



**HAL**  
open science

## Détection de fissures sur des images de chaussées

Tien Sy Nguyen, Manuel Avila, Stéphane Begot, Florent Duculty

► **To cite this version:**

Tien Sy Nguyen, Manuel Avila, Stéphane Begot, Florent Duculty. Détection de fissures sur des images de chaussées. 13ème Colloque National de la Recherche en IUT (CNRIUT), May 2007, Thionville-Yutz, France. hal-00608309

**HAL Id: hal-00608309**

**<https://hal.science/hal-00608309>**

Submitted on 12 Jul 2011

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

---

# Détection de fissures sur des images de chaussées

**T.S. NGUYEN<sup>\*,\*\*</sup>, M. AVILA<sup>\*\*</sup>, S. BEGOT<sup>\*\*</sup>, F. DUCULTY<sup>\*\*</sup>**

<sup>\*\*</sup>LVR, IUT de l'Indre, 2 av. F. Mitterrand, 36000 CHATEAUROUX

<sup>\*</sup>VECTRA, Z.I Route de Tours, 36500 BUZANCAIS

[Tien-Sy.Nguyen@univ-orleans.fr](mailto:Tien-Sy.Nguyen@univ-orleans.fr), [Manuel.Avila@univ-orleans.fr](mailto:Manuel.Avila@univ-orleans.fr),  
[Stephane.Begot@univ-orleans.fr](mailto:Stephane.Begot@univ-orleans.fr), [Florent.Duculty@univ-orleans.fr](mailto:Florent.Duculty@univ-orleans.fr)

**Section de rattachement : 61**  
**Secteur : secondaire**

## RÉSUMÉ.

*Les gestionnaires d'infrastructures routières sont amenés à programmer des interventions de maintenance ou de rénovation de leurs chaussées. Afin de leur permettre d'optimiser les interventions, il est indispensable de disposer d'informations précises sur l'état des chaussées. Plusieurs types de mesures permettent de caractériser l'état d'une chaussée. Nous nous intéressons, ici, à l'analyse d'images de l'état de surface de chaussées*

*Ce travail présente les opérations de traitement d'images utilisées pour détecter les fissures dans les images : amélioration des contrastes, morphologies, recherche d'alignement. La méthode exposée ici est assez voisine de méthodes de la littérature récentes mais les contraintes et domaines d'applications sont différents.*

*Les résultats de la méthode sont évalués sur une base d'images « étiquetées ».*

## 1. Introduction

Ce travail concerne le domaine de la métrologie pour la caractérisation de l'état de surface des chaussées. Plusieurs caractéristiques doivent être mesurées sur les routes afin de permettre aux gestionnaires de ces structures de planifier de façon optimale les interventions de rénovation. En effet, des rénovations réalisées trop tôt augmenteront les coûts d'entretien de la structure car plus fréquentes. De la même façon, un entretien fait trop tardivement entraînera des dépenses plus importantes car il faudra, par exemple, refaire les chaussées « en profondeur ». Une bonne caractérisation de l'état des chaussées permet d'optimiser la maintenance de ces infrastructures (LCPC, [durabilité structurelle des chaussées](#)). L'analyse de l'état des chaussées est également un paramètre primordial dans le domaine de la sécurité routière (LCPC, Predit)

Parmi les caractéristiques mesurées nous pouvons citer par exemple :

- les mesures de déflexion qui permettent de connaître l'état des couches basses de la chaussée,

- les mesures d'adhérence qui donnent une indication sur la qualité de la couche d'usure,
- les mesures de l'état de surface qui vont permettre d'identifier plusieurs défauts (fissures, nid de poule, faïençage, désenrobage, ...),
- ...

Les mesures de déflexion permettent de caractériser l'état des couches basses de la chaussée. Ces mesures permettent, par exemple, de vérifier la qualité d'une chaussée à la livraison ou de prévoir un renforcement de la structure. Les mesures d'adhérence permettent de caractériser le degré d'usure de la couche supérieure.

