Laurence Astruc, Mohamed Ben tkaya, Loïc Torchy, Ciler Altinbilek, Semra Balci, Christophe Bontemps, Bernard Gassin, Stéphane Ducret, Nurcan Kayacan, Kemal Kayan, Nejla Kurt, Olgaç Oral, Mihriban Özbaşaran, Jacques Pelegrin, Amelia Rodríguez Rodríguez, Özgür Toprak

Citer ce document / Cite this document :


Document généré le 16/04/2017
Abstract

In the Near East "sickles" or "glossy pieces" occur for the first time during the Natufian period. These tools are either "sickle blades" or "sickle elements". "Sickle blades" are used hafted or hand-held as single cutting tools. "Sickle elements" are inserted in a haft in order to create a composite instrument. When sickles are made from flint, they are easily recognized since they usually bear a macroscopic gloss that covers a wide area on both sides of the tool. Experimental and microscopic studies have shown that the majority of these tools were used as sickles to harvest cereals or, less frequently, soft siliceous plants such as reeds and typha. Macroscopic glosses of different natures develop on various occasions, for example: on elements mounted on threshing sledges; when limestone is worked with the addition of water; when humid clay is scraped; etc. When sickle elements are made from obsidian, no macroscopic gloss develops and use wear is rarely observed with the naked eye. In this case, the worn area on the tool presents a mat aspect and abrasion features. Such tools are rarely recognized as such. Sometimes, abrasion features are erroneously interpreted as harvesting marks. The frequency of harvesting instruments increased during the Neolithic period. According to several analysts, the use of sickles to harvest cereals was preferred to other harvesting techniques such as uprooting, the use of beaters and baskets, and mesoarias in order to maximize yields. Moreover, the evolution of the morphology of sickles has often been related to the gradual adoption and the spread of agriculture. Sickles found on archaeological sites may be complete or broken. The hafts were made from wood, antler, or horn and the sickle elements were inserted parallel or oblique to the haft and often glued with bitumen. If only sickle elements are discovered on the site, the distribution of the gloss and the bitumen and the size of the blanks provide information on the mode of hafting, the degree of curvature of the haft, and, in some cases, the number of lithic inserts. The aim of the present paper is to examine the relation between the morphology and efficiency of the sickles and the adoption of agriculture by the Neolithic communities in the Near East. Based on publications, we identify three major steps in the evolution of sickle manufacturing in this region: the appearance of composite sickles, increased curvature of the hafts, and the adoption of oblique inserts. An experimental programme was devised in order to evaluate the impact of the following factors on sickle productivity: the harvester; the curvature of the haft; the length of the cutting edge of the lithic blade; the position of the blade in relation to the haft (parallel or oblique); the raw material used (flint or obsidian). Statistical analysis of the results allows the impact of each factor and of combinations of factors to be evaluated. Our research has shown that the harvester parameter is important. The knowledge, skill, and physical strength of the harvester as well as his/her adaptation to the use of different tools and to different working conditions influence productivity. These factors affect the movement executed by the harvester, the distribution of use wear on the tool, and the degree of damage on the cutting edge. Our results also stress the impact of the lithic tool’s raw material on sickle efficiency. As a result of its mechanical properties, flint is better adapted to harvesting than obsidian. In particular, flint is less brittle and less prone to abrasion than obsidian. We examine the distinct behaviour of the two raw materials, when they are subject to similar constraints, through macroscopic and microscopic analysis of the damage on the experimental tools. Considering the interaction between the morphology of the haft and the position of the inserts, our data confirm that the use of a curved haft with obliquely set inserts increases the cutting capacity of the sickle. The curvature of the haft and the length of the cutting edge determine the number of strokes needed to harvest a given field area. When archaeological data are examined, published information on sickle morphology concerns mainly the Natufian in the southern Levant and the PPNA and PPNB in northern Syria. The scarcity of obsidian sickle elements can be related to the difficulty of identifying characteristic use wear but also to the choice of flint for its mechanical properties and the uneven geographical distribution of obsidian. Large quantities of obsidian sickle blades are found in archaeological sites located near obsidian sources, for example, Aşıklı Höyük in Cappadocia, Turkey. Three stages are identified in the evolution of Near Eastern sickles between 12000 and 7000 B.C. During the Natufian period, the adoption of composite instruments had an influence on the efficiency of the sickles. During the PPNB, the gradual increase of haft curvature probably played a role in the harvester’s tempo and movements. In the latest phase of the PPNB, the practice of agriculture was widespread and composite sickles with a curved haft and oblique inserts are common. We argue that this choice
can be partly explained by the need for sickle efficiency. Changes in the system of lithic production and the organization of agricultural activities during the same period also influence the adoption of oblique inserts. Moreover, comparisons between the evolution of sickles in different geographical areas, northern Syria and Cyprus, indicate that technical traditions, technical transfer and societal context were more critical in the choice of sickle morphology.

