



**HAL**  
open science

## Optimisation des paramètres de coupe en usinage : comparaison des méthodes existantes

Roger Serra

► **To cite this version:**

Roger Serra. Optimisation des paramètres de coupe en usinage : comparaison des méthodes existantes. CFM 2013 - 21ème Congrès Français de Mécanique, Aug 2013, Bordeaux, France. hal-03441324

**HAL Id: hal-03441324**

**<https://hal.science/hal-03441324v1>**

Submitted on 22 Nov 2021

**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.

# Optimisation des paramètres de coupe en usinage : approche par réseau de neurones inversé

Felipe DOS SANTOS ROCHA<sup>1</sup> — Roger SERRA<sup>2</sup> — Julien OLIVIER<sup>3</sup>

<sup>1</sup> ENIVL / LMR, France — Email : felipe.dossantosrocha@etu.enivl.fr

<sup>2</sup> ENIVL / LMR, France — Email : roger.serra@enivl.fr (**auteur correspondant**)

<sup>3</sup> ENIVL / LI, France — Email: julien.olivier@enivl.fr

## Mots-clé

Usinage ; Optimisation ; Plan d'expérience ; Régression linéaire multiple ; Réseaux de neurones

## Introduction

Dans un contexte industriel où l'optimisation de la productivité est une préoccupation permanente, les ingénieurs se trouvent confrontés à des problèmes limitant leurs efforts destinés à améliorer leurs moyens de production. C'est dans ce contexte que nous nous sommes intéressés à un de ces problèmes : l'optimisation des conditions de coupe en usinage [1]. De nombreux paramètres dont les paramètres de coupe, la géométrie de l'outil, ..., jouent un rôle essentiel dans la productivité des moyens de production au regard des états de surface produites, de la puissance consommée, du temps de production, des efforts de coupe et des vibrations générées [2, 3, 4]. Actuellement, les méthodes les plus utilisées pour faire ce choix sont des méthodes empiriques basées sur l'expérience des fabricants et des utilisateurs des outils coupants (abaques, diagrammes par constat expérimental, etc). Ces expériences, souvent très coûteuses, donnent une large plage de choix des paramètres en fonction de leurs besoins. Ainsi le but de ce travail est de choisir les conditions de coupe de façon intelligente à partir d'un nombre suffisant d'expériences tout en prenant en compte des objectifs parfois opposés comme par exemple l'état de surface et le temps de production. C'est pourquoi une approche originale par réseau de neurones inversé a été développée en inversant les entrées avec les sorties « classiques », cela permettra donc de fixer le résultat et non plus les paramètres de coupe.

## Démarche et méthodologie

Dans un premier temps nous avons réalisé un plan d'expérience avec 27 essais (plan factoriel complet 3<sup>3</sup>) où 3 facteurs (profondeur de coupe, avance et vitesse de coupe) à 3 niveaux ont permis de déterminer les modèles empiriques du premier ordre sans interaction par la méthode de régression linéaire multiple sous la forme :  $\ln(Y) = \alpha + \beta \cdot X_{ap} + \gamma \cdot X_f + \delta \cdot X_{vc}$  [1].

Dans notre cas, les résultats sont les suivants :

Rugosité Ra	$\ln(Ra) = -1,9015 + 0,5707 \cdot X_{ap} + 6,02111 \cdot X_f - 0,0004 \cdot X_{vc}$	R <sup>2</sup> = 0,9721
Puissance d'usinage Pu	$\ln(Pu) = -1,3432 + 0,7169 \cdot X_{ap} + 2,6002 \cdot X_f + 0,0045 \cdot X_{vc}$	R <sup>2</sup> = 0,9714
Temps d'usinage Tu	$\ln(Tu) = + 4,2464 + 0,2063 \cdot X_{ap} - 3,3033 \cdot X_f - 0,0031 \cdot X_{vc}$	R <sup>2</sup> = 0,9743

Tableau 1 : Modèles empiriques de la rugosité, de la puissance de coupe et du temps.

