

## **ETUDE DE LA RESISTANCE A L'USURE ABRASIVE DES SOCS DE SCARIFIAGE DANS LES REGIONS ARIDES**

KHEYAR M.O.<sup>(1)</sup> AMARA M.<sup>(1)</sup> DJEGHRI K.,  
GHALEM Y.<sup>(1)</sup> et SACI D.<sup>(1)</sup>

<sup>(1)</sup> Institut National Agronomique, El Harrach, ALGER.  
E mail : m.kheyar@ina.dz

### **RESUME**

Ce travail porte sur l'étude de l'usure des socs de cultivateur fabriqués par l'unité de production du matériel agricole (MAGI) de Rouiba.

Sur le terrain prévu pour installer des céréales à paille irriguées par pivots, nous avons entrepris des essais pour examiner les effets du temps de travail sur la résistance à l'usure (perte de masse, de côtes, et de forme) des socs de scarifiage réversibles d'un cultivateur à dents. Les socs fabriqués à partir de la même nuance d'acier (45 S7) se différencient par la nature du traitement thermique subi.

Les résultats obtenus montrent que dans l'ensemble et indépendamment du type de traitement thermique choisi, les pertes par abrasion demeurent très importantes. Même si la trempe à l'eau a permis une longévité relativement plus importante que celle du traitement à l'huile, l'acier 45S7 ne s'accommode pas avec ce type de sol usant. Les résultats prouvent également que les indices qualitatifs induits par les socs sont proportionnels au taux d'usure. Un soc neuf travaille une surface moyenne de 216cm<sup>2</sup>, tandis qu'à un taux d'usure de 14%, le soc ne parvient à couvrir qu'une surface de l'ordre de 93,6cm<sup>2</sup>. Cependant il convient de noter que la variation de ces indices ne semble pas beaucoup affecter les rendements. Ces essais n'ont pas permis d'établir avec certitude une relation taux d'usure- rendement.

**Mots clés** : Usure, Abrasion, soc, traitement thermique, zone aride

## ABSTRACT

This study is dealing with the wear of the cultivator shares of farmer manufactured by the manufacturing unit of the farm equipment (MAGI) of Rouiba.

In the field designed to install cereals with straw irrigated by pivots, we undertook tests to examine the effects of the working time, on the wear resistance (loss of mass, coasts, and form) of the reversible ploughshares of scarifying of a farmer with teeth. The ploughshares manufactured starting from the same nuance of steel (45 S7) are different by nature from the undergone heat treatment.

The results obtained show that in the whole and independently of the type of heat treatment chosen, the losses by abrasion remain very significant. Even if the quenching water allowed longevity relatively more significant than that of the treatment oil, steel 45S7 does not adapt with this type of abrasive ground. The results also show that the qualitative indices induced by the ploughshares evolve/move proportionally at the attrition rate.

A new ploughshare covers an average surface of 216cm<sup>2</sup>, whereas at an attrition rate of 14% the ploughshare manages to work only one surface of 93,6cm<sup>2</sup>. However it should be noted that the variation of these indices does not seem much to affect the outputs. These tests did not make it possible to establish with certainty a relation attrition rate – output. The study also showed that the qualitative indices (width and depth of work) evolve/move proportionally at the attrition rate, but that the variation of these indices does not seem much to affect the outputs; These tests did not make it possible to establish with certainty a relation attrition rate – output

**Key words** : Wear, abrasion, cultivator shares, heat treatment, arid region

## ملخص

تهدف هذه الدراسة إلى تحديد مدى تآكل أعضاء المحاريث من نوع (Cultivateur) المصنوعة في وحدة روية للعتاد الفلاحي (MAGI).

ميدانيا، و في قطعة أرض مخصصة لزراعة الحبوب تحت الرش المحوري، قمنا بتجارب تهدف إلى تحديد مدى تأثير مدة العمل على مستوى تآكل الأعضاء العاملة للمحراث من نوع "خباشة" (عن طريق قياس نقص الثقل و طول و عرض و كذا شكل الأعضاء العاملة للمحراث).