Résumé
Les faucilles apparaissent au Proche-Orient dès le Natoufien et deviennent de plus en plus fréquentes au Néolithique. On les retrouve sur les sites sous forme de «lame-faucille » ou d’ «éléments de faucille » armant les manches pour former des outils composites. Plus exceptionnellement, des faucilles composites plus ou moins fragmentaires sont préservées. Certains auteurs considèrent que l’évolution morphologique de ces instruments composites traduit une recherche d’efficacité qui ne cesse de s’intensifier depuis l’adoption de l’agriculture jusqu’à sa généralisation. En reprenant la littérature, nous avons identifié trois étapes majeures dans l’évolution de la fabrication des faucilles au Proche-Orient avec l’apparition successive des instruments composites, des manches courbes, puis de la faucille courbe à insertion en épi. Les expérimentations manuelles de moisson de céréales ont été mises en place pour évaluer l’influence des paramètres suivants : la courbure plus ou moins marquée du manche, la longueur de tranchant, la position des inserts (emmanchement parallèle ou oblique), et, enfin, la matière première de l’outil (silex ou obsidienne) et le facteur humain. Le traitement statistique des résultats nous permet d’évaluer l’influence de chacun de ces paramètres ainsi que des associations de paramètres. Le facteur humain reste un paramètre essentiel. Nous avons ensuite pu montrer que le silex avait des qualités de coupe plus importantes que l’obsidienne pour ce type d’activité et l’analyse microscopique des usures nous a permis de déterminer quels étaient les comportements différenciés de ces deux matériaux. Il apparaît ensuite que l’interaction entre la courbure du manche et le mode d’insertion des éléments influencent le rendement de coupe : l’association entre un manche courbe et des insertions en épi est plus favorable. La courbure du manche et la longueur de tranchant ont enfin une influence sur le nombre de coups de faucille nécessaire pour moissonner un champ d’une superficie donnée. Si nous considérons la région pour laquelle nous avons le plus de données, la Syrie du Nord, les résultats montrent que la rareté des éléments de faucille en obsidienne pourrait être au moins en partie liée aux caractéristiques propres du matériau. Il est pourtant des sites à imédiate proximité des zones d’approvisionnement en obsidienne où les éléments de faucille en obsidienne sont pléthores (exemple cappadoceen d’A , sikli Höyük). Pour la Syrie du Nord, encore, on observe au moment de la généralisation de l’agriculture une préférence plus que marquée pour les faucilles à manche courbe et inserts obliques. Pourtant, la recherche d’efficacité ne semble pas le facteur déterminant pour expliquer cette préférence. Les questions de spécialisation technique des activités de taille et d’organisation sociale des activités agricoles sont primordiales.
De l’efficacité des faucilles néolithiques au Proche-Orient : approche expérimentale

Laurence ASTRUC, Mohamed BEN TKAYA, Loïc TORCHY et collab.*

Résumé

Les expérimentations manuelles de moisson de céréales ont été mises en place pour évaluer l’influence des paramètres suivants : la courbure plus ou moins marquée du manche, la longueur de tranchant, la position des inserts (emmanchement parallèle ou oblique), et, enfin, la matière première de l’outil (silex ou obsidienne) et le facteur humain. Le traitement statistique des résultats nous permet d’évaluer l’influence de chacun de ces paramètres ainsi que des associations de paramètres. Le facteur humain reste un paramètre essentiel. Nous avons ensuite pu montrer que le silex avait des qualités de coupe plus importantes que l’obsidienne pour ce type d’activité et l’analyse microscopique des usures nous a permis de déterminer quels étaient les comportements différenciés de ces deux matériaux. Il apparaît ensuite que l’interaction entre la courbure du manche et le mode d’insertion des éléments influencent le rendement de coupe : l’association entre un manche courbe et des insertions en épi est plus favorable. La courbure du manche et la longueur de tranchant ont enfin une influence sur le nombre de coups de faucille nécessaire pour moissonner un champ d’une superficie donnée.

Si nous considérons la région pour laquelle nous avons le plus de données, la Syrie du Nord, les résultats montrent que la rareté des éléments de faucille en obsidienne pourrait être au moins en partie liée aux caractéristiques propres du matériau. Il est pourtant des sites à immédiate proximité des zones d’approvisionnement en obsidienne où les éléments de

* Avec la collaboration de Ciler ALTINBILEK, Semra BALCI, Christophe BONTEMPS, Stéphane DUCRET, Bernard GASSIN, Nurcan KAYACAN, Kemal KAYAN, Nejla KURT, Olgaç ORAL, Mihriban ÖZBAŞARAN, Jacques PELEGRIN, Amelia RODRÍGUEZ RODRÍGUEZ et Özgür TOPRAK.
faucille en obsidienne sont pléthores (exemple cappadocien d’Aşikkı Höyük). Pour la Syrie du Nord, encore, on observe au moment de la généralisation de l’agriculture une préférence plus que marquée pour les faucilles à manche courbe et inserts obliques. Pourtant, la recherche d’efficacité ne semble pas le facteur déterminant pour expliquer cette préférence. Les questions de spécialisation technique des activités de taille et d’organisation sociale des activités agricoles sont primordiales.

**Mots clés**

Faucille, efficacité, expérimentation, silex, obsidienne, Proche-Orient, agriculture.

**Abstract**

In the Near East “sickles” or “glossy pieces” occur for the first time during the Natufian period. These tools are either “sickle blades” or “sickle elements”. “Sickle blades” are used hafted or hand-held as single cutting tools. “Sickle elements” are inserted in a haft in order to create a composite instrument. When sickles are made from flint, they are easily recognized since they usually bear a macroscopic gloss that covers a wide area on both sides of the tool. Experimental and microscopic studies have shown that the majority of these tools were used as sickles to harvest cereals or, less frequently, soft siliceous plants such as reeds and typha. Macroscopic glosses of different natures develop on various occasions, for example: on elements mounted on threshing sledges; when limestone is worked with the addition of water; when humid clay is scraped; etc. When sickle elements are made from obsidian, no macroscopic gloss develops and use wear is rarely observed with the naked eye. In this case, the worn area on the tool presents a mat aspect and abrasion features. Such tools are rarely recognized as such. Sometimes, abrasion features are erroneously interpreted as harvesting marks.

The frequency of harvesting instruments increased during the Neolithic period. According to several analysts, the use of sickles to harvest cereals was preferred to other harvesting techniques such as uprooting, the use of beaters and baskets, and mesoarias in order to maximize yields. Moreover, the evolution of the morphology of sickles has often been related to the gradual adoption and the spread of agriculture. Sickles found on archaeological sites may be complete or broken. The hafts were made from wood, antler, or horn and the sickle elements were inserted parallel or oblique to the haft and often glued with bitumen. If only sickle elements are discovered on the site, the distribution of the gloss and the bitumen and the size of the blanks provide information on the mode of hafting, the degree of curvature of the haft, and, in some cases, the number of lithic inserts.

The aim of the present paper is to examine the relation between the morphology and efficiency of the sickles and the adoption of agriculture by the Neolithic communities in the Near East. Based on publications, we identify three major steps in the evolution of sickle manufacturing in this region: the appearance of composite sickles, increased curvature of the hafts, and the adoption of oblique inserts. An experimental programme was devised in order to evaluate the impact of the following factors on sickle productivity: the harvester; the curvature of the haft; the length of the cutting edge of the lithic blade; the position of the blade in relation to the haft (parallel or oblique); the raw material used (flint or obsidian). Statistical analysis of the results allows the impact of each factor and of combinations of factors to be evaluated.

