

**REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR
ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE**

UNIVERSITE CONSTANTINE 3



**FACULTE DE GENIE DES PROCEDES PHARMACEUTIQUES
DEPARTEMENT DE GENIE CHIMIQUE**

N° d'ordre :.....

Série :.....

Mémoire de Master

Filière : Génie des procédés pharmaceutiques

Spécialité : génie chimique

**ETUDE DE L'EFFET DES TRAITEMENTS
THERMOCHIMIQUES SUR LES PROPRIETES
PHYSICO-CHIMIQUES D'UN ACIER**

Dirigé par:

BENLAHRECHE_ NOUICER F.Z

Grade : MMA

Présenté par :

BOUHALFA ALDJIA

BACHLAM CHAHINAZ

FARGANI SARAH

Année Universitaire 2014/2015.

Session : (juin)

SOMMAIRE

INTRODUCTION GENERALE	1
CHAPITRE I : CLASSIFICATION DES ACIERS	
I.1. LES ACIERS AU CARBONE	3
I.2. INFLUENCE DES ELEMENTS D'ADDITION (AUTRES METAUX OU METALLOÏDES)	5
I.3. CLASSIFICATION DES ACIERS	6
I.3.1. Les aciers ordinaires non alliés	6
I.3.2. Les aciers alliés ou aciers spéciaux	8
I.3.3. Les aciers fortement alliés ou aciers spéciaux et les aciers inoxydables	9
CHAPITRE II : LES TRAITEMENTS THERMOCHIMIQUES	
II.1. INTRODUCTION	11
II.2. CEMENTATION	11
II.2.1. Principe de la cémentation	12
II.2.2. Techniques de cémentations	13
II.2.2.1. Cémentation solide	13
II.2.2.2. Cémentation liquide	13
II.2.2.3. Cémentation gazeuse	14
II.2.2.4. Cémentation ionique	15
II.2.3. Traitement thermique de l'acier après la cémentation	16
II.2.4. Mécanisme de la formation de la couche cémentée	17
II.3. NITRURATION	18
II.3.1. Les procédés de nitruration	19
II.3.1.1. La nitruration gazeuse	19
II.3.1.2. La nitruration ionique (assistée par plasma)	20
II.3.1.3. La nitruration liquide	21
II.3.2. Les couche de nitruration	22
II.3.2.1. Couche de combinaison ou "couche blanche"	22
II.3.2.2. Couche de diffusion	23
CHAPITRE III : MATERIAUX ET TECHNIQUES EXPERIMENTALES	
III.1. INTRODUCTION	25
III.2. MATERIAUX ETUDIES	25
III.3. PREPARATION DES ECHENTILLONS	26
III.3.1. Découpage à froid	26
III.3.2. Polissage	26
III.3.3. Attaque chimique	26
III.4. TECHNIQUES EXPERIMENTALES	27
III.4.1. Mise en œuvre du traitement de cémentation	27
III.4.2. Mise en œuvre du traitement de nitruration en bain de sels	27
III.5. TECHNIQUES DE CARACTERISATION	29
III.5.1. Microscopie optique	29
III.5.2. Diffractions des rayons X	30

III.5.3. Spectroscopie Raman	31
III.5.4. Microdureté	32
CHAPITRE IV : RESULTATS ET DISCUSSIONS	
IV.1. INTRODUCTION	35
IV.2. CARACTERISATION DES ACIERS A L'ETAT BRUT (AVANT TRAITEMENT)	35
IV.2.1. Composition Chimique des aciers 20MnCr5, 42CrMo4 et C15	35
IV.2.2. Caractérisation métallographique des aciers 20MnCr5, 42CrMo4 et C15 à l'état brut	35
IV.2.3. Caractérisation par diffraction des rayons X des aciers 20MnCr5, 42CrMo4 et C15 à l'état brut	37
IV.2.4. Caractérisation par spectroscopie Raman des aciers 20MnCr5, 42CrMo4 et C15 à l'état brut	37
IV.3. CARACTERISATION DE L'ACIER 20MnCr5 APRES TRAITEMENT DE CEMENTATION	39
IV.3.1. Caractérisation métallographique de l'acier 20MnCr5 cémenté	39
IV.3.2. Caractérisation par diffraction des rayons X de l'acier 20MnCr5 Cémenté	40
IV.3.3. Caractérisation par spectroscopie Raman de l'acier 20MnCr5 Cémenté	41
IV.3.4. Caractérisation par Microdureté de l'acier 20MnCr5 Cémenté	42
IV.4. CARACTERISATION DES ACIERS APRES TRAITEMENT DE NITRURATION	43
IV.4.1. Caractérisation métallographique des aciers nitrurés	43
IV.4.2. Caractérisation par diffraction des rayons X des aciers Nitrurés	44
IV.4.3. Caractérisation par spectroscopie Raman des aciers Nitrurés	46
IV.4.4. Caractérisation par Microdureté des aciers Nitrurés	47
CONCLUSION GENERALE	50
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES	51
Annexe 1	53
Annexe 2	58
Annexe 3	60
Annexe 4	63