Avec ces modèles mathématiques, un ensemble d'individus a été généré pour l'apprentissage du réseau de neurones, soit 5000 individus qui ont été considérés comme les entrées du réseau de neurones « inversé » ainsi les trois facteurs (profondeur de coupe ap, avance f et vitesse de coupe Vc) ont été les sorties (Figure 1). À partir du réseau de neurones entraîné, 100 autres individus ont été générés aléatoirement pour tester le réseau et les trois valeurs minimales de la rugosité, la puissance

d'usinage et du temps d'usinage sont obtenues pour avoir comme résultats les valeurs optimales de la profondeur de coupe, l'avance et de la vitesse de coupe.

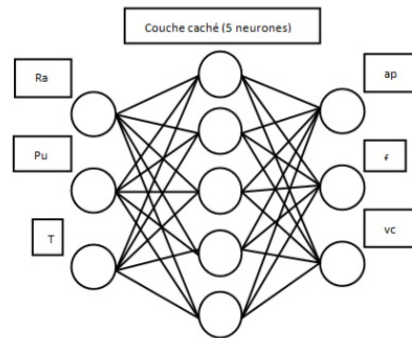


Fig. 1 - Schéma du réseau de neurones inversé

Avec ces trois valeurs, les modèles empiriques obtenus par la méthode « classique » de la régression linéaire multiple ont permis de comparer les résultats trouvés avec le réseau de neurones inversé avec une certaine qualité (Tableau 2) et de montrer toute la pertinence de cette approche.

<b>Optimisation multi-objectif (2 puis 3)</b>						
<i>Régressions Linéaires</i>						
	ap	f	vc	Ra	Pu	Tu
<b>Ra / Pu</b>	1	0,15	200	<b>0,601917</b>	<b>1,942023</b>	28,14036
<b>Ra / Tu</b>	1	0,3	300	<b>1,426937</b>	4,498572	<b>12,57499</b>
<b>Pu / Tu</b>	1	0,45	100	3,814063	<b>2,701454</b>	<b>14,24228</b>
<b>Ra / Pu / Tu</b>	1	0,3	200	<b>1,485171</b>	<b>2,868416</b>	<b>17,14506</b>
<i>Réseau de Neurones Inversé</i>						
	ap	f	vc	Ra	Pu	Tu
<b>Ra / Pu</b>	1,1146	0,1481	196,7953	<b>0,601917</b>	<b>1,942023</b>	28,14036
<b>Ra / Tu</b>	1,0244	0,2973	299,7698	<b>1,426937</b>	4,498572	<b>12,57499</b>
<b>Ra / Tu</b>	1,0506	0,4342	99,9731	3,814063	<b>2,701454</b>	<b>14,24228</b>
<b>Ra / Pu / Tu</b>	1,0078	0,2902	200,1731	<b>1,485171</b>	<b>2,868416</b>	<b>17,14506</b>

Tableau 2 : Comparaison des deux méthodes utilisées.

En conclusion, cette approche nouvelle, comparée aux approches « classiques », permet ainsi de fixer directement les résultats attendus et optimise les paramètres de coupe pour obtenir les valeurs cibles.

## Références Bibliographiques

- [1] H. CHIBANE, R. SERRA, R. LEROY, 2011, Mise en oeuvre d'une optimisation multi-objectif en tournage d'un acier 100C6 : compromis entre qualité de surface et productivité, *20<sup>ème</sup> Congrès Français de Mécanique*.
- [2] A. SALMANASNIA, R. BARADAN KAZEMZADEH, M. SEYYED-ESFAHANI, T. H. HEJAZI, Multiple surface optimizations with correlated data, *Int J Adv Manuf Technol (2013) 64:841-855*
- [3] H. CHIBANE, R. SERRA, A. MORANDEAU, R. LEROY, 2011 Corrélation entre les vibrations et les défauts générés lors de l'usinage d'un matériau composite carbone/époxy T800S/M21, *20<sup>ème</sup> Congrès Français de Mécanique*.
- [4] L. L. CORSO, R. P. ZEILMANN, G. L. NICOLA, F. P. MISSEL, H. M. GOMES, Using optimization procedures to minimize machining time while maintaining surface quality, *Int J Adv Manuf Technol (2013) 65:1659-1667*