Our research has shown that the harvester parameter is important. The knowledge, skill, and physical strength of the harvester as well as his/her adaptation to the use of different tools and to different working conditions influence productivity. These factors affect the movement executed by the harvester, the distribution of use wear on the tool, and the degree of damage on the cutting edge. Our results also stress the impact of the lithic tool’s raw material on sickle efficiency. As a result of its mechanical properties, flint is better adapted to harvesting than obsidian. In particular, flint is less brittle
De l’efficacité des faucilles néolithiques au Proche-Orient : approche expérimentale

Les notions d’agriculture pré-domestique et domestique ne peuvent pleinement rendre compte du passage d’une économie de chasseurs-cueilleurs à celle d’agriculteurs au Proche-Orient. Depuis le Natoufien jusqu’au PPNB moyen, le processus qui conduit des premières expériences agricoles à la transformation morphologique des céréales sauvages en céréales domestiques est long (Hillman et Davies, 1990 ; Colledge, 2001 ; Colledge et al., 2004 ; Colledge et Conolly, 2007 ; Tanno et Willcox, 2006 ; Willcox, 2008). La séquence botanique du site de Mureybet sur le moyen Euphrate qui s’étend sur 3 500 ans, de 11 500 à 8 000 av. J.-C., illustre bien cette dimension temporelle : aucune trace de céréales morphologiquement domestiques n’a été recueillie. Elles n’apparaissent dans la région qu’à partir de 7 700 av. J.-C., dans les niveaux PPNB Moyen de Halula et d’Abu Hureyra (Willcox et Roitel, 1998 ; Willcox, 2002). Les premières manipulations agricoles sont favorisées par les changements climatiques de la fin du Dryas récent et du début de l’Holocène (Bar Yosef et Belfer-Cohen, 2002 ; Moore et al., 2000 ; Wilcox et al., 2009 ; Colledge et Conolly, 2010). Le développement de l’agriculture s’ancre surtout dans des évolutions socio-économiques et culturelles profondes, étalées sur plusieurs générations, un processus qui ne prend pas nécessairement la même forme d’une région à une autre (Willcox, 2008 ; Özkan et al., 2011).

Les faucilles apparaissent dès le Natoufien et ne font que se multiplier avec le temps. Il s’agit soit d’un élément lithique unique (« lame-faucille »), soit d’inserts (« éléments de faucille ») armant les manches pour former des outils composés (Cauvin, 1983 ; Cauvin, dir., 1983 ; Stordeur, 1987). En termes d’efficacité, les faucilles présentent des avantages certains par rapport à une cueillette à main nue, aux techniques de battage, d’érussage et à l’utilisation de mesoarias (Cauvin, 1983, Ibañez et al., 1998). Une corrélation entre l’évolution de la forme des faucilles et le développement de l’agriculture a été proposée pour le moyen Euphrate (Ibañez et al., 1998). L’argumentation reprise à l’occasion de la publication de Mureybet (Ibañez, dir., 2008) repose surtout sur une vision diachronique du Natoufien au PPNB récent faisant référence à des données variées : céréales sauvages ou domestiques, durée des moissons, caractéristiques des faucilles, morphologie des traces d’usure, importance quantitative des restes botaniques, développement du stockage, utilisation ou non de la paille (comme dégraissant, pour le fourrage ou les litières), etc. L’évolution des caractéristiques des faucilles est ici considérée comme liée à une recherche d’efficacité de l’outil (Bar Yosef, 1998). Elle est

and less prone to abrasion than obsidian. We examine the distinct behaviour of the two raw materials, when they are subject to similar constraints, through macroscopic and microscopic analysis of the damage on the experimental tools. Considering the interaction between the morphology of the haft and the position of the inserts, our data confirm that the use of a curved haft with obliquely set inserts increases the cutting capacity of the sickle. The curvature of the haft and the length of the cutting edge determine the number of strokes needed to harvest a given field area.

When archaeological data are examined, published information on sickle morphology concerns mainly the Natufian in the southern Levant and the PPNA and PPNB in northern Syria. The scarcity of obsidian sickle elements can be related to the difficulty of identifying characteristic use wear but also to the choice of flint for its mechanical properties and the uneven geographical distribution of obsidian. Large quantities of obsidian sickle blades are found in archaeological sites located near obsidian sources, for example, Ağıkh Höyük in Cappadocia, Turkey.

Three stages are identified in the evolution of Near Eastern sickles between 12 000 and 7 000 B.C. During the Natufian period, the adoption of composite instruments had an influence on the efficiency of the sickles. During the PPNB, the gradual increase of haft curvature probably played a role in the harvester’s tempo and movements. In the latest phase of the PPNB, the practice of agriculture was widespread and composite sickles with a curved haft and oblique inserts are common. We argue that this choice can be partly explained by the need for sickle efficiency. Changes in the system of lithic production and the organization of agricultural activities during the same period also influence the adoption of oblique inserts. Moreover, comparisons between the evolution of sickles in different geographical areas, northern Syria and Cyprus, indicate that technical traditions, technical transfer and societal context were more critical in the choice of sickle morphology.

Keywords
Sickle, Efficiency, Experiment, Flint, Obsidian, Near East, Agriculture.

Bulletin de la Société préhistorique française
2012, tome 109, n° 4, p. 671-687
retracée à l’aide des manches conservés et des éléments lithiques qui portent des traces macroscopiques d’usure (lustres et bitume).

En reprenant la littérature, nous avons identifié trois étapes majeures dans l’évolution de la fabrication des faucilles au Proche-Orient avec l’apparition successive des instruments composites, des manches courbes, puis de la faucille courbe à insertion en épi.