تتميز المحاريث المصنوعة من الفولاذ (S7 45) من حيث الشكل حسب التعامل الحراري المنتهج في مرحلة الصنع.

تبين النتائج المحصل عليها عموما و بغض النظر عن التعامل الحراري المطبق أن مستوى التآكل عن طريق الاحتكاك يبقى مرتفع جدا.

و بالرغم من أن عملية الغمس (التبريد) في الماء عوضا عن الزيت سمحت بزيادة في مدة الاستعمال، إلا أن نوع الفولاذ S7 45 لا يتلاءم مع نوع التربة الرملية المعروفة بحدتها تأكلها للمحاريث المعدنية.

كما تبين النتائج أن مؤشرات نوعية الحرث (عرض و عمق الحرث) تتماشى مع نسبة تآكل الأعضاء العاملة للمحاريث، إلا أنها لا تؤثر بصفة ملموسة على مستوى المردودية.

و خلاصة القول، فإن هذه التجربة لم تبين بوضوح و تأكيد أية علاقة بين نسبة تآكل الأعضاء العاملة للمحراث و مستوى المردودية.

كلمات المفتاح : تآكل، تآكل احتكاكي، محراث، تعامل حراري، منطقة جافة.

## INTRODUCTION

Grâce à des potentialités en eau très importantes, et des investissements colossaux (Electrification, forage, tracé de pistes, etc.), des périmètres irrigués ont vu le jour dans les zones désertiques (Adrar, Bechar, El Oued, Ghardaïa, Ouargla).

Introduite dans les années 80, la céréaliculture sous pivot y occupe une place socio économique importante ; les superficies moyennes emblavées annuellement sont de l'ordre de 16045 hectares. (Anonyme, 2003).

Dans ces zones austères aux conditions édaphiques et climatiques difficiles, la préparation du sol pour la mise en place des cultures n'est possible qu'avec les outils à dents (ripper, chisel, mais surtout le cultivateur à dents) qui ont la faculté d'ameublir le sol sans le retourner tout en favorisant le lessivage des sels (MOUACI, 1991). Cette façon de procéder a aussi comme avantage majeur de préserver le sol de l'érosion éolienne et de conserver l'humidité en place.

Bien qu'on leur reproche une destruction insuffisante des mauvaises herbes, une faible incorporation des débris végétaux et une remonté en surface des pierres ; les outils à dents semblent dans l'étape actuelle les mieux adaptés aux conditions de sols et de climats.

Il reste cependant qu'en raison du caractère abrasif des sols à texture sableuse, conjugué à la présence d'une charge caillouteuse élevée, La durée de vie du matériel agricole en général et celui du matériel aratoire, plus particulièrement est limitée.

Sur le terrain, les parties travaillantes (socs) sont exposées à une usure considérée comme sévère. De plus, DJEGHRI et GHALEM (2000) ont constaté que lorsque les socs ne sont pas remplacés en temps voulu notamment par manque de disponibilité de la pièce de rechange ou pour d'autres raisons, l'usure a tendance à se propager aux dents occasionnant des dégâts irréversibles au cadre du cultivateur (agrandissement des trous de fixation des socs qui ne peuvent plus recevoir les boulons à tête fraisée). Cette usure qui a une influence sur la qualité du travail réalisé, a aussi pour conséquence une augmentation des charges directes de mécanisation (pièces consommables, immobilisation, etc.).

Ce travail se propose d'estimer le taux d'usure à partir duquel il est nécessaire de procéder au remplacement systématique des socs.

## MATERIEL ET METHODES

### 1. LOCALISATION DU SITE D'ETUDE

Les essais ont été réalisés au niveau de l'exploitation PRODRAGRIC située à « Stah Baamar » commune de Fenoughil (40Km au sud du chef lieu de la wilaya d'Adrar).

### 2. MATERIEL D'ETUDE

#### 2.1. LE SOL

Les caractéristiques physico mécaniques du sol sont présentées dans le tableau 1.

