

RECONNAISSANCE ET AMÉLIORATION DE LA CLASSIFICATION D'IMPERFECTIONS DÉTECTÉES PAR COURANTS DE FOUCAULT

RECOGNITION AND IMPROVEMENT IN THE CLASSIFICATION OF IMPERFECTIONS DETECTED BY EDDY-CURRENT

F. Lesage, X. Guo, B. Bisiaux, J. Bionaz, O. Tailleux, S. Petit
Vallourec & Mannesmann France – Centre de Recherche Vallourec (CEV)
60, route de Leval, BP 20149, 59620 Aulnoye-Aymeries
E-mail : frederic.lesage@vallourec.fr

Résumé

Le système présenté dans ce papier montre l'intérêt de l'utilisation de l'imagerie pour l'amélioration de la sélectivité des installations de contrôle non destructif. Il a été développé pour une usine du Groupe Vallourec qui fabrique des tubes pour utilisation mécanique.

Installé sur le dernier contrôle des produits finis, le système est dédié à la partie contrôle de santé externe par CF ponctuels. De très stricts critères sont exigés à ce stade pour la qualité finale des produits. Par conséquent, le taux de « faux rebuts » est relativement élevé pour garantir un risque client proche de zéro.

L'objectif du système est de distinguer les principales imperfections sources de « faux rebuts » (ex. défauts type collage), par acquisition des multi-voies en temps réel, puis traitement imagerie 2D en vitesse industrielle. Les amplitudes des indications sont alors pondérées en fonction du type d'imperfection reconnu. Le système détermine alors s'il s'agit d'un rebut ou d'un faux-rebut potentiel, qui restera à vérifier.

L'article décrit la méthode employée et donne les éléments de validation industrielle.

Abstract

The system presented in this paper shows the interest of image technique for the selectivity improvement of the non destructive benches. It was developed for a Vallourec Group facility that manufactures tubes for the mechanical industry.

Installed in the final inspection of the finished products, the system is dedicated to the external soundness inspection by punctual EC. Highly stringent criteria have to be met at this stage to ensure the quality of the end products. Consequently, the rate of "false alarms" is relatively high in order to keep the client risk near to zero.

The purpose of the system is to distinguish the main imperfections that cause these "false alarms" (e.g. insufficient fusion type flaws), by multi-channels acquisition in real time, followed by 2D imaging at an industrial process rate. The amplitudes of the indications are then weighted according to the type of imperfection recognized. The system then determines if rejection of the part is founded or if it is a potential false alarm that remains to be verified.

The article describes the method used and gives information regarding industrial validation.

DESCRIPTIF DU PROBLEME RENCONTRE

Le système présenté, maintenant industriel, a été développé pour une usine du groupe Vallourec produisant des tubes pour une utilisation mécanique. Avant leur utilisation finale, ces tubes sont usinés par les clients du groupe Vallourec.

A l'issue du process de fabrication, des systèmes de contrôle non destructifs sont installés pour une inspection en ligne.

Actuellement deux types de défauts sont les principales sources de problèmes de sélectivité du banc de contrôle par courants de Foucault :

- Les incrustations, qui sont des imperfections de surface peu profondes, présentant une réponse importante en amplitude du fait de leur profil (avec une couche de métal dépassant de la surface du tube) = elle ne devrait théoriquement pas déclencher d'alarme
- Des défauts fins et de profondeur supérieure à la limite visée (0.2mm) et d'amplitude de réponse inférieure à celle de l'étalon.

Dans la procédure d'inspection actuelle, pour sécuriser la détection de défauts de la deuxième catégorie, une sur-sensibilité est appliquée au contrôle par courants de Foucault, et un contrôle ultrasonore est réalisé même s'il n'est pas spécifié par nos clients.

Les incrustations de profondeur inférieure à la limite des spécifications (0.2mm), qui seraient éliminées lors de l'usinage, représentent actuellement 27% des cas de dépassement du seuil d'alarme.

C'est pourquoi il a été demandé au Centre de Recherche Vallourec de concevoir un système permettant de diminuer le nombre de fausses indications sans augmenter le risque client.

DESCRIPTIF DE LA SOLUTION DEVELOPPEE

Algorithme d'imagerie

La solution technique développée est fondée sur l'utilisation de l'image reconstruite de l'amplitude de la réponse (en module) du système par courants de Foucault ponctuels.