LA FABRICATION DES FAUCILLES : TROIS ÉTAPES

La première étape est tout simplement celle de l’adoption des instruments composites pour la récolte de céréales. Les manches droits ou très légèrement convexes, en os (ce qui n’exclut par ailleurs pas l’emploi de manches en bois végétal, matière périssable) sont bien documentés dès le Natoufien à Umm ez-Zoueitina (une lamelle d’Helwan lustrée, emmanchée longitudinalement dans un fragment de faucille en os : Neuville, 1951), el-Ouad (un manche avec deux fragments de lames non lustrées : Garrod, 1932), Kebara et Mallaha (sans inserts : Turville-Petre, 1932). Certains de ces manches sont décorés (el-Ouad et Kebara : Bar Yosef, 1998, fig. 6). Les découvertes de Wadi Hammeh 27 viennent compléter ce corpus avec une quantité particulièrement importante de manches en os interprétées par le fouilleur comme des faucilles (huit complètes ou presque complètes et quarante-sept fragments) de morphologie et de taille différentes (Edwards, 2007). Un manche en os de 33 cm de long, armé de lamelles d’Helwan accolées les unes aux autres, formant ainsi deux tranchants parallèlement de 20 cm de long environ, a été découvert dans une cache (cluster 9). Cette découverte est essentielle car elle démontre que des instruments composites très sophistiqués étaient déjà utilisés au Natoufien ancien, dès 12500-12000 BC calibré. Le fait que nous n’ayons que peu d’indices directs de l’utilisation pour la moisson de la plupart des manches natoufiens (et néolithiques précéramiques, d’ailleurs) relève à la fois d’un développement insuffisant des analyses fonctionnelles et aussi du fait que ces manches sont le plus souvent trouvés dans des contextes où ils sont stockés entre deux récoltes : sont alors mis en réserve les manches nus, les manches armés non-utilisés ou les manches armés encore utilisables. Le fouilleur de Wadi Hammeh 27 indique que les éléments de faucille en silex sont courants sur le site et portent des lustres bien marqués dans un contexte où les céréales sauvages présentant une variété de formes qui peut correspondre à une gamme d’utilisation plus large que ce qui avait été envisagé jusque là et/ou à des variations individuelles lors de la fabrication. Le fait

que certaines de ces faucilles soient décorées montre que les manches étaient des objets particuliers auxquels les individus étaient attachés. Cette adoption de manches composites n’exclut pas l’utilisation de couteaux à moissonner armés d’une seule lame qui sont attestés plus tard au PPNA et au PPNB ancien à Mureybet (Ibañez, 2008).

La seconde étape correspond à l’adoption des manches courbes dès le PPNB moyen. L’exemple de la faucille de Nahal Hemar est le plus connu. Le manche est en corne, légèrement courbe et d’une longueur de 28 cm. Les trois éléments en silex sont insérés longitudinalement, séparés semble-t-il par une colle ou résine, formant un tranchant de quelque 14 cm de long. La répartition des lustres sur les éléments de faucille au PPNB moyen à Mureybet IVB indique l’utilisation d’un manche d’une courbure équivalente à celle de Nahal Hemar (Ibañez, 2008). Cette dernière préfigure la faucille de Halula dont seuls le bitume et les inserts sont conservés. Elle a un rayon de courbure très marqué et est armée de quatre lames bipolaires qui forment un tranchant d’une longueur d’environ 33 cm (Borrell et Molist, 2007). Cette faucille composite très courbe, la qualité des inserts et l’emmanchement sophistiqué ont amené les auteurs à considérer cet outil comme signant un moment d’intensification de l’agriculture. L’argument réside en grande partie dans la datation de l’objet, entre 7600 et 7300 cal. BC, au moment donc de l’apparition et de la généralisation des céréales de morphologie domestique sur le moyen Euphrate.

La troisième étape est celle de l’adoption et de la généralisation de la faucille courbe à insertion en épi. Nous n’avons pas pour ces périodes d’exemple de manche conservés : nos arguments proviennent donc uniquement des inserts et de la localisation des lustres et du bitume lorsqu’il est conservé. Cette troisième étape s’organise en deux temps. Le premier est celui de l’adoption de manches à insertion oblique. Dans la vallée du Balikh, l’insertion oblique est d’abord pratiquée avec des lames : des exemples sont connus dès la fin du PPNB moyen (?) à Sabi Abyad II (Astruc, 2004) et jusqu’à la fin du PPNB (Sabi Abyad I et II). Elle est ensuite pratiquée avec des éclats. Ce changement dans le mode d’emmanchement intervient donc dans le cadre strict de l’activité qu’est la moisson de céréales. L’exemple de la vallée du Balikh montre que l’adoption de l’insertion oblique est initialement indépendante du phénomène de simplification lithique observé dans cette région à partir de la fin du PPNB et du début du PN et correspond bien au premier temps de cette troisième étape.

du PPNB récent : une simplification des modes de production des assemblages en silex. Les savoir-faire bipolaires ne semblent plus faire l’objet d’une transmission suffisante au sein des villages et ils tendent à disparaître. Les implantations humanes se multipliant ainsi leurs assemblages lithiques complétant ainsi leurs productions domestiques souvent peu investies par des outillages de meilleure qualité en silex ou en obsidienne.

Nous sommes là, avec les faucilles à insertion oblique, devant une tradition technique qui se généralise car elle répond parfaitement à la fois à un besoin d’efficacité lors de la moisson de céréales et à un contexte technologique et social particulier : les faucilles peuvent être produites dans le cadre du village ou du hameau, sur des matériaux locaux avec un minimum d’investissement technique, dans un cadre domestique. Au PPNB récent, les céréales sont morphologiquement domestiquées et l’agriculture a une importance grandissante dans les communautés : les restes botaniques conservés et les éléments de faucille sont nombreux, les capacités de stockage s’accroissent (Astruc et Russel, sous presse).

Dès le Natoufien, l’emploi de faucilles a été interprété comme une réponse à un besoin d’efficacité : « It seems that the Natufians adopted the use of sickles for harvesting because of their need to maximize yield and minimize time, the reason being the limited availability of fields of wild stands » (Bar Yosef, 1998, p. 164-165).

Des champs de céréales sauvages peu étendus et dispersés, des plantes fragiles qui doivent être récoltées dans un court laps de temps, des conditions climatiques contraignantes auraient eu une influence sur l’adoption des faucilles au moment des toutes premières expériences agricoles. Les expériences de culture de champs de céréales sauvages en Europe initiées par G. Hillman ont permis d’estimer ce temps de récolte à environ une semaine (comm. G. Willcox in Ibañez et al., 1998 ; Willcox, 2009). Des moissons expérimentales ont été conduites pour tester différentes techniques de récolte et mieux documenter les gestes qui leur sont associés (Helmer, 1983 ; Anderson, 1999 ; Ibañez et al., 1998).

