



### **Science Arts & Métiers (SAM)**

is an open access repository that collects the work of Arts et Métiers Institute of Technology researchers and makes it freely available over the web where possible.

This is an author-deposited version published in: <https://sam.ensam.eu>  
Handle ID: <http://hdl.handle.net/10985/10894>

#### **To cite this version :**

Hatem AMDOUNI, Hassen BOUZAIENE, Alex MONTAGNE, Alain IOST - Amélioration de l'intégrité des surfaces plates usinée de l'alliage d'aluminium 2017A par l'application de six nouvelles stratégies de galetage à bille. - 2016

Any correspondence concerning this service should be sent to the repository

Administrator : [archiveouverte@ensam.eu](mailto:archiveouverte@ensam.eu)



# Amélioration de l'intégrité des surfaces plates usinée de l'alliage d'aluminium 2017A par l'application de six nouvelles stratégies de galetage à bille.

**Auteurs :**

Hatem. Amdouni 1<sup>a</sup>, Hassen Bouzaiene 2<sup>b</sup>, Alex montagne 3<sup>c</sup>, Mustapha Nasri 3<sup>a</sup>,  
Alain Iost 3<sup>c</sup>.

1 Laboratoire de Photométrie, IPEIN, BP 62 Merazka 8000, Nabeul, Tunisia,

2 Research Unit in Solid Mechanics, Structures and Technological Development (99-UR11-46), ENSIT,  
Tunisia,

3 Laboratoire de Métallurgie Physique et Génie des Matériaux (LMPGM), ENSAM, 8 Boulevard Louis  
XIV, 59046 Lille Cedex, France,

[hatemamdouni@gmail.com](mailto:hatemamdouni@gmail.com), [bouzaiene.hassen@yahoo.fr](mailto:bouzaiene.hassen@yahoo.fr), [Mustapha.Nasri@isetn.rnu.tn](mailto:Mustapha.Nasri@isetn.rnu.tn)  
[alex.montagne@ensam.eu](mailto:alex.montagne@ensam.eu) [alain.iost@lille.ensam.fr](mailto:alain.iost@lille.ensam.fr),

**Mots clés :**

Stratégies de galetage à bille, rugosité, micro-dureté, alliage d'aluminium 2017A.

**Résumé**

Le galetage à bille est un traitement mécanique superficiel de finition et de parachèvement des surfaces mécanique fonctionnelles [1]. Il est largement pratiqué suite à l'usinage des surfaces de formes cylindriques [2-3-4], sphériques [5], concaves ou convexes [6], plates [7] ou de formes complexes [5] des pièces mécaniques. Généralement l'amélioration de la résistance à l'usure est le résultat de l'amélioration de l'intégrité des surfaces traitées par la recherche, la maîtrise et l'optimisation des paramètres significatifs du procédé du galetage à billes. Dans la présente recherche nous révélons l'influence de la variation de l'application des stratégies de galetage à bille sur l'amélioration de l'intégrité des surfaces plates de l'alliage d'aluminium 2017A pour les valeurs optimum de l'avance latérale, la vitesse de galetage, la profondeur de pénétration.

Le travail expérimental, mené dans cette étude possède comme objectif l'application de six stratégies de galetage à bille de la surface plate des échantillons en alliage d'aluminium 2017A. L'usinage des surfaces échantillons et leurs traitement superficiel par galetage à bille ont été réalisés sur le même centre d'usinage à commande numérique SPINNER VC650 à trois axes.

