

# EFFET DU REVÊTEMENT ET DES PARAMÈTRES DE COUPE SUR LA RUGOSITÉ DE SURFACE EN TOURNAGE À SEC DE L'ACIER 42CrMo4.

B. HAMADI<sup>1</sup>, A. ACHOUR<sup>2</sup>, M.A. YALLESE<sup>3</sup>, R. ZELLAGUI<sup>4</sup>, A. KHELLAF<sup>5</sup>, M. NOUIOUA<sup>6</sup>

<sup>1</sup>Département Génie Mécanique, Laboratoire de Mécanique, Université de Frères Mentouri Constantine, Algérie, bilhelhamadi@yahoo.fr

<sup>2</sup>Département Génie Mécanique, Laboratoire de Mécanique, Université de Frères Mentouri Constantine, Algérie, achouralimec@yahoo.fr

<sup>3</sup>Département De Génie Mécanique, Laboratoire de Mécanique & Structures, Université de 8 mai 1945 Guelma 24000, Algérie, yallesc.m@gmail.com

<sup>4</sup>Département Génie des transports, laboratoire Ingénierie des Transports et Environnement, Université de Frères Mentouri Constantine, Algérie, zellagui\_redouane@yahoo.fr

<sup>5</sup>Département De Génie Mécanique, Laboratoire de Mécanique & Structures, Université de 8 mai 1945 Guelma 24000, Algérie, khellafahmed@hotmail.fr

<sup>6</sup>Département De Génie Mécanique, Laboratoire de Mécanique & Structures, Université de 8 mai 1945 Guelma 24000, Algérie, nouiouamourad25@yahoo.fr

## RÉSUMÉ

Dans ce document, une étude expérimentale est réalisée afin d'évaluer l'effet des paramètres de coupe et le matériau de revêtement sur les performances des outils de coupe en tournage de l'acier 42Cr Mo4. Une étude comparative a été réalisée entre les outils en carbure non revêtu et revêtu avec une couche de revêtement Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/TiCN. Les outils de coupe ayant la même géométrie. Le procédé ANOVA a été utilisée pour quantifier les effets des paramètres de coupe sur l'usinage des surfaces. L'effet des couches de revêtement sur la qualité de surface est également étudié. On observe qu'une plus faible rugosité de surface est obtenue lors de l'utilisation de (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/TiCN) plaquette revêtu.

**Mots Clés:** *Outil De Coupe, Revêtements Durs, RSM, Rugosité de surface, Caractérisation de Revêtement.*

---

## NOMENCLATURE

<b>Symboles :</b>	W Tungstène
Ra Rugosité arithmétique, µm	Co Cobalt
Vc Vitesse de coupe, m/mn	TiCN Carbonitrure de titane
ap profondeur de passe, mm	C Carbone
f l'avance, mm/tr	Mo Molybdène
Vb Usure en dépouille, mm	Cr Chrome
Al Aluminium	ANOVA Analyse de variance

---

## 1. INTRODUCTION

L'usinage est un procédé d'enlèvement de matière avec une dynamique complexe. Il est défini comme le retrait des copeaux à partir d'une pièce afin d'obtenir la finition de surface souhaitée. Cette propriété est nécessaire dans plusieurs domaines d'usinage. La haute qualité des pièces mécaniques peut être obtenue par le contrôle de plusieurs paramètres, comme les conditions de coupe, les propriétés du matériau à usiner, les matériaux de

revêtement de l'outil de coupe. Ainsi, les progrès dans le domaine des matériaux font apparaître des outils coupants de nature nouvelle, susceptibles d'améliorer la productivité des techniques d'usinage. Leur mise en œuvre nécessite des expérimentations spécifiques, pour évaluer leurs conditions d'emploi optimales. Toutefois, les résultats que l'on pourrait attendre, sont altérés par un certain nombre de facteurs, à savoir, le revêtement, les caractéristiques physiques ou chimiques.

cette étude a permis la mise en évidence de l'influence des paramètres de coupe sur l'état de surface lors de l'usinage de l'acier 42CrMo4 avec deux types d'outils en carbure métallique, le première est revêtu ont ( $Al_2O_3/TiCN$ ), et le deuxième est non revêtu.