Nous proposons dans le cadre de cet article une approche bien plus particulière : un protocole expérimental dont le but est de déterminer quels sont les paramètres et les associations de paramètres qui favorisent le mieux l’efficacité de l’outil. Les expérimentations antérieures n’avaient pas tenté de pondérer l’influence de chacun des paramètres. Il s’agissait ainsi pour nous d’aller plus loin en cherchant à démêler ce qui relève lors de la moisson :

- d’une variabilité individuelle : les moissonneurs ayant plus ou moins d’expérience, un geste particulier, une cadence de coupe variable ou s’adaptant plus ou moins bien aux différents outils ;

- de la morphologie du manche : une courbure plus importante est-elle plus favorable à une coupe ?

<table>
<thead>
<tr>
<th>Opérateur</th>
<th>Manche</th>
<th>Matière première</th>
<th>Insertion</th>
<th>Longueur de coupe</th>
<th>Temps (minutes)</th>
<th>Nombre de coups</th>
<th>Nombre de tiges récoltées en 2 minutes</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td>1</td>
<td>1</td>
<td>1</td>
<td>-1</td>
<td>1</td>
<td>16.25</td>
<td>476</td>
<td>1400</td>
</tr>
<tr>
<td>2</td>
<td>-1</td>
<td>-1</td>
<td>-1</td>
<td>1</td>
<td>14.8</td>
<td>366</td>
<td>2280</td>
</tr>
<tr>
<td>3</td>
<td>-1</td>
<td>-1</td>
<td>-1</td>
<td>1</td>
<td>13.58</td>
<td>657</td>
<td>1690</td>
</tr>
<tr>
<td>4</td>
<td>-1</td>
<td>0</td>
<td>-1</td>
<td>1</td>
<td>9.92</td>
<td>382</td>
<td>1986</td>
</tr>
<tr>
<td>5</td>
<td>1</td>
<td>-1</td>
<td>-1</td>
<td>1</td>
<td>14.03</td>
<td>358</td>
<td>840</td>
</tr>
<tr>
<td>6</td>
<td>-1</td>
<td>1</td>
<td>1</td>
<td>1</td>
<td>14</td>
<td>562</td>
<td>989</td>
</tr>
<tr>
<td>7</td>
<td>-1</td>
<td>0</td>
<td>1</td>
<td>1</td>
<td>15</td>
<td>321</td>
<td>878</td>
</tr>
<tr>
<td>8</td>
<td>1</td>
<td>-1</td>
<td>1</td>
<td>1</td>
<td>15.33</td>
<td>419</td>
<td>1239</td>
</tr>
<tr>
<td>9</td>
<td>1</td>
<td>0</td>
<td>-1</td>
<td>1</td>
<td>18</td>
<td>476</td>
<td>1974</td>
</tr>
<tr>
<td>10</td>
<td>-1</td>
<td>-1</td>
<td>-1</td>
<td>1</td>
<td>11.63</td>
<td>471</td>
<td>1552</td>
</tr>
<tr>
<td>11</td>
<td>-1</td>
<td>1</td>
<td>1</td>
<td>-1</td>
<td>45</td>
<td>972</td>
<td>748</td>
</tr>
<tr>
<td>12</td>
<td>1</td>
<td>0</td>
<td>1</td>
<td>-1</td>
<td>17.57</td>
<td>495</td>
<td>1380</td>
</tr>
<tr>
<td>13</td>
<td>1</td>
<td>-1</td>
<td>1</td>
<td>-1</td>
<td>22</td>
<td>618</td>
<td>1294</td>
</tr>
<tr>
<td>14</td>
<td>1</td>
<td>-1</td>
<td>-1</td>
<td>-1</td>
<td>20</td>
<td>402</td>
<td>670</td>
</tr>
<tr>
<td>15</td>
<td>-1</td>
<td>-1</td>
<td>-1</td>
<td>-1</td>
<td>13</td>
<td>474</td>
<td>2291</td>
</tr>
<tr>
<td>16</td>
<td>1</td>
<td>-1</td>
<td>1</td>
<td>-1</td>
<td>19.92</td>
<td>533</td>
<td>724</td>
</tr>
<tr>
<td>17</td>
<td>-1</td>
<td>-1</td>
<td>1</td>
<td>-1</td>
<td>14.9</td>
<td>358</td>
<td>1230</td>
</tr>
<tr>
<td>18</td>
<td>-1</td>
<td>1</td>
<td>-1</td>
<td>1</td>
<td>11</td>
<td>526</td>
<td>1557</td>
</tr>
<tr>
<td>19</td>
<td>-1</td>
<td>0</td>
<td>-1</td>
<td>1</td>
<td>8.5</td>
<td>306</td>
<td>1874</td>
</tr>
<tr>
<td>20</td>
<td>1</td>
<td>-1</td>
<td>-1</td>
<td>1</td>
<td>17.25</td>
<td>495</td>
<td>1072</td>
</tr>
<tr>
<td>21</td>
<td>-1</td>
<td>-1</td>
<td>1</td>
<td>-1</td>
<td>13</td>
<td>496</td>
<td>1100</td>
</tr>
<tr>
<td>22</td>
<td>-1</td>
<td>1</td>
<td>-1</td>
<td>1</td>
<td>13.38</td>
<td>523</td>
<td>1522</td>
</tr>
<tr>
<td>23</td>
<td>-1</td>
<td>1</td>
<td>-1</td>
<td>1</td>
<td>10.17</td>
<td>441</td>
<td>1601</td>
</tr>
<tr>
<td>24</td>
<td>-1</td>
<td>1</td>
<td>-1</td>
<td>-1</td>
<td>10</td>
<td>436</td>
<td>1775</td>
</tr>
</tbody>
</table>


Table 1 – Experimental programme (established by S. Ducret). Parameters (codes infra) and quantification of efficiency. Experimenter 1 : K. Kayan ; -1 : L. Torchy. Haft 1 : haft no 1, straight ; -1 : haft no 3, curved ; 0 : haft no 2, intermediate curve. Raw material 1 : obsidian ; -1 : flint. Hafting -1 : oblique ; 1 : longitudinal. Length of the cutting edge 1 : 20 cm ; -1 : 15 cm.
- de la matière première de l'outil : le silex est-il plus efficace que l’obsidienne ou inversement ? ;
- de la longueur de tranchant : un tranchant plus long améliore-t-il les qualités de coupe d’une faucille ? ;
- de la position des inserts : l’insertion en épi ou parallèle au manche apporte-t-elle une meilleure qualité de coupe ?