L'évaluation de la qualité des surfaces se fait par les mesures des paramètres de rugosité (Ra, Rz, Rt et Rq), de la micro dureté superficielle Hv et celle en sous couche H en (Gpa) suite à l'application des six stratégies de galetage à bille des surfaces plates. La possibilité de finition des surfaces plates par galetage à bille en utilisant les deux cycles de déplacement différents de la bille disponible sur le centre d'usinage à commande numérique, nous a permis d'imaginer six stratégies de galetage à bille possibles. La rugosité des surfaces galetées à bille ont été mesurées suivant l'axe X qui est le sens d'usinage des échantillons et l'axe perpendiculaire Y. Elles sont ensuite comparées à celle de la surface usinée dans la chaque direction. Pour les conditions d'usinages utilisés et pour les facteurs choisis pour le galetage à bille, la caractérisation de l'intégrité des surfaces traitées nous a permis de construire les conclusions suivantes comme suit:

- Toutes les stratégies de galetage à bille en deux passes successives ou croisées développées dans cette recherche sont capables d'améliorer l'intégrité de surface plate usinée de l'alliage d'aluminium 2017A.
- Les stratégies de galetage à bille en deux passes croisées possèdent le meilleur potentiel pour l'amélioration de la rugosité superficielle des surfaces plates fraisées, par contre les stratégies de galetage à bille en deux passes successives sont les meilleures à utilisées pour l'amélioration de la dureté superficielle.
- Grâce à son pouvoir d'écrouissage des irrégularités géométrique de la rugosité en surface, la stratégie ZIG/ZAG\_SEUIL en deux passes croisées est la meilleure a utilisé pour avoir la meilleure qualité de surface prédite par une amélioration de 81% dans les paramètres de rugosité superficielle tout en donnant 35% d'amélioration de la dureté superficielle comparable à celle donnée par les stratégies en deux passes successives.
- Toutes les stratégies de galetage à bille ont montré un potentiel d'écrouissage en sous-couche allant jusqu'à une profondeur de 500  $\mu\text{m}$ , révélée par une amélioration de la dureté du substrat. Par exception de la stratégie (3), les stratégies de galetage en deux passes croisées (4), (5) et (6) sont meilleures que les deux stratégies en deux passes successives (1) et (2) dans leur amélioration de la dureté en sous-couche. Seulement le meilleur niveau de dureté en sous couche (2.07 GPa) à la profondeur de 100 $\mu\text{m}$  est confié à la stratégie (6).
- En comparaison avec la surface usinée, la stratégie (6) et la stratégie (2) possèdent le meilleur comportement tribologique parmi les stratégies de galetage à bille développées dans cette étude. Cette amélioration dans la résistance à l'usure est prédite par 70% d'amélioration dans les capacités de frottement, 46.74 % d'amélioration dans le coefficient d'usure pour la stratégie (6) et par 49.46 % d'amélioration dans les capacités de frottement, 51.78 % d'amélioration dans le coefficient d'usure pour la stratégie (2).

## Références

[1] N.H. Loh, S.C. Tam, "Effects of ball burnishing parameters on surface finish—A literature survey and discussion", *Precision Engineering*, Volume 10, Issue 4, October 1988, Pages 215–220.

[2] F. KLOCKE, J. LIERMANN, "Roller Burnishing of Hard Turned Surfaces". *Int. J. Mach. Tools Manufact.* Vol. 38, Nos 5-6, pp. 419-423, 1998.

[3] Adel Mahmood Hassan , Aiman Sharef Al-Bsharat, "Improvements in some properties of non-ferrous metals by the application of the ball-burnishing process". *Journal of Materials Processing Technology* 59 (1996) 250-256.

[4] Liviu Luca, Sorin Neagu-Ventzel, Ioan Marinescu, "Effects of working parameters on surface finish in ball-burnishing of hardened steels". *Precision Engineering* 29 (2005) 253–256.

[5] Luis N. López de Lacalle, A. Rodríguez , A. Lamikiz , A. Celaya & R. Alberdi (2011): *Five-Axis Machining and Burnishing of Complex Parts for the Improvement of Surface Roughness, Materials and Manufacturing Processes*, 26:8,997-1003.

[6] J. A. Travieso-Rodríguez , G. Desein & H. A. González-Rojas (2011): *Improving the Surface Finish of Concave and Convex Surfaces Using a Ball Burnishing Process, Materials and Manufacturing Processes*, 26:12, 1494-1502.

[7] M. Salahshoor, Y.B. Guo. "Surface integrity of biodegradable Magnesium-Calcium orthopedic implant by burnishing", *J Mech Behav Biomed Mater.* 2011; 4:1888–1904.