

Modélisation de l'état de surface d'une pièce rectifiée en utilisant ANN

B. Bloul¹, B. Aour², A. Bourdim³, R. Harhout

¹ Laboratoire de Fiabilité des Equipements Pétroliers & Matériaux– Boumerdès (Algérie)

² Laboratoire de Biomécanique Appliquée et Biomatériaux, ENP Oran, PB1523 El'Mnaour 31000, Oran, Algérie

³ Université de Tlemcen, Aboubeker Belkaid, Faculté de Technologie, Algérie

Résumé

Ce travail a pour objectif de déterminer la rugosité de la surface rectifiée d'acquérir une meilleure compréhension du mécanisme de la génération des surfaces usinées, et leurs relations avec la variation de la géométrie des pièces mécaniques. Effectivement, nous avons utilisé des instruments de contrôle de l'état de surface ce que l'on appelle rugosimètre de type TR200 avec palpeur standard. Grâce à l'acquisition, on a apporté l'outil de calcul afin de obtenir un modèle par la méthode ANN avec des caractères suivant : deux couches cachées, deux entrées et deux sorties nombre de d'itérations 30 itérés. En plus, on a pris dans considération des équations non-linaire. Cela permet de modéliser la rugosité malgré la complexité de signature du procédé d'usinage. En outre, cette la recherche consiste à étudier tribologie une surface obtenues par enlèvement de matière au moyen d'outils de grattage (rectification) en tenant compte de la fonction des paramètres géométriques et cinématiques de la coupe. Pour aboutir à cet objectif, et sur la base qu'il existe un rapport étroit entre l'état de surface usinée et la qualité dimensionnelle des pièces mécaniques, nous avons développé un modèle de rugosité par intelligence artificielle (ANN).

Mot clés : ANN ; Etat de surface ; Modèle, Rugosimètre.

1. Introduction

La qualité des pièces mécaniques usinées est généralement déterminée par les erreurs de forme et le degré de finition de la surface produite par le processus de fabrication [1]. L'état de surface joue un rôle important dans la résistance à l'usure, et à la fatigue des pièces usinées et il ne doit pas être négligé durant la phase de conception [2,3]. Une surface usinée est le résultat de la reproduction géométrique et cinématique de la forme et de la trajectoire de la pointe de l'outil [4]. Dans la pratique actuelle, il y a beaucoup de facteurs tels que la matière, les conditions de coupe, la géométrie de l'outil, les vibrations, qui influent sur la formation du copeau et la rugosité de la surface usinée [5, 6]. La qualité des états de surface est l'un des aspects les plus pertinents des opérations d'usinage, puisqu'elle représente la phase finale dans le cycle de production pour l'amélioration du degré de finition des surfaces et les propriétés dimensionnelles et géométriques des pièces mécaniques. Donc, il est important de se rendre compte de l'influence des différents facteurs impliqués dans le processus de la coupe afin de choisir les paramètres appropriés qui permettent d'atteindre la qualité des surfaces désirées et qui dépend de la géométrie de l'outil, des conditions de coupe et des phénomènes mis en jeu lors de la coupe [7]. Dans ce travail on donne un modèle de l'état de surface d'une pièce usinée par grattage c'est-à-

dire par rectification plan en sec afin de déterminer le modèle de rugosité de la surface par méthode intelligence artificielle (réseau de neurone). Cependant, nous pouvons citer plusieurs facteur influence sur la qualité de surface.