Les études suivantes (Benslimane et al, 2004) ont montré que l'on peut retrouver la géométrie (hauteur) de la surface de la chaussée en prenant en compte le niveau d'éclairement (niveau de gris des pixels) dans le cas où l'on connaît l'angle d'incidence de la source de lumière. Nous sommes donc partie de l'hypothèse que les fissures (plus profondes) sont caractérisées par des niveaux de gris voisins (ombres) proches du noir. En effet, dans notre cas, le système d'acquisition sur le véhicule utilise une source laser pour éclairer la zone de prise de vues d'une caméra linéaire, cette hypothèse se vérifie.

Notre travail concerne l'analyse de l'état de surface de la couche supérieure. Plusieurs types de défauts peuvent être détectés : fissures, nid de poule, faïençage, désenrobage, ... Dans cette étude, nous nous limitons à la recherche de fissures. Nous avons le choix de traitements simples qui pourraient être implémentés en temps réel, afin d'être éventuellement embarqués sur le véhicule. Cela permettra de ne pas stocker les images ne comportant pas de défauts.

## **2 Le système d'acquisition d'images**

AMAC® (Appareil Multifonction d'Auscultation des Chaussées) (Figure 1) est un appareil de mesures de l'état des chaussées à grand rendement. Il permet, notamment, de prendre des images de la surface de la chaussée. Les mesures, sur plusieurs kilomètres de chaussées, représentent plusieurs téra-octets de données qui sont traités en différé par des opérateurs. Notre travail consiste à traiter automatiquement les images afin de détecter les défauts de type fissure (Figure 2).



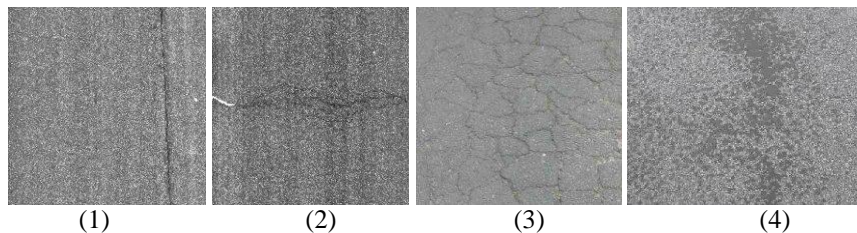
**Figure 1.** Dispositif d'acquisition d'images de surfaces de chaussées.

Le sous-système état de surface (dégradation de surface) permet l'acquisition d'images numériques de très haute résolution de la surface de chaussées indépendamment des conditions d'éclairage (diurne ou nocturne) afin de qualifier et quantifier a posteriori les dégradations de surface.

Le capteur est constitué d'une caméra linéaire associée à un laser d'éclairage. La largeur de chaussée visualisée est de 3,9 m. Des images 2D sont reconstituées pour former une image de 4 m de longueur.

### 3. Quelques défauts

Ils existent de nombreux types de défauts qui doivent être détectés et caractérisés sur les chaussées. Les échantillons d'images suivants en présentent quelques uns.



**Figure 2.** Quelques défauts : (1) fissure longitudinale, (2) fissure transversale, (3) faïençage, (4) ressuage.

L'analyse de ces défauts permet de juger de la qualité de la chaussée. Par exemple, le ressuage indique un défaut d'adhérence de la chaussée du à une remontée de bitume.

La détection de faïençage ne permettra pas, à elle seule, de déterminer l'origine de la dégradation. En effet, elle peut être due à un défaut de structure de la chaussée (en profondeur) ou à un défaut de surface. Une autre mesure, par exemple la déflexion, devra permettre de conclure.

Cette première étude se limite à la recherche de défauts de type fissures (Figure 2 : (1) et (2)).