**Tableau 1** : Caractérisation du sol

Texture	Sablo- limoneuse (S: 62,53% L: 29. %; A: 8,47%)
Taux de charge en pierre	Moyen à élevé
Résistance la pénétration	3,03 <i>dan / cm<sup>2</sup></i>
Résidus de surface	Chaumes de blé
Humidité moyenne lors des essais	Entre 6 et 11%

**Remarque** : Le prélèvement des échantillons pour la détermination, de l'humidité et les relevés pénétrométriques ont concerné l'horizon 0-12cm correspondant à la profondeur moyenne de travail.

#### 2.2. LES SOCS

Deux séries de socs fabriqués à partir d'un acier de nuance 45S7 (à 0,45% de carbone et 1.75% silicium) constituent le matériel à tester :

- La première série se compose de six (06) socs ayant subi une trempe à l'huile et un revenu (Dureté 38HRC),
- La deuxième série se compose de cinq (05) socs ayant subi une trempe à l'eau et un revenu (dureté 42HRC).

Chaque soc est représenté par la lettre H (huile), E (eau) précédée d'un chiffre indiquant sa position sur le bâti.

**Tableau 2** : Caractéristiques du cultivateur à dents rigides

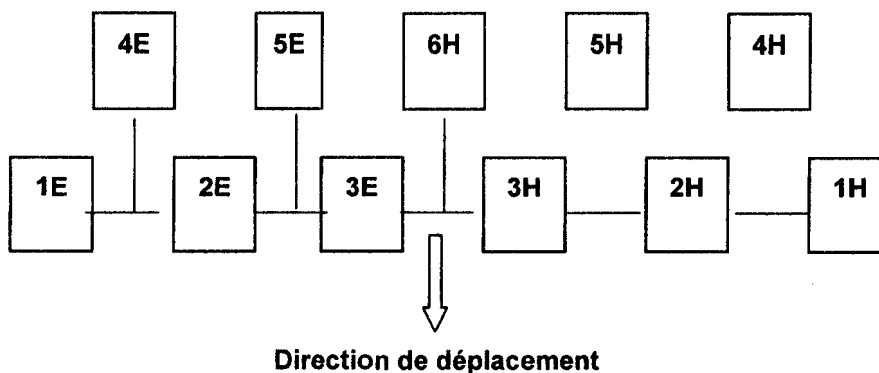
Soc réversible	largeur 55mm ; Epaisseur 12mm ; longueur 80mm
Angle d'entrure $\alpha$	30° à 45°
Angle au sommet $\theta$	70° à 90°
Pas entre les dents	200mm
Dégagement sous bâti	450mm
Puissance de traction moyenne	3 à 5cv /dent

### 3. METHODES D'ETUDE

#### 3.1. CONDUITE DES ESSAIS

Sous pivot, il est d'usage de faire précéder le travail du cultivateur par un faux semis (pré irrigation d'une durée d'environ une semaine) pour détruire les mauvaises herbes qui ont germé et faciliter l'évolution du semoir.

Après avoir caractérisé chaque soc (les socs n'étant pas homogènes), ces derniers sont répartis sur le cadre d'un cultivateur à dents rigides selon la disposition représentée sur la fig. 1.



**Figure 1** : Disposition des socs sur les deux rangés de dents du cultivateur

Le cultivateur a été attelé à un tracteur à roues « FORTSCHRIT » d'une puissance de 120cv. La vitesse de travail moyenne a été fixée à 7Km/h pour l'ensemble des essais.

Au terme de chaque heure de travail, les socs sont démontés pour subir les mesures nécessaires.

### 3.2. VARIABLES ETUDIEES

- Les pertes de cotes (longueur du soc).
- Les pertes de forme (angle du soc)
- Les Indices qualitatifs. Essentiellement la profondeur et la largeur de travail.

