

# Contrôle qualité de radiogrammes de soudure par traitement d'images

G. Daillant\*, D. Micollet, M. Paindavoine

Laboratoire LE2I, 6,Bld Gabriel, Université de Bourgogne  
21000 DIJON

\* doctorante financée par la région Bourgogne et le CEA

## RESUME

Cet article porte sur la conception d'un système automatique d'analyse de radiogrammes de soudure. Le but de l'étude est d'extraire des défauts de type cavités qui se présentent sur les images originales, présentant de très fortes inhomogénéités, par des taches sombres. Plusieurs méthodes de rehaussement ont été étudiées. La segmentation se fait finalement grâce à des techniques de morphologie mathématique.

Les temps de calculs étant prohibitifs, les algorithmes ont été implantés sur une architecture parallèle.

## ABSTRACT

This article is devoted to the design of an automated bench for acquisition and analysis of weld radiographies. The aim is to extract from the pictures, which present strong inhomogeneities, the cavity type defects, appearing as spots darker than the background. Several method of background enhancement were studied. The segmentation is obtained by mathematical morphology.

The processing times being very important, the algorithms have been implanted on a parallel architecture.

## 1 Introduction

Le sujet de cet article porte d'une part sur la réalisation d'un banc d'acquisition de radiogrammes de soudure et d'autre part sur l'analyse de ces films. Le but de l'étude, cofinancée par la région Bourgogne et le CEA de Valduc, est d'extraire de l'image acquise les défauts de type cavité qui se caractérisent par des tâches plus sombres que le fond. Les images présentent un faible contraste, une densité importante ainsi que de fortes inhomogénéités verticale et horizontale.

Afin d'identifier les défauts présents, nous avons été amenés à étudier et comparer différentes techniques de redressement de fond. La segmentation en deux zones distinctes (fond et défaut) est obtenue grâce à la morphologie mathématique par le biais de l'algorithme de la ligne de partages des eaux. Celle-ci aboutissant à une image sur-segmentée, l'algorithme doit être quelque peu modifié.

## 2 Banc d'acquisition

Les films à numériser sont de taille maximale 18x2 cm. Le pas de numérisation étant petit, plusieurs acquisitions successives sont donc nécessaires à la numérisation totale du film. De plus, une source de lumière homogène est indispensable. Pour des raisons de simplicité de conception de banc de numérisation, la caméra et la source lumineuse sont fixes. Le film est alors déplacé horizontalement et verticalement grâce à des tables de déplacement commandées par le PC.

Le film étant très dense, une caméra spécifique à temps d'exposition variable, pilotable depuis le PC s'avère nécessaire. En effet, le temps d'intégration d'une trame vidéo est souvent insuffisant. La figure ci-dessous représente le banc d'acquisition mis au point.

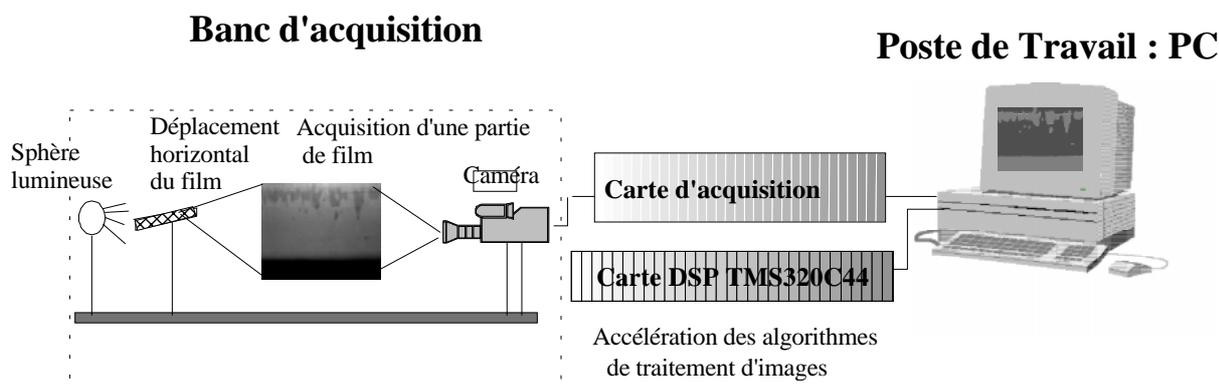


Figure 1 : Banc d'acquisition et de numérisation

L'image ci-dessous est issue de notre système d'acquisition. Les inhomogénéités y apparaissent clairement. Elles proviennent de la variation d'épaisseur traversée par les rayons X et de l'asymétrie de la source de rayons X.