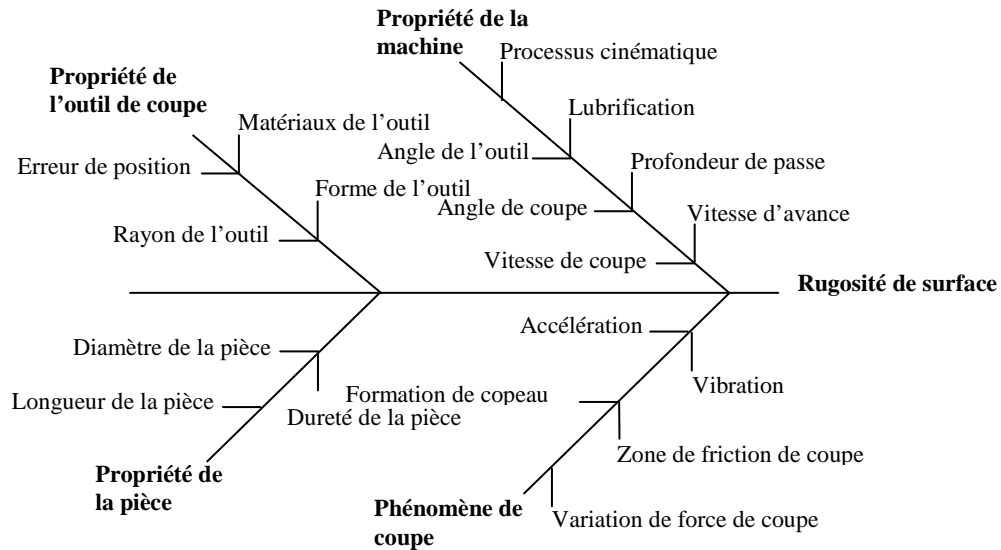


Fig.1 Facteurs influençant sur l'état de surface.

2. Contrôle de la surface par le rugosimètre d'une pièce rectifiée

Ce travail a été préparé au sein du laboratoire de technique mesure de l'Université de Boumerdès (Algérie) voir le montage d'acquisition de donnée et le contrôle de l'état de surface par rugosimètre voir figures 2,3et 5.

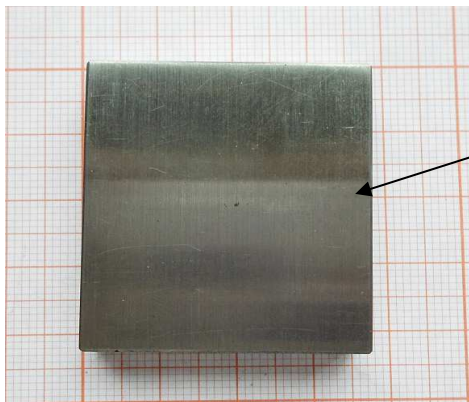


Fig.2 Pièce rectifiée contrôlée

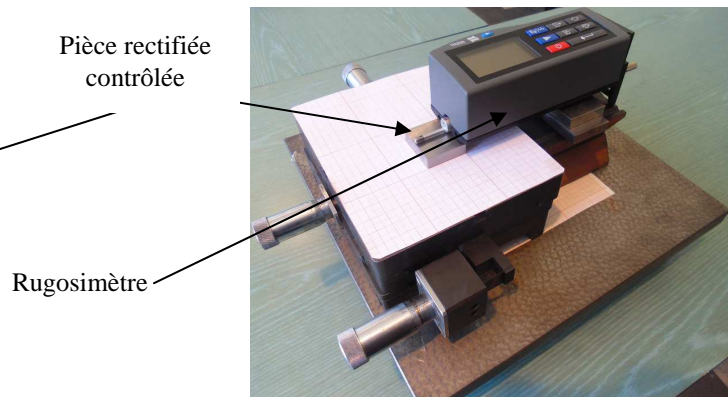


Fig.3 Montage de contrôle la pièce par le rugosimètre

2.2. Identification de l'état de surface contrôlée

Tout d'abord, il est rétabli un modèle d'une surface usinée en tournage puis rectifiée par la machine de rectifieuse à partir ces conditions de coupe et de la géométrie de l'outil coupant en

utilisant l'instrument de contrôle l'état de surface ce que l'on appelle le rugosimètre. Nous avons obtenu les valeurs statistiques du contrôle la rugosité voir le tableau ci-dessous.

Tab.1 Critères de rugosité obtenus.

Essai	L (mm)	R _q	R _t (mm)	R _a (m)	R _p (m)	R _z (m)	R _v (m)
1	3	0.632	3,450	0.502	1.399	3.450	2.045

1. Apport du système de réseaux de neurones

Le modèle de réseau de neurones a été appliqué sur l'état de surface simulée pour atteindre le modèle de la rugosité par le réseau. En effet, appliquant le réseau avec deux entrées, deux sorties, et deux couches cachées, afin de déterminer les grandeurs les poids synapses de ce modèle W, Z, G, w_0, z_0 et g_0 (voir figures 4 et 5).