**TEST EXPÉRIMENTAL**

Le protocole expérimental que nous avons construit découle directement de ces questions. Elles définissent, en effet, dans notre plan d’expérience, les paramètres d’entrée : 1) les moissonneurs ; 2) les types de manche ; 3) les matières premières des outils lithiques ; 4) les modes d’insertion des éléments lithiques ; 5) les longueurs de tranchant. Les paramètres de sortie qui permettent de juger de l’efficacité de tel ou tel instrument sont les suivants : 1) le temps de coupe ; 2) le nombre de coups de faucille donnés ; 3) le nombre de tiges coupées en deux minutes ; 4) le rendement évalué à partir du nombre de tiges coupées en deux minutes. Nous avons envisagé de peser la récolte mais ceci s’est avéré moins adapté aux conditions particulières d'expérimentation : conditions climatiques, arrachage des tiges, pollution par la terre, erreurs de calcul.

Le protocole est organisé sur le principe de l’orthogonalité : chaque modalité de chaque paramètre est mise en regard de chaque modalité des autres paramètres. Notre matrice d’expérience comporte vingt-quatre essais, soit la moitié du nombre d’essais nécessaires pour une approche classique globale (tabl. 1). Cette matrice comportant cinq paramètres d’entrée et trois paramètres de sortie a ensuite été traitée en utilisant trois méthodes statistiques complémentaires. Les analyses de variance ANOVA (tabl. 2, 5 et 7) permettent de savoir si une ou plusieurs variables dépendantes (disposées dans différentes lignes d’un tableau) sont en relation avec une ou plusieurs variables dites indépendantes (disposées dans différentes colonnes d’un tableau). Le modèle de la régression linéaire (tabl. 3, 6 et 8) permet de vérifier et quantifier l’influence de chaque facteur. Enfin, la méthode de la surface de réponse (tabl. 4, 9 et 10 ; fig. 3, 4 et 5), une interpolation polynomiale, permet d’étudier l’influence des paramètres sur les résultats et la manière dont ils interagissent.

Les modalités choisies pour les paramètres d’entrée ont été les suivantes. Les moissonneurs étaient deux :
un étudiant en doctorat de l’université de Toulouse - Le Mirail, L. Torchy (fig. 1b), qui n’avait jusque là aucune expérience de la moisson et K. Kayan, habitant du village de Kızılıkaya (fig. 1a) à la retraite qui a lui une pratique commune de cette activité avec une faucille en métal. Les deux moissonneurs ne se différencient donc pas seulement par leur expérience : ils n’ont pas notamment le même âge, la même forme

Fig. 1 – Paramètres d’entrée.
Fig. 1 – Parameters.
Les manches que nous avons utilisés sont en bois de différentes espèces et de différentes courbures : no 1 droit (fig. 1c : 1), no 2 de courbure intermédiaire (fig. 1c : 2), no 3 courbe (fig. 1c : 3). Ce dernier est une réplique réalisée par C. Bontemps d’un manche restitué à partir de la faucille de Halula dans la moyenne vallée de l’Euphrate (deuxième moitié du VIIIe millénaire av. J.-C. : Borrell et Molist, 2007).

Les inserts (fig. 1f) ont été fabriqués par J. Pelegrin dans une obsidienne parfaitement homogène et d’excellente qualité provenant de Kaletepe-Kömürçü (Göllü Dağı est, Cappadoce) et dans un silex sec, brun-jaune, parfois rubané, de texture opaque mudstone, légèrement rugueux, trouvé dans la vallée de l’Euphrate à proximité du site d’Akarçay Tepe (Birecik, Sud-Est anatolien). Les éléments de faucille utilisés ont des caractéristiques morphométriques similaires : qualité du bord, angulation, longueur/largeur/épaisseur des inserts. Nous avons constitué des tranchants de longueur de 15 et 20 cm pour tenter de discuter de l’influence de ce facteur. Les éléments lithiques ont été insérés parallèlement au tranchant (fig. 1d) ou en épi (fig. 1e).

L’expérimentation s’est tenue à Kızılkaya, à proximité du site Néolithique acéramique d’Aşıklı Höyük, en Cappadoce durant l’été 2009. Elle a été réalisée avec une équipe de l’université d’Istanbul. Nous avons opté pour une surface constante de champs de 30 m² (fig. 2, no 1). Les céréales coupées étaient du blé et de l’orge modernes cultivés en Cappadoce. Tous les tests ont été filmés (fig. 2, no 2) ce qui nous a permis de contrôler le temps de coupe et d’obtenir des informations sur le geste, sur la cadence et sur les difficultés rencontrées par les moissonneurs.

Les difficultés rencontrées lors de la mise en place de ce test expériméntal sont les suivantes. La densité de plantes était d’abord variable d’une parcelle à l’autre. Les céréales récoltées étaient de deux types différents : les caractéristiques mécaniques des tiges étaient donc différentes. La maturité des céréales a évolué entre les premières et les dernières coupes.

**RÉSULTATS**

**Analyse statistique**

Les résultats expérimentaux sont interprétés de diverses façons d’un paramètre de sortie à l’autre.

**Le temps de coupe**

Lors de l’expérimentation, il est apparu très vite que le temps de coupe nécessaire à la moisson des 30 m² ne constituerait pas le meilleur des paramètres de sortie car il varie largement d’un moissonneur à l’autre. Ceci a été confirmé par les résultats statistiques puisque quelle que soit la méthode employée, l’opérateur apparaît comme un paramètre important (tabl. 2-4, fig. 3). Plus intéressant, l’analyse de variance ANOVA (tabl. 2) a révélé que le type de matériau a également une influence importante sur le temps (cf. valeur faible de p, tabl. 2). Une analyse plus fine par la méthode de la régression linéaire montre, en fait, que la matière première de l’insert est le facteur qui a le plus d’influence sur le temps de coupe (tabl. 3) : l’opérateur vient ensuite ; puis la longueur de tranchant

---

**Fig. 2** – 1 : Le champ ; 2 : Des expérimentations filmées.

**Fig. 2** – 1 : Field; 2 : Filmed experiments.

---

**Fig. 3** – Évolution du temps de coupe en fonction de l’opérateur et du type de matériau. Opérateur 1 : K. Kayan ; - 1 : L. Torchy. Matière première 1 : obsidienne ; - 1 : silex.