## 2. PROCEDURE EXPERIMENTALE

Cette partie consiste à présenter le matériel qui sert à l'étude de l'évolution de la rugosité et le relevé de profil des plaquettes utilisées, et l'observation microscopique des plaquettes.

les essais sont réalisés sur une tour parallèle de marque TOS TRENCIN modèle SN40C, ayant une puissance de 6.6 Kw avec variateur de vitesse mécanique.

les opérations d'usinage ont été effectuées sur des éprouvettes ronds en acier de nuance 42CrMo4, de 400 mm de longueur et de 80 mm de diamètre, avec une dureté  $HB=257Kg/mm^2$ .

Sa composition chimique est donnée comme suit: 0.42% C ; 0.25 % Si ; 0.018% S ; 0.021% Ni ; 0.209 % Mo ; 0.68 % Mn ; 0.013 % P ; 1.08 % Cr ; 0.004 % V.

Les plaquettes utilisées pour les essais sont deux plaquettes en carbure métallique, (01) non revêtu et le deuxième revêtu en  $AL_2 O_3 / TiCN$  de forme carrée.

pour la mesure de la rugosité de surface arithmétique ( $R_a$ ) on a utilisé un rugosimètre Mitutoyo SurfTest 201. Ce dernier est constitué d'une pointe de diamant se déplaçant linéairement sur la surface mesurée

pour assurer le bon déroulement des essais, nous avons utilisé le plan de Taguchi L9 avec trois facteurs à trois niveaux sont indiqués dans le tableau 1. La procédure expérimentale consiste à réaliser des passes de chariotage on varie les conditions de coupes avec les deux types de plaquette, en mesurant la rugosité moyenne arithmétique ( $R_a$ )

Niveau	Vitesse de coupe $V_c$ (m/min)	Avance $f$ (mm/tr)	Profondeur de coupe $a_p$ (mm)
1	190	0.08	0.25
2	250	0.12	0.50
3	350	0.16	0.75