1.2. Règles delta

Objectif de cette règle est de minimiser les erreurs e par rapport aux poids du réseau de neurones ω_{ij} où ω_{ij} représentent les poids du nœud j et de la sortie i . La méthode de descente de gradient a été utilisée pour optimiser ω_{ij} en faisant des itérations suivant les équations.

$$\omega_{k+1} = \omega_k + \Delta\omega_k$$

$$\Delta\omega_{jk} = -\eta \cdot \frac{\partial E}{\partial \omega_{ij}}$$

$$\omega_{k+1} = \omega_k - \sum_{q=1}^N \eta \cdot x_k^q \cdot \delta_j^q$$

$$\frac{\partial E^q}{\partial \omega_{ij}} = (y_j^q - o_j^q) \frac{\partial}{\partial \omega_{ij}} f_i \left(\sum_{i=0}^n \omega_{ij} \cdot x_i^q \right)$$

$$\frac{\partial E^q}{\partial \omega_{ij}} = (y_j^q - o_j^q) \frac{\partial}{\partial \omega_{ij}} f_i \left(\sum_{i=0}^n \omega_{ij} \cdot x_i^q \right)$$

$$\omega_{k+1} = \omega_k + \eta \cdot x_k^q \cdot (o_i^q - y_i^q) \cdot f_j'(\omega_{ji} \cdot x_i^q)$$

4. Implémentation du réseau de neurones

4.1. Valeurs d'entrées et de sorties de x

Les valeurs de x qui représentent les entrées, sont des valeurs prises aléatoirement avec des nombres estimant 120 valeurs du graphe de rugosité, mais les valeurs ont été divisées en deux groupes. Le premier de l'apprentissage de x_i tel que $i = 1$ à 65 et le deuxième $i = 65$ à 120. Les

sorties de x ont été calculées par réseau de neurones. Les valeurs minimale et maximale sont respectivement $2.2 \mu\text{m}$ et $2.8 \mu\text{m}$.

Les valeurs sont prises suivant la section B-B (Figure 4).

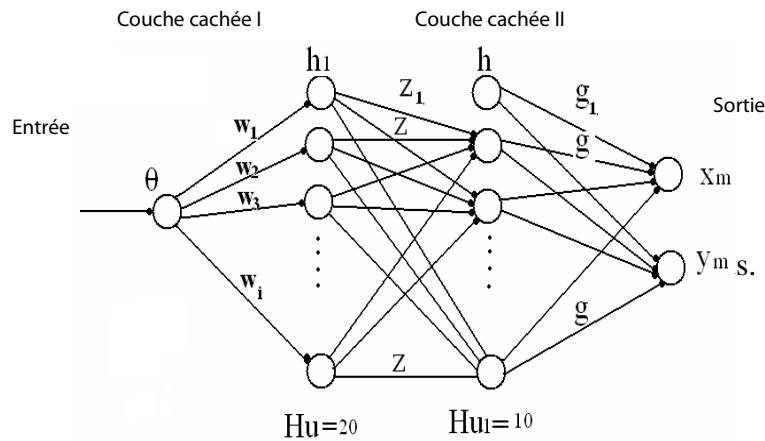


Fig .4. Les couches de réseaux de neurones



Fig.5 Graphe et la valeur de rugosité obtenu par le rugosimètre d'une pièce rectifiée.

4.2. Valeurs d'entrées et de sorties de y

Les valeurs de z qui représentent les entrées, sont des valeurs prises aléatoirement avec des nombres estimant 200 valeurs du graphe de rugosité, mais les valeurs ont été divisées en deux groupes. Le premier de l'apprentissage de y_i tel que $i = 1$ à 150 et le deuxième $i = 150$ à 200 . Les sorties de y_i ont été calculées par réseau de neurones (voir figure 6). La valeur minimale est $0 \mu\text{m}$. Maximum $0.028 \mu\text{m}$. Prenant les valeurs suivant la section (figure 6).

