

## RÉSUMÉ

**Propriétés Morphologiques et optiques  
des surfaces rugueuses**

Gabriel Fricout

*Centre de Morphologie Mathématique, Ecole des Mines de Paris*

Dans cette thèse, nous nous intéressons à l'aspect général des surfaces rugueuses, et tout particulièrement à celui de surfaces d'acier, revêtues ou non, pouvant se destiner à de très larges domaines d'applications. Par *aspect de surface*, nous entendons ici *caractéristiques générales de texture* sans nous focaliser sur des défauts très localisés. Actuellement, le contrôle de l'aspect des surfaces en phase de production s'obtient par échantillonnage régulier du produit et par comparaison *visuelle* avec des échantillons de référence. Non seulement cette méthode ne permet pas un contrôle continu des tôles produites, mais elle introduit également une certaine subjectivité dans l'évaluation de leur apparence.

Dans un premier temps, nous développons un système de caractérisation des surfaces basé sur l'extraction de *descripteurs morphologiques* (segmentation des surfaces, granulométrie, courbe de tortuosité) et statistiques (courbe de covariance, histogramme des pentes, orientation des normales). Nous nous intéressons ensuite à la distribution, et en particulier à la variance, de ces descripteurs lorsque l'on observe plusieurs fois une même surface en plusieurs endroits différents. Ceci nous amènera tout d'abord à utiliser des techniques de géostatistique puis à exploiter des méthodes de sur-échantillonnage de type *bootstrap* dans des situations délicates de dépendance entre variables.

Dans un second temps, nous proposons une méthode statistique basée sur plusieurs étapes d'analyse factorielle permettant de choisir un espace de représentation adapté à la mise en oeuvre d'une classification bayésienne.

Cette méthodologie générale d'étude des surfaces sera ensuite appliquée à une situation réelle : la *classification automatique* de surfaces de type "peau d'orange" en fonction de la qualité de leur aspect. Après plusieurs essais

en laboratoire, nous étudions la mise en ligne d'un système d'acquisition d'images de façon à mettre en place un contrôle systématique de l'aspect des surfaces lors de leur production.

Pour améliorer encore les performances de notre système, nous envisageons une possible caractérisation des surfaces par des *arbres d'inondation* et nous développons un algorithme de division d'arbre en sous-arbre afin d'appliquer des méthodes de bootstrap à ces structures particulières.

Enfin, nous nous intéressons au *comportement optique* des surfaces à travers deux problèmes. Nous simulons d'abord, à partir de données topographiques, l'image caméra que l'on obtiendrait dans une configuration optique donnée, puis nous abordons le problème inverse, qui consiste à calculer la topographie d'une surface à partir d'une seule image caméra.

Tous ces éléments s'inscrivent dans le cadre d'un effort marqué des producteurs d'acier en général, et d'Arcelor en particulier, pour mieux comprendre la notion d'esthétisme pour les surfaces afin de prévoir et même d'anticiper les attentes des utilisateurs en ce domaine. Dans cette optique, les outils que nous avons développés ouvrent des perspectives pour tenter de caractériser au mieux la "surface idéale" pour une application donnée.