TABLEAU 1. Paramètres de coupe et leur niveaux

### 3. RÉSULTATS EXPÉRIMENTAUX

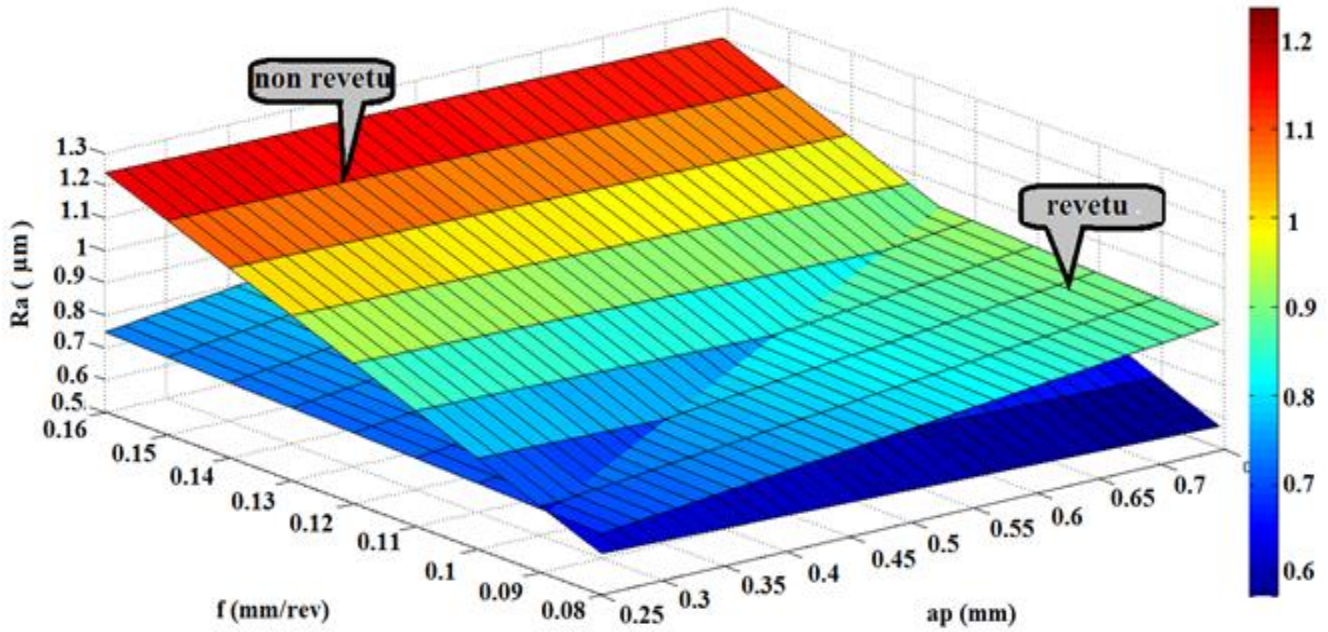


FIGURE 1. Evolution de la rugosité (Ra) en fonction de l'avance  $f$  (mm/tr) et la profondeur de coupe  $a_p$  (mm) lors de tournage de l'acier 42CrMo4 pour la pastille non revêtu et revêtu.

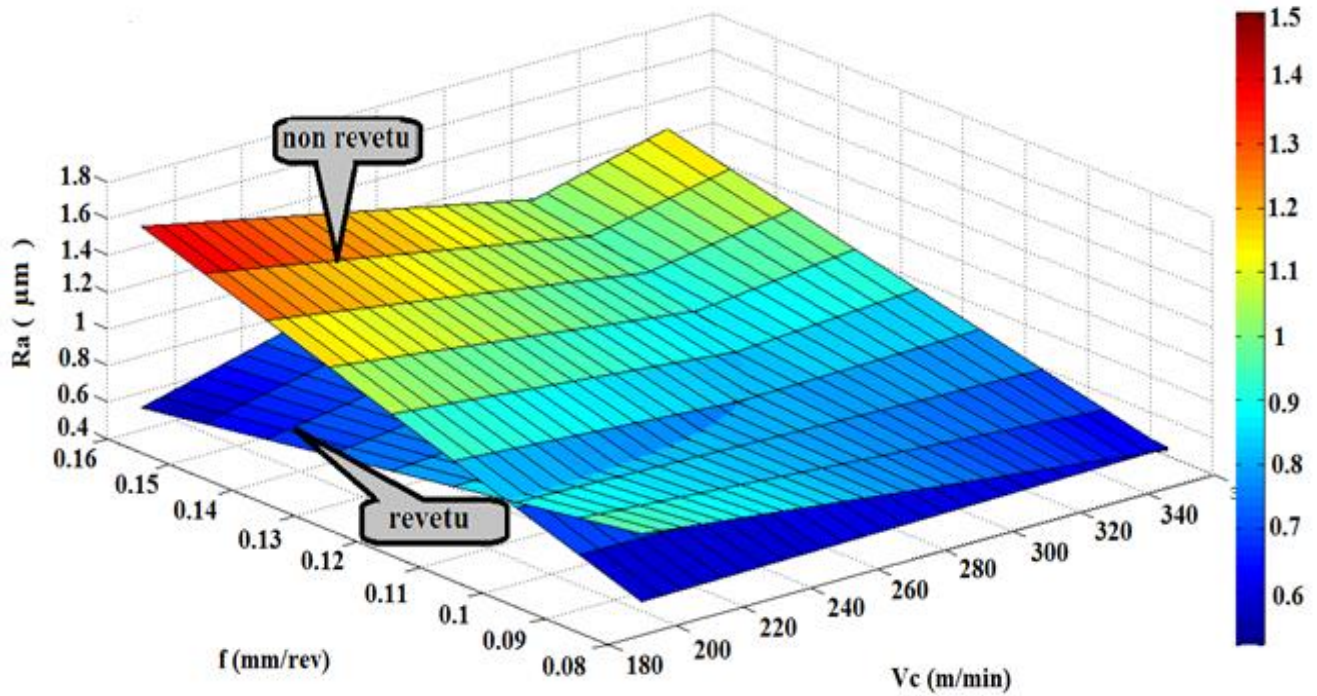


FIGURE 2. Evolution de la rugosité (Ra) en fonction de la vitesse de coupe  $V_c$  (m/min) et l'avance  $f$  (mm/tr) lors de tournage de l'acier 42Cr Mo4 pour la pastille non revêtu et revêtu