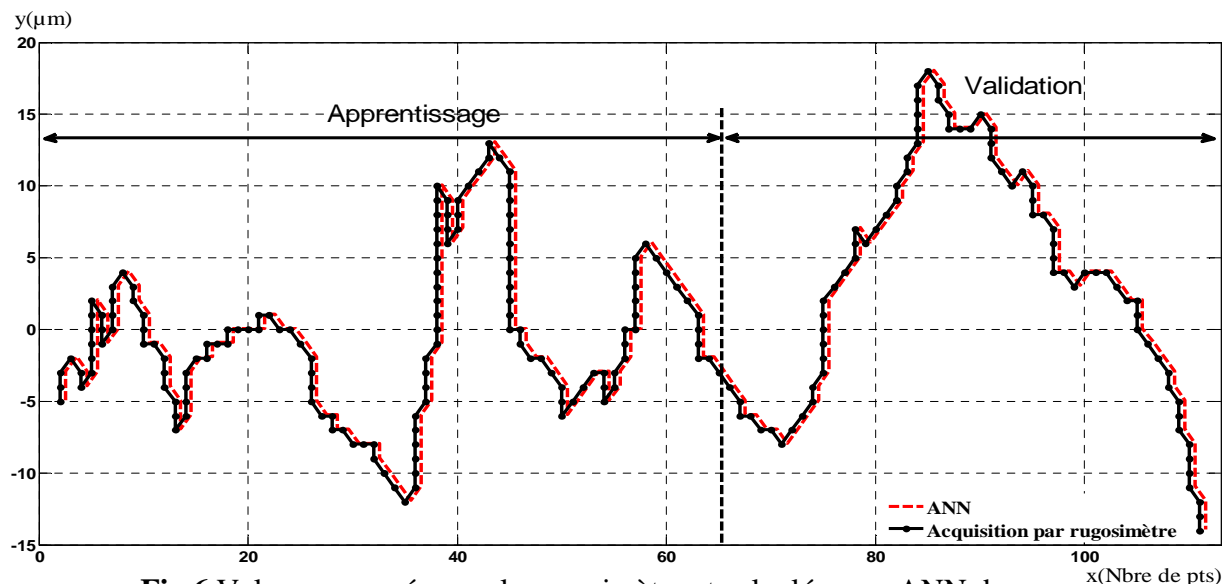


Fig.6 Valeurs mesurées par le rugosimètre et calculées par ANN de y_i , x_i .

2. Calcul des erreurs par la méthode quadratique

La validation de notre approximation nécessite le calcul des erreurs entre le modèle neural et le modèle mathématique de la rugosité. Pour cela, la formule suivante a été utilisée:

$$\begin{cases} E = [e_{1i}e_{2i}] * [e_{1i}e_{2i}] \\ \text{Avec } i = 1 \text{ à } 150 \end{cases} \quad (8)$$

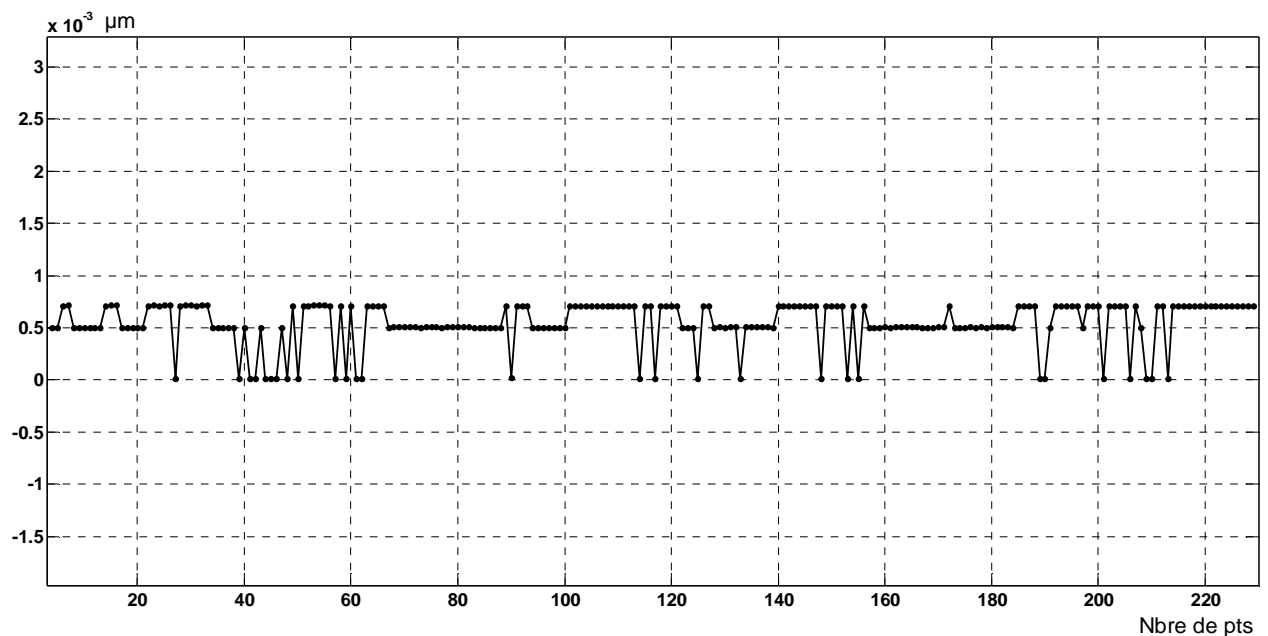


Fig.7 Estimation erreur le réseau de neurone et rugosimètre par la méthode quadratique