#### **4. Notre méthode**

La méthode que nous proposons ressemble à celle proposée dans l'article (Elbehriy et al, 2005). Cette étude concerne la détection de fissures dans des images de porcelaine. Ce problème est similaire au notre, car il consiste à détecter des défauts dans une texture particulière. Les traitements effectués consistent à améliorer les contrastes dans l'image en utilisant l'histogramme de répartition des niveaux de gris. Après un seuillage, des opérateurs morphologiques sont utilisés pour filtrer les objets « trop petits ». Une phase de recherche d'alignements permet de conclure sur la présence ou non de défauts de type fissures.

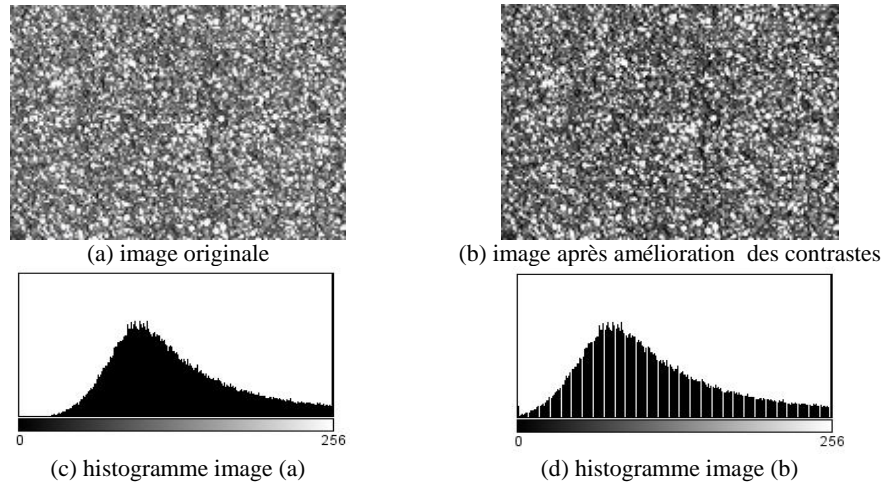
Notre méthode se décompose en trois étapes :

- seuillage adaptatif,
- filtrage par opérateurs morphologiques,
- recherche d'alignements.

##### ***4.1. Seuillage adaptatif***

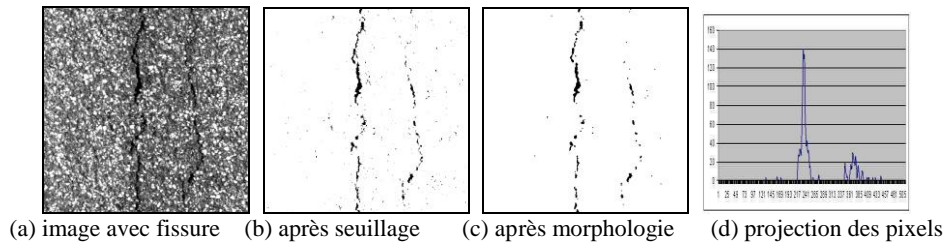
Le dispositif sur le véhicule permet lors de la phase d'acquisition des images de réduire les variations de luminosité sur les images en fonction des conditions extérieures (ex : ensoleillement). En effet, la zone de prise de vue de la caméra linéaire est « arrosée » par un laser. Un filtre sélectif, placé sur l'optique, permet d'obtenir une image avec un niveau d'éclairage moyen quasiment constant.

Afin d'affiner les résultats obtenus par le dispositif matériel et afin de déterminer automatiquement le seuil de séparation des zones sombres, il est nécessaire d'homogénéiser la répartition des niveaux de gris. La première opération effectuée sur les images est l'analyse de l'histogramme des niveaux de gris afin d'améliorer les contrastes (Figure 3).