المخلص

بهدف تحسين الخواص السطحية للفولاذ المستعمل في صناعة علبه السرعة الجرارات الفلاحية أجريت معالجات الكربنة و النترجة
المعالجات أدت إلى صلابه بتشکل طبقة التنسيق ، زيادة في ارتفاع طبقة الانتشار للقطعة المعالجة
بتقنيات التحليل ك استعمال المجهر الضوئي MO ، الأشعة السينية RX و أطياف RAMAN تمكنا من إيجاد الخواص
الميكانيكية و الميغالوغرافية للطبقات المكرينة و المنترجة
أظهرت النتائج أن الكربنة و النترجة يمكن إن تحسن بشكل ملحوظ في الخصائص التريبولوجية مع زيادة في الصلادة
السطحية للمادة التي شملتها الدراسة

الكلمات المفتاحية

الكربنة، النترجة، الصلادة ، الأشعة السينية ، رامو (RAMAN)

Résumé

Dans le but d'améliorer les propriétés surfaciques des aciers utilisés pour la fabrication de la boîte vitesse des tracteurs agricoles, des traitements de cémentation et de nitruration a été réalisés

Les traitements conduisent à un durcissement par formation d'une couche de combinaison, l'augmentation de l'épaisseur de la couche de diffusion de la pièce traitée.

Avec des techniques d'analyses telles que la microscopie optique, la diffraction de rayons X et Spectroscopie Raman, on a pu déterminer les propriétés mécaniques et métallographiques des couches cémentées et nitrurées.

Les résultats obtenus montrent que la nitruration et la cémentation permet d'améliorer sensiblement les propriétés tribologiques avec une augmentation de la dureté en surface du matériau étudié.

Mots clés

Cémentation, nitruration, microdureté, rayons X, Raman.

المخلص

بهدف تحسين الخواص السطحية للفولاذ المستعمل في صناعة علبه السرعة الجرارات الفلاحية أجريت معالجات الكربنة و النترجة
المعالجات أدت إلى صلابه بتشكل طبقة التنسيق ، زيادة في ارتفاع طبقة الانتشار للقطعة المعالجة
بتقنيات التحليل ك استعمال المجهر الضوئي MO ، الأشعة السينية RX و أطياف RAMAN تمكنا من إيجاد الخواص
الميكانيكية و الميغالوغرافية للطبقات المكرينة و المنترجة
أظهرت النتائج أن الكربنة و النترجة يمكن إن تحسن بشكل ملحوظ في الخصائص التريبولوجية مع زيادة في الصلادة
السطحية للمادة التي شملتها الدراسة

الكلمات المفتاحية

الكربنة، النترجة، الصلادة ، الأشعة السينية ، رامو (RAMAN)

Résumé

Dans le but d'améliorer les propriétés surfaciques des aciers utilisés pour la fabrication de la boîte vitesse des tracteurs agricoles, des traitements de cémentation et de nitruration a été réalisés

Les traitements conduisent à un durcissement par formation d'une couche de combinaison, l'augmentation de l'épaisseur de la couche de diffusion de la pièce traitée.

Avec des techniques d'analyses telles que la microscopie optique, la diffraction de rayons X et Spectroscopie Raman, on a pu déterminer les propriétés mécaniques et métallographiques des couches cémentées et nitrurées.

Les résultats obtenus montrent que la nitruration et la cémentation permet d'améliorer sensiblement les propriétés tribologiques avec une augmentation de la dureté en surface du matériau étudié.

Mots clés

Cémentation, nitruration, microdureté, rayons X, Raman.