A partir de la figure 7, on peut remarquer que la valeur maximale de l'erreur ($0.075\mu\text{m}$) est située dans la première zone à $t=1.5\text{s}$, alors que pour les deux autres zones restantes, les erreurs sont inférieures à $0\mu\text{m}$. Par conséquent, la modalisation par réseau de neurones est acceptable. Tous ces résultats fournissent des informations qui permettent d'imaginer des stratégies de contrôle pour réduire les effets sur l'état de surface et améliorer le contrôle de la rugosité. Des travaux sont en cours sur la prédiction des grandeurs de la rugosité au cours des procédés d'usinage.

3. Conclusion

Dans ce travail, une simulation d'usinage en dressage d'un tricône afin de déterminer la rugosité par réseau de neurone à deux couches avec deux entrées et deux sorties a été présentée. Cette simulation a été développée sur la base d'une description géométrique de la surface usinée. D'après ce qui a été présenté précédemment, le modèle de simulation exprime l'influence de deux paramètres essentiels, à savoir, la vitesse d'avance et le rayon du bec de l'outil, sur l'état de surface obtenue et le modèle neural. On peut conclure que la méthode du réseau de neurones est très convenable pour évaluer les grandeurs de la rugosité par simulation. Ceci nous permet d'économiser la matière brute et les outils coupants qui sont très chers. D'ailleurs, on a pu montrer que la prédiction de la qualité de surface peut être simulée sans faire appel à des essais matériels coûteux.

References

- [1] B. Bloul, Caractérisation d'une roue dentée en développante de cercle sur la machine à mesure tridimensionnelle, Thèse de doctorat de l'ENP Oran 2015.
- [2] M. Gaceb, S. Brahmi, Etude de l'influence de l'état de surface sur la tenue à la fatigue d'un acier XC48, 19^{ème} Congrès Français de Mécanique, 26 au 30 août 2009.
- [3] S. Boukebbab, Analyse de la signature des procédés d'usinage en vue d'une démarche qualitative dans le respect des spécifications techniques, Séminaire International sur les technologies mécaniques du 05 au 06 décembre 2009, Tlemcen, Algérie.
- [4] A. Moufki, A. Devillez, D. Dudzinski, A. Molinari, Thermomechanical modelling of oblique cutting and experimental validation, Int. Journal of Mach. Tools & Manufacture, Vol. 44 (2004).
- [5] A. Benamar et al. Optimisation du procédé d'usinage a rugosité contrôlée, 3e Journées d'Etudes Techniques, AMFM, Marrakech, Avril 2003.
- [6] L. Jérôme, Etude de l'effet de l'usinage grande vitesse sur la tenue en fatigue de pièces aéronautiques, le 4 mars 2008, l'Université Toulouse III – Paul Sabatier.
- [7] M. Suraratchai, C. Mabru, R. Chieragatti, Influence de gammes d'usinage sur la tenue en fatigue d'un alliage léger aéronautique, 17^{ème} Congrès Français de Mécanique, Troyes, septembre 2005.
- [8] B. Bloul, A. Bourdim, M. Bourdim, Modelling control gears with straight teeth by using the neural networks, 21^{ème} Congrès Français de Mécanique, Bordeaux, 26 au 30 août 2013.

- [9] Sylvain G et al, Roughness Statistical Influence on Cell Adhesion Using Profilometry and Multiscale Analysis, *Scanning* vol. 36, 2–10 (2014).
- [10] R. Deltombe, et al, How to Select the Most Relevant 3D Roughness Parameters of a Surface, *scanning* vol. 36, 150–160 (2014).
- [11] F. Hennebelle, T. Coorevits, M. Bigerelle, Optimization of the Straightness Measurements on Rough Surfaces by Monte Carlo Simulation, *Scanning*, Vol. 36, 161–169 (2014)
- [12] F. Salazar, T. Belenguer, J. García, G. Ramos, On roughness measurement by angular speckle correlation, *Metrol. Meas. Syst.*, Vol. XIX (2012), No. 2, pp. 373-380.
- [13] Bloul .B, Bourdim A, Ahad A, Don Reimer , Processing determination the default of variation of center distance according to factor of vibration imposed by the network, *Proceedings of the 2015 International Conference on Industrial Engineering and Operations Management Dubai, United Arab Emirates (UAE), March 3 – 5, 2015.*