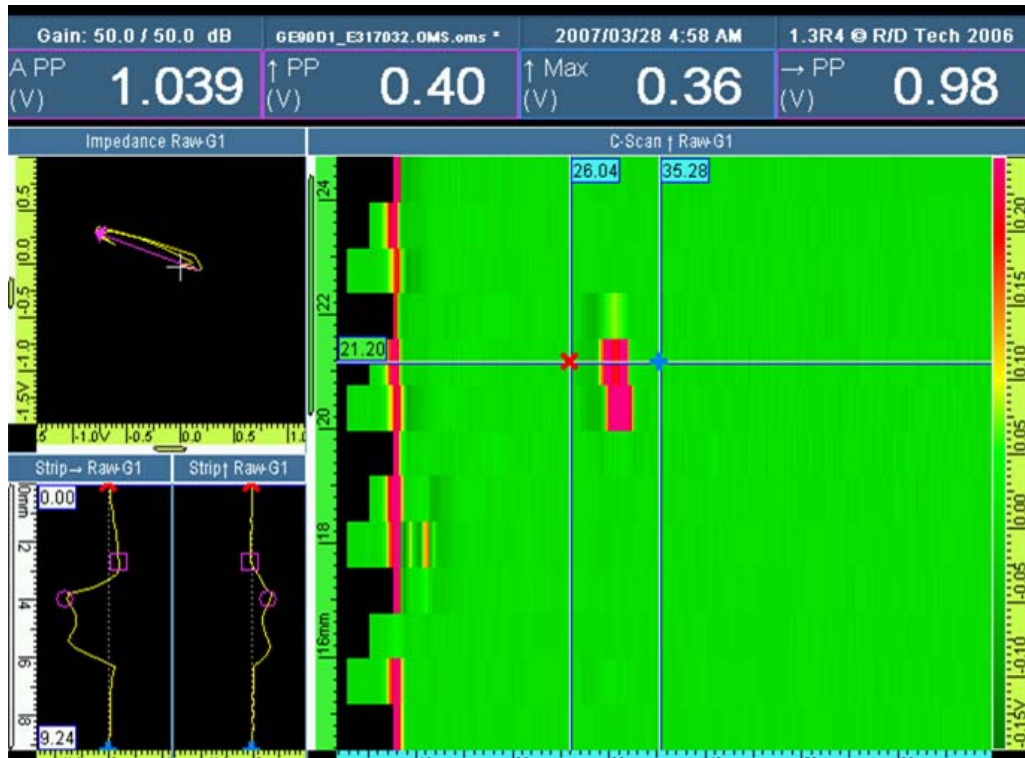
Mise en place de l'outillage sur la pièce



Réalisation d'une acquisition



Interprétation des indications



Conclusion

- Première application ECA sur moteur en exploitation.
- 32 ou 20 bobines par sonde
- Couverture des zones critiques à 100 %
- Réduction du temps de contrôle de plus de 50%
- Fiabilisation des performances par réduction du facteur humain
- Traçabilité assuré par la Sauvegarde des données

La méthode développée est actuellement en utilisation par les trois industriels qualifiés pour la maintenance du moteur GE90, Air France, Snecma services et Snecma elle sera étendue aux futurs réparateurs progressivement.

Nous tenons à remercier les sociétés :

- **Snecma**
- **Snecma Services**
- **Static**