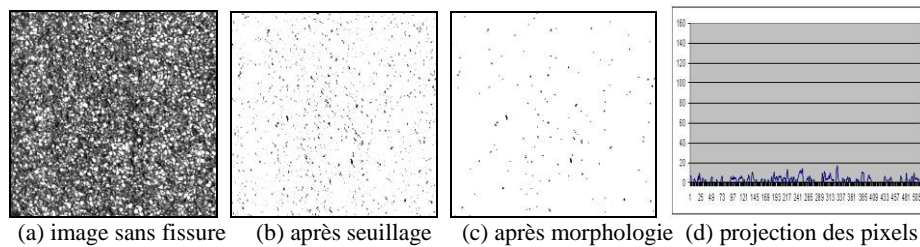


**Figure 3.** Amélioration des contrastes.

Les Figures 4 et 5 montrent les traitements effectués sur des images avec et sans défauts. Les étapes intermédiaires sont présentées. Les images suivantes (Figure 4 (b) et Figure 5 (b)) sont obtenues après seuillage.



**Figure 4.** Image avec fissures.



**Figure 5.** Image sans fissure.

#### **4.2 Filtrage par opérateurs morphologiques**

Lorsque les images ne présentent pas de défauts, les régions sombres sont réparties aléatoirement dans l'image. Ces régions apparaissent comme du bruit dans l'image. En présence de fissures, les régions sombres forment des alignements de taille plus importante.

Nous appliquons une fermeture afin de connecter des morceaux de fissures voisins. De même, nous appliquons une ouverture afin d'éliminer les bruits : régions de tailles non significatives. Les figures (Figure 4 (c) et Figure 5 (c)) montrent les images obtenues après cette étape.

#### **4.3 Recherche d'alignements**

La technique de recherche d'alignement que nous avons utilisé est similaire à celle présentée dans la thèse (P. Subirat, 2006). Elle consiste à projeter les pixels sur 8 axes (à 22.5°). Si l'image ne contient pas de défauts, la répartition des régions est aléatoire. Les profils obtenus, suivant les différentes orientations, ne présentent pas de pics très élevés. Par contre, si l'image contient un défaut de type fissure, au moins un des profils présentera au moins un pic élevé, caractéristique d'un alignement de pixels. Nous limitons la recherche d'alignements dans 8 directions, ceci afin de minimiser le temps de traitement. Les figures (Figure 4 (d) et Figure 5 (d)) montrent des profils obtenus pour deux images avec et sans défauts. Le défaut apparaît clairement sur le profil (Figure 4 (d)).

### **5. Tests sur une base d'images**

Nous avons effectué des tests sur une base d'images ayant été traitée et étiquetée par un opérateur. Nous disposons de deux jeux d'images, l'un est composé de 222 images sans défaut, l'autre est composé de 81 images comportant des fissures (verticales, horizontales ou autres orientations).

Le tableau suivant présente les résultats obtenus. Notre souhait est d'obtenir des résultats qui permettent de ne pas stocker les images qui ne comportent pas de défauts. Le tableau 1 suivant montrent les pourcentages de défauts détectés sur les deux jeux d'images avec et sans défauts. Le pourcentage d'erreurs commises donnent la proportion d'images mal classées, cependant c'est la proportion de défauts non détectés qui doit être minimiser afin de garantir qu'aucune image de défauts sera écartée lors de l'acquisition sur le véhicule. Ce chiffre doit être mis en correspondance avec le taux d'images filtrées. Ces résultats ont été obtenus avec une valeur de seuillage fixée.

<b>Base</b>	<b>Pourcentage d'images classées en défauts</b>	<b>Pourcentage d'images classées sans défaut</b>
<i>Base d'images avec fissures</i>	90,1%	<b>9,9%</b>
<i>Base d'images sans défaut</i>	1,8%	98,2%
Pourcentage d'erreurs commises	4,0%	
Pourcentage non détection de défauts	<b>2,6%</b>	
<b>Pourcentage d'images filtrées</b>	<b>74,6%</b>	

**Tableau 1.** Résultats obtenus sur les deux jeux d'images.

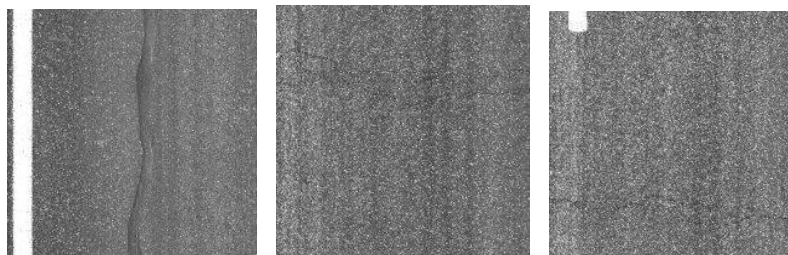
Une variation de moins deux niveaux de gris fait monter le pourcentage de non détection de défauts à 7,6% pour plus de 80% d'images filtrées.