**Fig. 3** – Evolution of the duration of cutting in relation to the harvester and the type of raw material. Harvester: 1: K. Kayan; -1, L. Torchy; Raw material 1: obsidian; -1: flint.
et le manche, moins influents ; le mode d’insertion des 
eléments lithiques n’ayant enfin que peu d’influence. La 
figure 3 représente la surface de réponse de la variation 
du temps en fonction de l’opérateur et du type de matière 
première (tabl. 4). Elle souligne un point important : le 
silex permet un temps de coupe plus réduit, et ceci, quel 
que soit l’opérateur.

**Le nombre de coups de faucille**

Le paramètre de sortie « nombre de coups de 
faucille » reflète le geste et la cadence. Le test ANOVA 
indique par la valeur élevée de p que ce paramètre de 
sortie est peu sensible aux différents facteurs influen-
çant le déroulement de l’expérimentation (tabl. 5). La 
méthode de régression linéaire montre, en revanche, 
que les paramètres les plus influents sont d’abord la 
courbure du manche, puis la longueur de tranchant et 
da matière première des inserts (tabl. 6). Il s’agit là 
de l’insertion oblique des éléments lithiques, la 
longueur de tranchant la plus importante (20 cm). La 
figure 5 montre l’évolution du rendement en fonction 
de la longueur de tranchant, du type d’insertion et de 
de la courbure du manche (tabl. 10).

**Le nombre de tiges coupées en deux minutes**

Le nombre de tiges coupées en deux minutes a été 
considéré comme le paramètre de sortie le plus 
significatif pour illustrer le rendement de la faucille. Il 
ous permet en outre de nous affranchir de l’in-
fluence que peut avoir l’usure de l’outil sur son efficacité. L’analyse de variance ANOVA (tabl. 7) 
indique que l’opérateur est le paramètre le plus 
important, un paramètre qui interagit avec tous les 
autres.

Le rendement est en outre très sensible à l’interac-
tion entre le type de manche et la matière première. La 
méthode de la régression linéaire (tabl. 8) montre les 
facteurs d’influence sur le rendement dans l’ordre décroissant : l’opérateur est suivi par le type de maté-
riaux, les trois autres facteurs ayant une influence plus 
limitée. Les éléments qui pour chaque paramètre sont 
les plus favorables à l’obtention d’un fort rendement 
son les suivants : L. Torchy, le silex, le manche courbe 
(n° 3), l’insertion oblique des éléments lithiques, la 
longueur de tranchant la plus importante (20 cm). La 
figure 5 montre l’évolution du rendement en fonction 
de la longueur de tranchant, du type d’insertion et de 
de la courbure du manche (tabl. 10).

L. Torchy est plus efficace que K. Kayan. Mais, la 
méthode de la surface de réponse (fig. 4, tabl. 9) 
complexe ce résultat en indiquant que le silex a une 
influence positive sur le rendement de l’outil indépen-
damment de l’opérateur ou de tout autre facteur. L. Torchy gagne en efficacité lorsque les inserts sont 
silex. Le rendement de K. Kayan est moins sensible 
aux type de matériau même si les outils en silex sont là 
saussi plus favorables.

<table>
<thead>
<tr>
<th>Source</th>
<th>Somme Carrés</th>
<th>d.f.</th>
<th>Moyenne Carrés</th>
<th>F</th>
<th>p</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td>Opérateur</td>
<td>47579,0413</td>
<td>1</td>
<td>47579,0413</td>
<td>1,7985</td>
<td>0,27239</td>
</tr>
<tr>
<td>Manche</td>
<td>4978,4971</td>
<td>2</td>
<td>2489,2485</td>
<td>0,094092</td>
<td>0,91278</td>
</tr>
<tr>
<td>Matière première</td>
<td>28171,424</td>
<td>1</td>
<td>28171,424</td>
<td>1,0649</td>
<td>0,37801</td>
</tr>
<tr>
<td>Insertion</td>
<td>5529,4529</td>
<td>1</td>
<td>5529,4529</td>
<td>0,20901</td>
<td>0,67862</td>
</tr>
<tr>
<td>Longueur de tranchant</td>
<td>28773,1416</td>
<td>1</td>
<td>28773,1416</td>
<td>1,0876</td>
<td>0,37365</td>
</tr>
<tr>
<td>Opérateur*Manche</td>
<td>38358,3641</td>
<td>2</td>
<td>19179,182</td>
<td>0,72496</td>
<td>0,55355</td>
</tr>
<tr>
<td>Opérateur*Matière première</td>
<td>61302,0882</td>
<td>1</td>
<td>61302,0882</td>
<td>2,3172</td>
<td>0,22532</td>
</tr>
<tr>
<td>Opérateur*Insertion</td>
<td>1702,663</td>
<td>1</td>
<td>1702,663</td>
<td>0,064359</td>
<td>0,81613</td>
</tr>
<tr>
<td>Opérateur*Longueur de tranchant</td>
<td>51578,4421</td>
<td>2</td>
<td>51578,4421</td>
<td>1,9456</td>
<td>0,25701</td>
</tr>
<tr>
<td>Manche*Matière première</td>
<td>59694,5861</td>
<td>2</td>
<td>29847,2931</td>
<td>1,1282</td>
<td>0,43117</td>
</tr>
<tr>
<td>Manche*Insertion</td>
<td>48725,3756</td>
<td>2</td>
<td>24362,6878</td>
<td>0,92089</td>
<td>0,48772</td>
</tr>
<tr>
<td>Manche*Longueur de tranchant</td>
<td>14563,2649</td>
<td>2</td>
<td>7281,6325</td>
<td>0,27524</td>
<td>0,7767</td>
</tr>
<tr>
<td>Matière première*Insertion</td>
<td>46360,1835</td>
<td>1</td>
<td>46360,1835</td>
<td>1,7524</td>
<td>0,27741</td>
</tr>
<tr>
<td>Matière première*Longueur de tranchant</td>
<td>1033,5005</td>
<td>1</td>
<td>1033,5005</td>
<td>0,039066</td>
<td>0,85595</td>
</tr>
<tr>
<td>Insertion*Longueur de tranchant</td>
<td>46192,1324</td>
<td>1</td>
<td>46192,1324</td>
<td>1,746</td>
<td>0,27811</td>
</tr>
<tr>
<td>Erreur</td>
<td>79366,587</td>
<td>3</td>
<td>26455,529</td>
<td></td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>Total</td>
<td>42789,958</td>
<td>23</td>
<td>18.565,459</td>
<td></td>
<td></td>
</tr>
</tbody>
</table>