#### 3.2.1. CALCUL DE L'USURE

BORGHEI (1978) a calculé le taux d'usure, et l'usure cumulée à l'aide des relations suivantes :

$$\text{- Taux d'usure : } U(\%) = \frac{L_i - L_f}{L_i} .100$$

- Usure cumulée : Elle représente la longueur (mm) perdue par unité de

temps T (h). 
$$U(mm/h) = \frac{L_i - L_f}{t}$$

$L_i$  : longueur initiale de l'échantillon (mm)

$L_f$  : longueur finale de l'échantillon (mm)

t : temps de travail (h).

#### 3.2.2. MESURE DE LA PROFONDEUR ET DE LA LARGEUR DE TRAVAIL

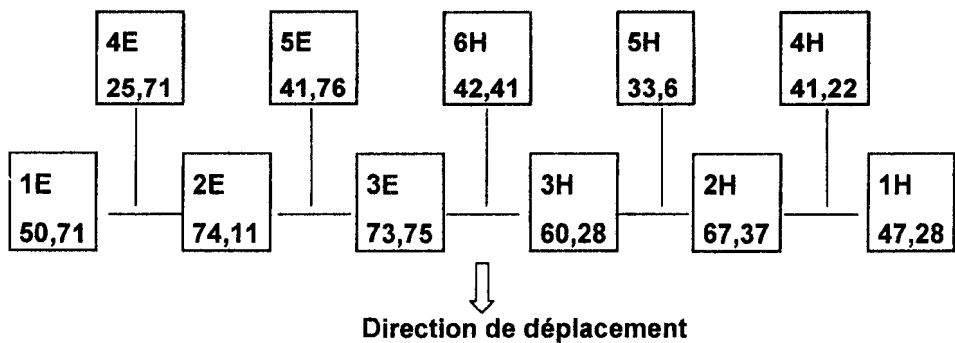
La profondeur et la largeur de travail ont été mesurées au niveau de la perturbation (trace laissée par le soc) et ce immédiatement après le passage du cultivateur. Ces données ont permis de calculer la surface et le volume de sol remué par chaque soc.

## RESULTATS ET DISCUSSION

### 1. EVALUATION DE LA PERTE DE LONGUEUR DES SOCS

Les résultats des pertes de cotes cumulées pendant 10 heures de travail des différents socs en tenant compte de leur position sur le cadre du cultivateur (fig.2) permettent de tirer les conclusions suivantes :

- les socs traités à l'eau, offrent une meilleure résistance à l'usure que les socs traités à l'huile,
- indépendamment de la nature du traitement, les socs de la première rangée sont plus exposés à l'usure que ceux de la deuxième rangée. Sur le même rang, les socs situés dans l'axe de déplacement s'usent plus rapidement que les socs extrêmes. Lawton et Foley (1986) confirment les résultats trouvés, et expliquent ce phénomène qu'ils attribuent à l'état du sol. En effet, le sol grâce à sa cohésion oppose plus de résistance aux socs situés au premier rang comparativement aux socs de la deuxième rangée qui agissent sur un sol déjà perturbé et donc soumis à de faibles forces de frottement.



**Figure 2** : Variation de la longueur des socs (mm) selon leurs dispositions sur le bâti



## 2. USURE CUMULEE

Dans ce qui suit (Fig.3), nous avons représenté la progression de l'usure en fonction du temps des deux socs les plus exposés à l'usure du fait de leur position ; il s'agit des socs 3H et 3E localisés au milieu du premier rang.