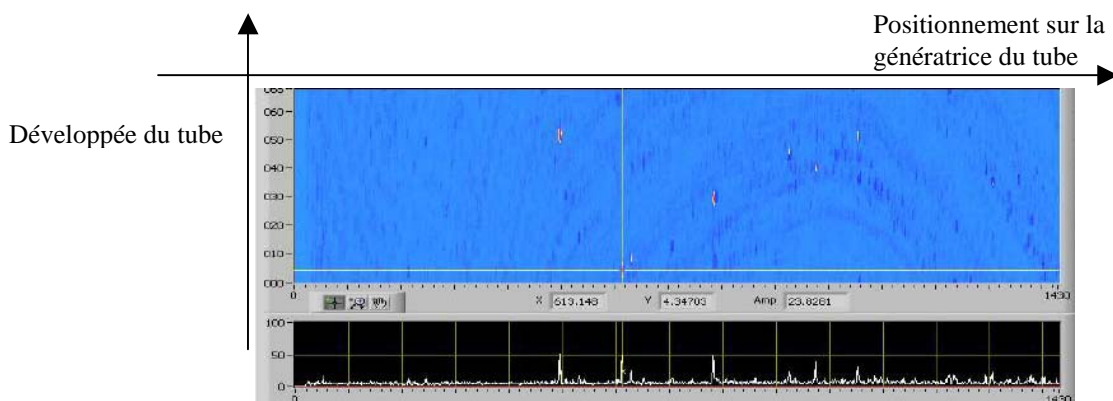


Figure 1 : Représentation de l'image CF développée du tube, comparée à l'enregistrement classique en dessous.

L'algorithme d'imagerie repère dans une première étape les zones de l'image avec indications potentielles et délimite un contour de cette zone à analyser.

Les défauts de type incrustation sont généralement des défauts courts. Une deuxième étape consiste donc à évaluer la longueur de l'imperfection liée à l'indication. Si cette imperfection est longue, le seuil d'alarme défini par la procédure actuelle est appliqué. Si cette imperfection est courte, l'image est analysée plus en détail.

Une troisième étape de l'algorithme consiste alors à reconnaître dans l'image une zone caractéristique de la réponse

- Si un « morceau de métal dépassant » est reconnu, l'algorithme indique qu'il estime être en présence d'une incrustation, et il permet d'éviter le déclenchement d'alarme automatique,
- Si les éléments de l'image ne permettent pas de reconnaître une incrustation, le seuil de la procédure actuelle est appliqué.

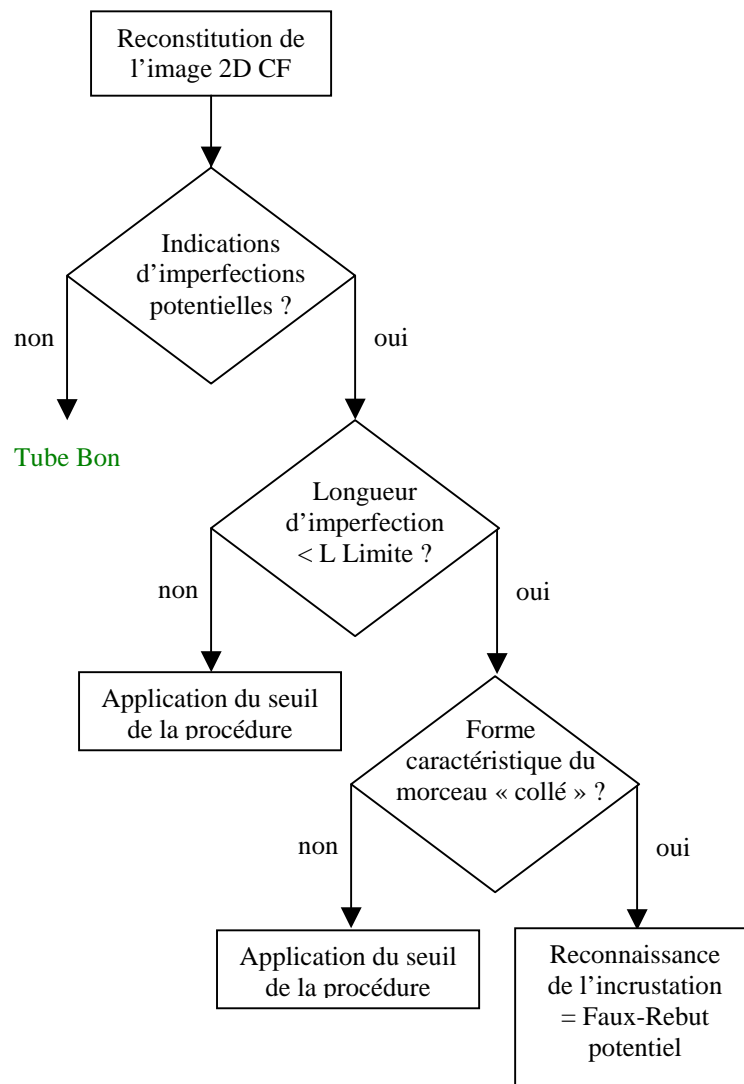


Figure 2 : L'algorithme de reconnaissance des défauts de type incrustation se déroule en trois étapes successives permettant de ne confirmer la présence d'une incrustation qu'avec certitude.