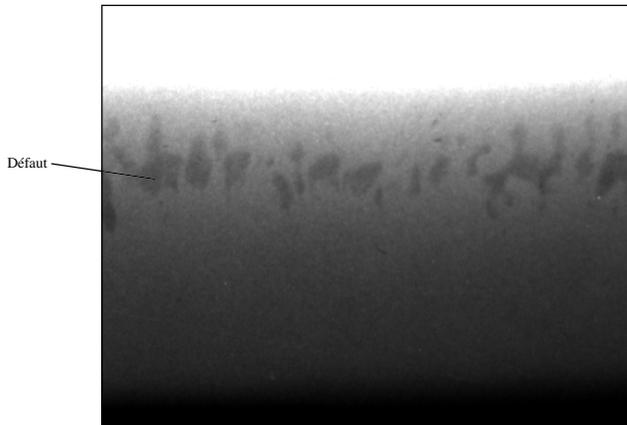


Figure 2 : Image originale

## 2 Traitement algorithmique

On cherche à mettre en évidence les contours des défauts par l'application du filtre de Canny-Deriche. L'image ci-dessous en est le résultat. Les contours, bien que mis en évidence, sont noyés dans un bruit très important. Celui-ci est la conséquence de l'inhomogénéité verticale. Le profil des niveaux de gris d'une colonne de l'image est représenté en figure 4.

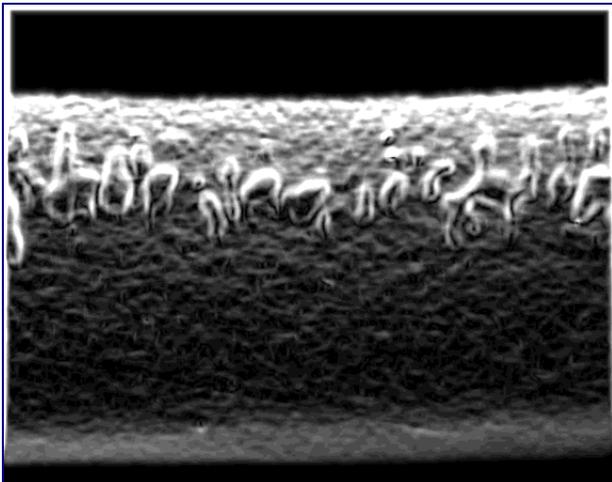


Figure 3 : Image gradient

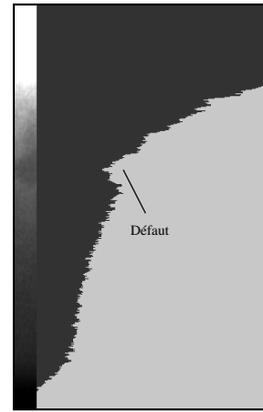


Figure 4 : Profil des niveaux de gris d'une colonne de l'image originale.

### 2.1 Rehaussement de contours

Un moyen de supprimer le bruit passe par un rehaussement de fond. Ce traitement a pour but de ramener les défauts sur un fond homogène et se fait grâce à une reconstruction d'une image de fond par l'intermédiaire des fonctions splines.