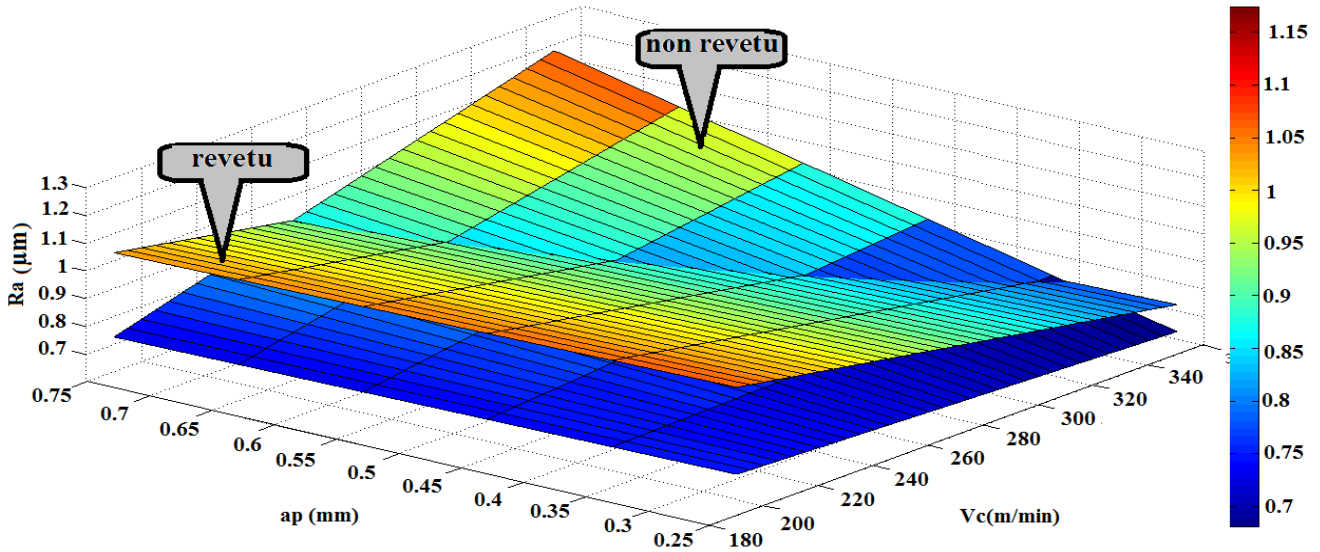


FIGURE 3. Evolution de la rugosité (Ra) en fonction de profondeur de coupe  $a_p$  (mm) et de la vitesse de coupe (m/min) lors de tournage de l'acier 42Cr Mo4 pour la pastille non revêtu et revêtu

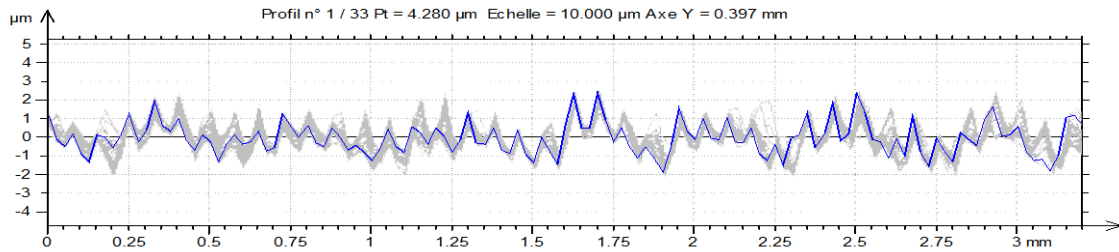


FIGURE 4. Profil de la rugosité en 2D de l'acier 42Cr Mo4 avec  $V_c = 350\text{m/mn}$  ;  $f = 0.4\text{mm/tr}$  ;  $a_p = 0.75\text{mm}$ ; pour la pastille revêtu.

**ISO 4287**

**Amplitude parameters - Roughness profile**

**Ra** 0.320 µm *Gaussian filter, 0.8mm*

TABLEAU 2. La valeur de la rugosité moyenne (Ra)