Possibilité d'implémentation en ligne

Pour implémenter le système en ligne, il faut dans un premier temps être capable de représenter au défilé l'image développée du module du signal CF. A cette fin, le système d'imagerie doit recevoir deux types de données :

- Données brutes de l'électronique courants de Foucault
- Codage de positionnement sonde ponctuelle / tube

Pour industrialiser le système, il faut donc mettre en place un système de codage du positionnement de la sonde ponctuelle (roue codeuse, laser, ...) et placer un système d'acquisition en sortie de l'électronique CF. L'algorithme d'imagerie est alors déclenché et peut par la suite envoyer son interprétation à l'automatisme déjà existant (Figure 3).

Cette démarche est similaire à celle décrite dans le brevet publié par le Groupe Vallourec pour l'utilisation de l'imagerie ultrasonore.

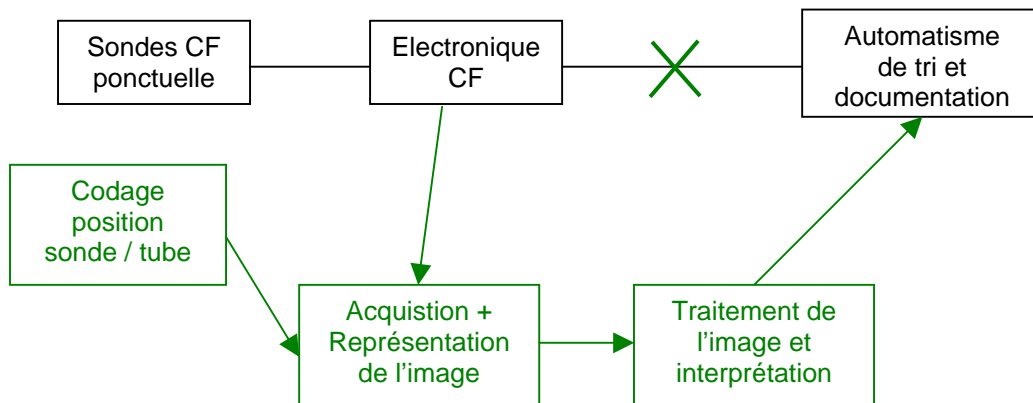


Figure 3 : Les éléments représentés en vert doivent être ajoutés au système actuel afin de pouvoir mettre en œuvre la solution proposée

VALIDATION DE LA SOLUTION PROPOSEE

Validation semi-industrielle

8 prélèvements ont été effectués sur des tubes déclenchant sur l'installation automatique de contrôle par courants de Foucault, avec acquisition et enregistrement du module et de l'image.

Les 8 zones avec indication ont été expertisées par coupe micrographique, et leur profondeur réelle mesurée. Les résultats de la prédiction de l'algorithme d'image ont été évalués :

- Sur l'image acquise en usine,
- Sur différentes images acquises au CEV correspondant aux différents passages possibles du défaut devant les sondes ponctuelles (7 possibilités différentes d'acquisition).

Sur les 8 indications les résultats d'expertise sont les suivants :

- 6 défauts fins de profondeur supérieure à la limite de la spécification
 - Sur l'analyse des différentes possibilités d'images acquises, l'algorithme confirme les défauts dans 100% des cas,
 - La corrélation est meilleure qu'avec le contrôle actuel,
 - Le risque de laisser passer un tube mauvais n'est pas augmenté.
- 2 imperfections, de type incrustation et de profondeur inférieure à la limite de la spécification :
 - Sur l'analyse des différentes possibilités d'images acquises, l'algorithme classe les imperfections correctement dans 70% des cas.

Validation industrielle sur grande série

Il est prévu une deuxième phase de validation, industrielle et sur grande série. Pour cela nous prévoyons d'installer le système en parallèle au banc de contrôle, et d'effectuer sur une durée de plusieurs mois :

- un prélèvement systématique pour expertise des échantillons, où l'interprétation du système actuel et de la solution proposée divergent,
- un prélèvement statistique sur l'ensemble des indications.

CONCLUSION

Le système décrit dans le présent papier montre l'intérêt de l'utilisation de l'imagerie pour l'amélioration de la sélectivité des installations de contrôle non destructif.

Ce système est déjà installé actuellement sur le site, et fournit pour le moment des résultats en parallèle à la sanction de l'automatisme. Un plan de validation industrielle sur grande série est prévu dans les prochains mois.