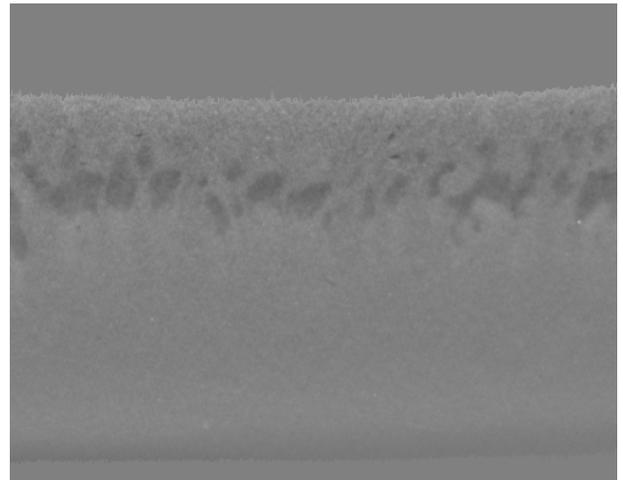


Figure 5 : Image rehaussée

Les images ci-après sont les résultats de l'application du détecteur de contours sur l'image rehaussée ainsi que le profil des niveaux de gris de la colonne prise comme référence.

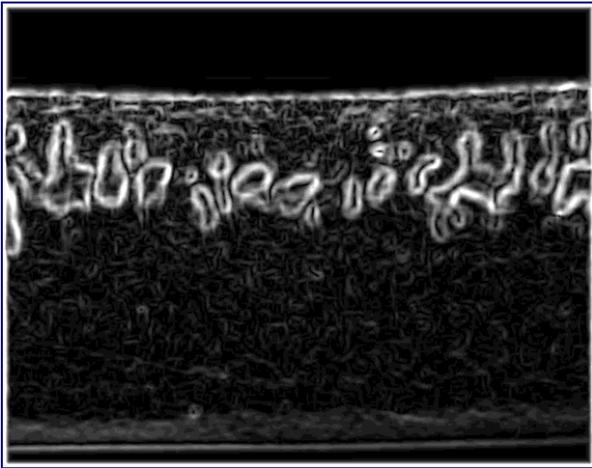


Figure 6 : Résultat du détecteur de contour sur l'image rehaussée.

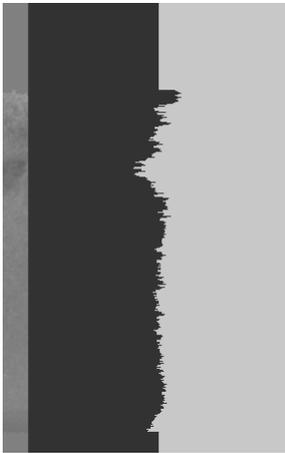


Figure 7 : Profil des niveaux de gris d'une colonne de l'image rehaussée.

Les résultats étant des plus satisfaisants, la segmentation est abordée.

## 2.2 Segmentation par Lignes de Partage des Eaux

L'application de l'algorithme de la ligne de partage des eaux permet d'obtenir une image où chaque ligne de crête présente dans l'image initiale est mise en évidence. Cependant, le résultat bien qu'intéressant est insatisfaisant puisque sur-segmenté, comme le montre l'image suivante.

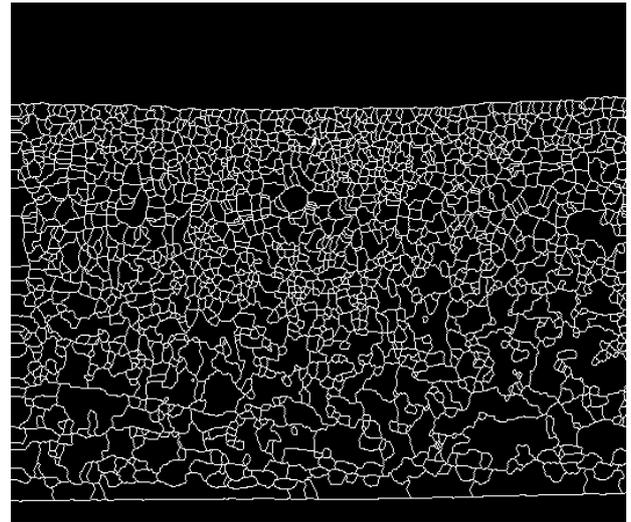


Figure 8 : Image résultant de l'application de l'algorithme de LPE sur l'image 5.

La superposition des images 7 et 1 montrent que les contours des défauts sont présents bien que le nombre des contours parasites soit très important. La sur-segmentation sera supprimée par une contrainte de l'algorithme.