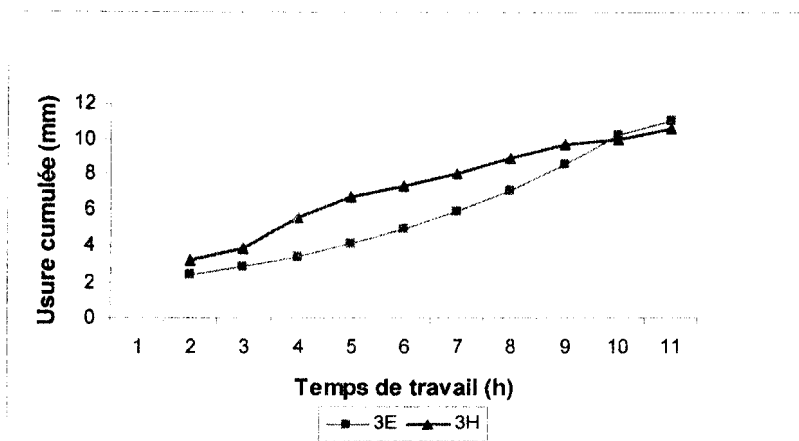


Figure 3 : Variation de l'usure cumulée en fonction du temps

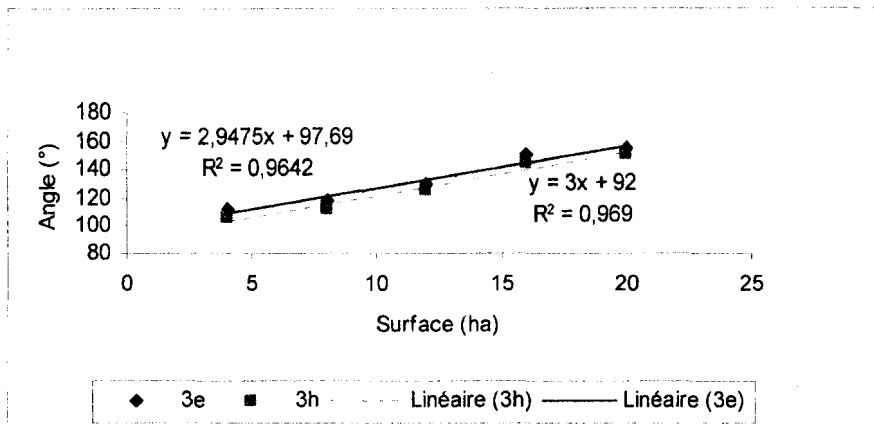
La courbe montre que l'usure est proportionnelle au temps de travail. Elle indique qu'en 10 heures, le soc 3H a perdu 73mm sur une longueur initiale de 110mm et que le soc 3E a perdu pour sa part 60mm sur 107mm.

Par rapport à la vitesse d'usure, on peut considérer trois phases distinctes :

- une phase dite de « rodage » avec un arrachement de matière par abrasion ; cette usure est favorisée par la surface de contact et la présence d'aspérités (bavures) sur le soc neuf ;
- une phase à usure modérée où le soc sous l'effet des frottements a pris un « poli » ce qui facilite le glissement du sol sur la surface du soc ;
- une troisième phase où l'usure augmente rapidement à cause de la pression du sol sur la pointe du soc (la pointe suffisamment usée n'agit plus par cisaillement). Cette troisième phase correspond au seuil d'usure admissible, seuil à partir duquel il est plus que souhaitable de procéder au remplacement du soc.

### 3. EVALUATION DE L'ANGLE AU SOMMET DU SOC

La fig. 5. illustre la variation des angles au sommet des socs 3H et 3E les plus vulnérables. On remarque que quelque soit le type de traitement, les angles changent de formes et évoluent proportionnellement au temps de travail.



**Figure 5 :** Evolution de l'angle au sommet des socs 3E et 3H en fonction de la surface travaillée

Les résultats indiquent que la variation est linéaire avec un coefficient de détermination  $R^2$  de 0,964 pour le soc traité à l'huile et 0.969 pour le soc traité à l'eau (Fig. 4). De façon générale, le soc semble plus fragile au niveau de sa pointe que sur les autres côtés (L'épaisseur par exemple du soc a très peu variée). FERGUSSON et *al.* (1998) ont mis en évidence l'intérêt des traitements spécifiques (carbure de tungstène) qui ont l'avantage de protéger la pointe du soc et de prolonger leur durée d'utilisation.

L'effet de l'usure sur l'angle au sommet se traduit par une augmentation de la valeur des angles jusqu'à la disparition totale des côtes formant l'angle, l'extrémité du soc prend la forme d'un arrondi, forme qui ne permet plus au soc d'agir par cisaillement ce qui limite l'éclatement du sol et par conséquent l'effet de foisonnement. Il y a risque de tassement du sol car le soc agit sur le sol par pression.