Une variation de plus deux niveaux de gris fait baisser le pourcentage de non détection à 2,3% c'est à dire un gain de 0,3% de mieux par rapport aux résultats du tableau pour 51,8% d'images filtrées. En réduisant le nombre d'erreurs commises, on réduit également le nombre d'images filtrées. Il en reste, dans ce cas, environ la moitié à conserver pendant la phase d'acquisition.

Avec une variation de plus six niveaux de gris, le pourcentage de non détection baisse à 0,7% pour 27% d'images filtrées.

## 6. Analyse des erreurs

Sur la figure 6, on montre trois cas de non détection d'erreurs. L'opérateur humain nécessite de la pratique pour juger correctement certaines de ces images. La première image montre un défaut de type jointure et non pas un défaut de type fissure.



**Figure 6.** Exemples de non détection de défauts.



La méthode n'était pas adaptée à la détection de ce type de défauts. Les deux autres images montrent (faiblement) des fissures horizontales mais non continue. Notre méthode est basée sur la recherche d'alignement, hors ces fissures sont légèrement trop courtes pour être correctement détectées.

## 7. Conclusion

Cette étude est une première étape vers un traitement semi automatique d'images de surface de chaussées. Notre but est de filtrer les images ne présentant pas de défauts afin de : soit ne pas les stocker pendant la phase d'acquisition sur le véhicule, soit de ne pas les présenter à l'opérateur, aujourd'hui, chargé d'analyser, en différé, les séquences d'images sur un poste dédié de visualisation.

Ces premiers résultats montrent que des traitements assez simples permettent de caractériser des défauts assez marqués de type fissures. Un « expert » détection de fissures pourra être construit à l'aide de notre méthode. Celui-ci est capable d'obtenir un faible nombre de non détection lorsque des fissures sont présentes cependant en limitant fortement le nombre d'images filtrées.

Afin d'améliorer ces résultats, nous allons étudier d'autres experts chargés de détecter d'autres types de défauts, un expert par type de défauts. Les fissures « courtes » pourraient être détectés par une autre méthode qui testerait également la présence de faïençage (plusieurs fissures courtes). La collaboration de tous ces experts devra nous permettre de faciliter ou d'assister le travail de l'opérateur.

*MOTS-CLÉS : système de vision, analyse de textures, métrologie*

Benslimane A., Khoudeir M., Brochard J., Do M-T, Caractérisation de la micro texture de chaussées par analyse d'image, International Conference on Pavement Surface Characteristics Roads and Airports, Toronto, Canada - Juin 2004

Benslimane A., Khoudeir M., Brochard J., Do M-T, Détermination de l'Image de la Cartographie de la Texture de Chaussée par Traitement d'Image, ICPSRA, International Conference on Pavement Surface Characteristics of Roads and Airports, 10 p., Toronto, Canada, juin - 2004

H. Elbehiery, A. Hefnawy, and M. Elewa, *Surface Defects Detection for Ceramic Tiles Using Image Processing and Morphological Techniques*, Transactions On Engineering, Computing And Technology V5 April 2005

P. Subirat, « Conception et validation de méthodes de traitement d'images appliquées à la détection de fissures sur les images de surface de chaussées », Thèse de doctorat, Nantes, Déc 2006

LCPC, [http://www.lcpc.fr/fr/recherches/secteurs\\_activite/index1.dml](http://www.lcpc.fr/fr/recherches/secteurs_activite/index1.dml)

Predit, <http://www.predit.prd.fr/predit3/homePage.fo>