## 2.3 Lignes de Partage des Eaux contrainte

La contrainte consiste à identifier des zones de fond et de défaut avant l'application de l'algorithme. Elles sont ensuite utilisées comme germes de croissance. Seules les lignes de crête séparant deux zones étiquetées défaut pour l'une et fond pour l'autre seront mises en évidence. Les résultats obtenus dépendent donc fortement du marquage des zones de fond et de traitement. Une technique de seuillage adaptatif, basée sur une fine analyse de l'histogramme, a été développée dans ce but. Les images ci-dessous illustrent les performances de la méthode.



Figure 9 : Image segmentée

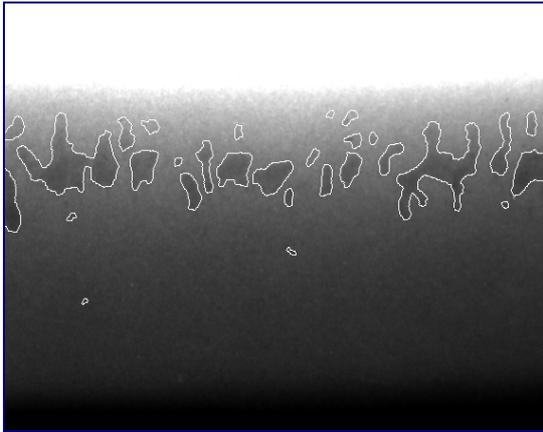


Figure 10 : Superposition des contours extraits et de l'image originale.

Les résultats obtenus montrent que cette technique est très efficace puisque très peu de défauts échappent au traitement tout en ayant un très faible taux de détection.

### 3 Implantation parallèle

Le temps de traitement d'une image (500x300) est d'environ 30min sur une station Sun Sparc Classic. De plus, douze acquisitions sont nécessaires à la numérisation totale du film. C'est pourquoi, il est indispensable d'implanter les algorithmes sur une architecture parallèle composée de processeurs spécifiques (TMS320C4x).

Le temps de traitement d'une image sur monoprocesseur a été réduit à 3min. L'utilisation du logiciel SynDex, développé à l'INRIA, nous a permis de déterminer le nombre optimal de processeurs. Les résultats de différentes descriptions logicielles montrent que ce nombre est égal à 7.

L'architecture retenue est de type Farming. Le PC a pour rôle de commander le banc de numérisation et de stocker les images originales et segmentées.

### 4 Conclusion

Une chaîne complète d'acquisition et d'analyse de radiogramme de soudure a été développée.

C'est finalement un ensemble de techniques différentes qui permettent d'obtenir une segmentation correcte des images originales :

- Rehaussement par fonctions splines d'ajustement,
- Filtre de Canny-Deriche généralisé pour l'extraction des contours,
- Marquage adaptatif par analyse d'histogramme,
- Ligne de Partage des Eaux contrainte,

Afin de réduire les temps de calculs, les algorithmes ont été implantés sur une architecture parallèle de type farming composée de DSP TMS320C4x.

### Références

- [1] "Amélioration du filtre de Canny Deriche pour la détection des contours sous forme de rampe" E. Bourenane - M. Paindavoine - F. Truchetet - Traitement du Signal - Vol 10 - N°4 - 1993
- [2] "Automatisation d'analyse de radiogrammes de soudure par traitement d'images : Algorithmes et Architecture" G. Daillant - Thèse présentée à l'Université de Bourgogne - Mai 1996.
- [3] "Trend removal in X-Ray Images" - Edward R. Doering and John P. Basart - Review of Progress in Quantitative Nondestructive Evaluation - Vol. 7A - pp 785 - 794 - 1988.
- [4] P.J. Laurent - "Approximation et Optimisation" - Hermann- 1972.
- [5] "SynDex : un environnement de programmation pour applications de traitement du signal distribuées" - C. Lavarenne - O. Seghrouchni - Y.Sorel - M. Sorine - Actes du Treizième Colloque GRETSI - Sept 91.
- [6] "Algorithmes morphologiques à base de files d'attente et de lacets - Luc Vincent - Extension aux graphes" -Thèse de L'Ecole Nationale des Mines de Paris - pp 185 - 229 - 1990.