Pour le soc traité à l'eau la valeur initiale passe de 62° pour atteindre 150° alors qu'elle du soc traité à l'huile varie de 65° à 150° au bout de 20hectares de travail.

Avec une dureté plus élevée, les socs traités à l'eau semblent donc opposer une meilleure résistance, mais il faut rappeler que leur résilience est faible ce qui risque d'engendrer une fracture ou déformation lorsque la pièce est exposée aux chocs ». Nous n'avons pas rencontré ce genre de problème au cours des essais.

### 3.1. EFFET SUR LES INDICES QUALITATIFS

Le tableau 3 reprend les valeurs moyennes de la surface et du volume de sol remué par le soc 3E.

Ces valeurs ont été calculées sur la base de la profondeur et de la largeur de travail obtenues sur 1 un mètre linéaire pour chaque taux d'usure.

**Tableau 3** : Valeurs moyennes des surfaces et des Volumes de sols mesurés pour le soc 3<sup>E</sup>

Taux d'usure (%)	Surface (cm <sup>2</sup> )	Volume remué (cm <sup>3</sup> )
0	216	21600
4,25	195.12	19512
12.18	157.32	15732
13.85	93.6	9360
21.97	60.3	6030
35.8	38.4	3840

On constate que le volume de sol remué décroît avec le taux d'usure et par conséquent avec les dimensions géométriques de l'outil. Cette réduction de volume engendre des surfaces non ameublées importantes par soc et entre deux socs voisins. Du point de vue de la qualité de travail, on peut considérer qu'au delà de 14% il est préférable de procéder au changement du soc. D'abord parce à partir de ce seuil la profondeur de travail est trop faible pour un outil de reprise de travail du sol, ensuite l'utilisation prolongée de ce soc, peut propager l'usure à la dent elle même.

## CONCLUSION

Si le traitement thermique a permis d'améliorer relativement la durée de vie des socs (les socs traités à l'eau, offrent une meilleure résistance à l'usure que les socs traités à l'huile), il reste que dans l'ensemble l'usure apparaît comme une menace pour les pièces travaillantes du matériel aratoire. L'acier 45S7 utilisé pour la fabrication des socs ne semble pas s'accommoder avec le type de texture des zones étudiées.

Les résultats ont montré que les signes précurseurs d'une usure sévère correspondent à la réduction des cotes, et au changement de forme (pointe émoussée et arrondie).

A un taux d'usure de 14% le soc ne couvre qu'une surface de 93,6cm<sup>2</sup> contrairement à un soc neuf qui arrive à couvrir une surface de l'ordre de 216cm<sup>2</sup>. Au delà donc de 7 heures de travail correspondant à une surface moyenne de 30hectares, le soc ne répond plus aux exigences agrotehniques qui lui sont assignées.

## REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- Anonyme, 2003.-** Recensement général de l'agriculture 2001. Direction des statistiques agricoles et des systèmes d'information. Ministère de l'agriculture et du développement rural.
- BORGHEI A.M., 1978.-** Usure par abrasion des outils de travail du sol  
Thèse Docteur ingénieur. Université de Paris, Faculté des sciences, 97 pages.
- DJEGHRI K., GHALEM Y., 2000.-** Contribution à l'étude de l'usure des socs de cultivateurs en zones arides Mémoire d'ingénieur INA Alger.
- FERGUSON S.A., FIELKE J.M., RILEY T.W., 1998.-** Wear of Cultivator Shares in Abrasive South Australian Soils journal of agricultural engineering research pp. 99-105.
- LAWTON P.J., FOLEY AG., 1986.-** Alumina tipped spring tine points filed assessments. Journal agricultural research pp 343-354.
- MOUACI S., 1991.-** La rentabilité de la céréaliculture en zone aride : cas de la ferme pilote de Gassi Touil (Ouargla). Mémoire de magister INA Alger.