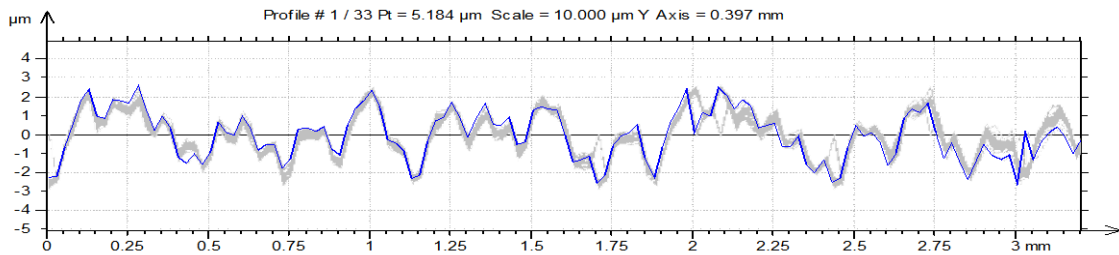


FIGURE 5. Profil de la rugosité en 2D de l'acier 42Cr Mo4 avec  $V_c = 350\text{m/mn}$  ;  $f = 0.4\text{mm/tr}$  ;  $a_p = 0.75\text{mm}$ ; pour la pastille non revêtu.

ISO 4287		
Amplitude parameters - Roughness profile		
Ra	0.633 $\mu\text{m}$	Gaussian filter, 0.8mm

TABLEAU 3. La valeur de la rugosité moyenne (Ra)

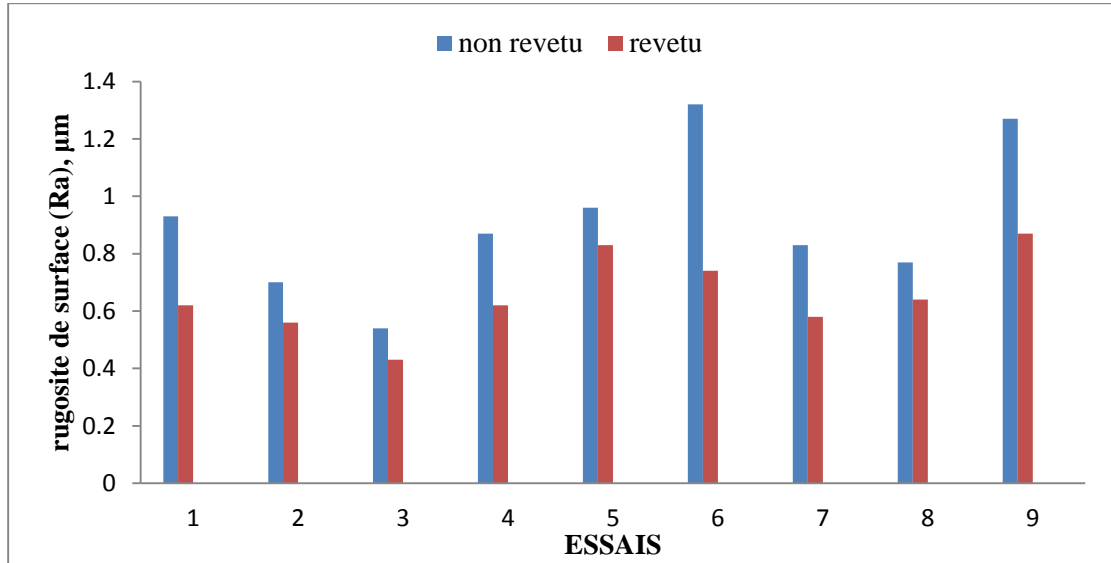


FIGURE 6. Comparaison entre les valeur mesures de deux plaquette revêtu et non revêtu.

#### 4. DISCUSSIONS DES RÉSULTATS

##### 4.1. EFFET DES PARAMÈTRES DE COUPE SUR LA RUGOSITÉ DE SURFACE

Les résultats de l'analyse de la variance pour le critère de la rugosité de surface (Ra), des outils revêtu et non revêtu sont représentés dans les figures 1-2-3. Il est clair que la rugosité de surface est proportionnelle à l'augmentation de la vitesse d'avance et de la profondeur de coupe et inversement proportionnelle à la vitesse de coupe. On peut conclure que la vitesse d'alimentation est le paramètre le plus important par rapport aux autres facteurs qui affectent la rugosité de surface et sa contribution est 80.12% et 85.76% pour les outils revêtu et non revêtu respectivement. Le second facteur qui affecte la qualité de la surface est la vitesse de coupe qui contribue par 15,81% et 11,51% pour les outils revêtu et non revêtu, respectivement. La profondeur de coupe aura une influence minium sur la rugosité de surface où sa contribution est inférieure à 2%. Ce résultat peut être expliqué par le phénomène de rainurage hélicoïdal sur la finition de surface d'usinage provoquée par l'augmentation de la vitesse d'avance combiné avec le mouvement outil-pièce. D'autre part, ce phénomène est expliqué par la réduction du taux d'alimentation qui cause des faibles forces de coupe, ce qui résulte moins des vibrations qui fournit une meilleure finition de surface.

##### 4.2. EFFET DU MATERIAU DE REVÊTEMENT SUR LA RUGOSITÉ DE SURFACE

L'effet des couches de revêtement sur la rugosité est le but de cette étude. A cet effet, les expériences ont été répétées pour les deux types d'outils en carbure avec et sans revêtement ayant la même géométrie et le substrat, mais la seule différence réside dans les couches de revêtement. L'effet de l'usure des outils a été négligé car le

temps de coupe est de 4 secondes. En outre, L' effet des couches de revêtement sur la rugosité de surface est représenté sur la figure (06). La courbe montre que la présence de la couche ( $Al_2O_3/TiCN$ ) joue un rôle important dans la protection du substrat qui fournit une bonne dissipation thermique de la puce, ce qui peut améliorer la qualité de surface. En fin , on conclut qu'a partir de la figure 06 que la bonne qualité de surface est obtenue lorsqu' on utilise la pastille revêtu ( $Al_2O_3/TiCN$ ).

## 5.CONCLUSIONS

Le but de cette étude expérimentale est d'évaluer la rugosité de surface de deux matériaux de coupe utilisés dans le tournage à sec de l'acier 42CrMo4. Les essais ont été effectuées en utilisant les matériaux de coupe suivants: CVD carbure revêtu et carbure non revêtu. Les conclusions de cette recherche peut être résumé dans les points suivants:

- 1) D'après l'analyse ANOVA, le débit d'alimentation a l'effet le plus significatif sur la rugosité de surface pour les deux outils avec et sans inserts de revêtement. Sa contribution est estimée par 80.12% et 85.76% pour les outils revêtu et non revêtu respectivement.
- 2) les baisses valeurs de rugosité de surface et la haute qualité de surface sont obtenus lorsque l'on utilise MT-CVD ( $Al_2O_3/TiCN$ ) plaquette revêtue.

## REFERENCES

- [1] M . A . Yallese, K . Chaoui, N. Zeghib. et al. Hard machining of hardened bearing steel using cubic boron nitride tool. *J. Mater. Process. Technol*, 209, 1092–1104, 2009.
- [2] S . Chinchankar and SK .Choudhury. Effect of work material hardness and cutting parameters on performance of coated carbide tool when turning hardened steel: An optimization approach. *Measurement*, 46, 1572–1584, 2013.
- [3] MW . Azizi, S . Belhadj, M . A . Yallese, et al. Surface roughness and cutting forces modeling for optimization of machining condition in finish hard turning of AISI 52100 steel. *J. Mech. Sci. Technol.*; 26 : 4105-4114, 2012.
- [4] Z . Hessainia, M . Elbah, M . A . Yallese, et al. On the prediction of surface roughness in the hard turning based on cutting parameters and tool vibrations. *Measurement*, 46, 1671–1681, 2013.
- [5] I . Meddour, M . A . Yallese, R . Khattabi, et al. Investigation and modeling of cutting forces and surface roughness when hard turning of AISI 52100 steel with mixed ceramic tool: cutting conditions optimization. *Int J Adv Manuf Technol*, 77, 1387–1399, 2015.
- [6] M . Cemal Cakir, C . Ensarioglu and I . Demirayak. Mathematical modeling of surface roughness for evaluating the effects of cutting parameters and coating material. *J. Mater. Process. Technol*, 209 , 102–109, 2009.
- [7] S . Chinchankar and SK . Choudhury. Machining of hardened steel Experimental investigations, performance modeling and cooling techniques: A review. *Int. J. Mach. Tools Manuf*, 89: 95–109, 2015.
- [8] H . Aouici, H . Bouchelaghem, M.A. Yallese , et al. Machinability investigation in hard turning of AISI D3 cold work steel with ceramic tool using response surface methodology, *Int J Adv Manuf Technol*, 73, 1775–1788, 2014.