Tabl. 5 – Test ANOVA : nombre de coups de faucille. 
Table 5 – ANOVA test: number of sickle strokes.

<table>
<thead>
<tr>
<th>Nombre de coups de faucille</th>
<th>Valeurs</th>
<th>+</th>
<th>-</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td>Manche</td>
<td>52,28</td>
<td>Droit</td>
<td>Courbe intermédiaire</td>
</tr>
<tr>
<td>Longueur de tranchant</td>
<td>-28,27</td>
<td>15 cm</td>
<td>20 cm</td>
</tr>
<tr>
<td>Matière première de l’insert</td>
<td>21,5</td>
<td>Obsidienne</td>
<td>Silex</td>
</tr>
<tr>
<td>Insertion</td>
<td>8,6</td>
<td>Longitudinal</td>
<td>Oblique</td>
</tr>
<tr>
<td>Opérateur</td>
<td>-5,7</td>
<td>L. Torchy</td>
<td>K. Kayan</td>
</tr>
</tbody>
</table>

Tabl. 6 – Régression linéaire : facteurs d’influence sur le nombre de coups de faucille dans l’ordre décroissant. 
Table 6 – Linear regression: impact of the different factors on the number of sickle strokes (decreasing order).
La méthode de la surface de réponse permet aussi de mettre en évidence le fait, et c’est important (fig. 5, tabl. 10), que la courbure du manche et l’insertion oblique ont une forte influence et que ces deux paramètres interagissent. La longueur de tranchant n’a en revanche que peu d’influence (cf. valeur faible de $\beta_3$) mais la gamme de variation de longueur que nous avons testée n’est peut-être pas suffisante.

En conclusion, ce test permet de déterminer quels sont les paramètres qui influent de manière significative sur les résultats :
- le facteur humain a une influence importante sur le nombre de tiges coupées en deux minutes ;
- la matière première des inserts d’une faucille a une influence significative sur l’efficacité lors de la coupe : le silex a des qualités de coupe supérieure à l’obsidienne (fig. 4, tabl. 9) ;
- l’interaction entre la courbure du manche et le mode d’insertion a ensuite le plus d’influence (tabl. 10). L’association entre un manche courbe et des inserts emmanchés en épi assure un meilleur rendement (nombre de tiges coupées en deux minutes) ;
- le nombre de coups de faucille donné pour moissonner un champ de même superficie est limité par le choix d’un manche courbe, d’une longueur de tranchant de 20 cm.

<table>
<thead>
<tr>
<th>Source</th>
<th>Somme Carrés</th>
<th>d.f.</th>
<th>Moyenne Carrés</th>
<th>F</th>
<th>Prob &gt; F</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td>Opérateur</td>
<td>618352,8503</td>
<td>1</td>
<td>618352,8503</td>
<td>152,8934</td>
<td>0,0011396</td>
</tr>
<tr>
<td>Manche</td>
<td>173859,3621</td>
<td>2</td>
<td>86929,6811</td>
<td>21,4942</td>
<td>0,016661</td>
</tr>
<tr>
<td>Matière première</td>
<td>128871,5427</td>
<td>1</td>
<td>128871,5427</td>
<td>31,8647</td>
<td>0,011003</td>
</tr>
<tr>
<td>Insertion</td>
<td>10185,667</td>
<td>1</td>
<td>10185,667</td>
<td>2,5185</td>
<td>0,21071</td>
</tr>
<tr>
<td>Longueur de tranchant</td>
<td>61132,8328</td>
<td>1</td>
<td>61132,8328</td>
<td>15,1156</td>
<td>0,030164</td>
</tr>
<tr>
<td>Opérateur*Manche</td>
<td>295437,3029</td>
<td>2</td>
<td>147718,6515</td>
<td>36,5248</td>
<td>0,007835</td>
</tr>
<tr>
<td>Opérateur*Matière première</td>
<td>70791,6534</td>
<td>1</td>
<td>70791,6534</td>
<td>17,5039</td>
<td>0,024886</td>
</tr>
<tr>
<td>Opérateur*Insertion</td>
<td>576878,4783</td>
<td>1</td>
<td>576878,4783</td>
<td>142,6385</td>
<td>0,0012626</td>
</tr>
<tr>
<td>Opérateur*Longueur de tranchant</td>
<td>361262,6925</td>
<td>1</td>
<td>361262,6925</td>
<td>89,3255</td>
<td>0,0025106</td>
</tr>
<tr>
<td>Matière première*Insertion</td>
<td>41917,2712</td>
<td>2</td>
<td>209588,1356</td>
<td>51,8226</td>
<td>0,0047181</td>
</tr>
<tr>
<td>Manche*Insertion</td>
<td>344714,2623</td>
<td>2</td>
<td>172357,1312</td>
<td>42,6169</td>
<td>0,0062695</td>
</tr>
<tr>
<td>Matière première*Longueur de tranchant</td>
<td>317381,7918</td>
<td>2</td>
<td>158690,8959</td>
<td>39,2378</td>
<td>0,0070655</td>
</tr>
<tr>
<td>Matière première*Opérateur</td>
<td>543932,3936</td>
<td>1</td>
<td>543932,3936</td>
<td>134,4922</td>
<td>0,001377</td>
</tr>
<tr>
<td>Insertion*Longueur de tranchant</td>
<td>166579,7394</td>
<td>1</td>
<td>166579,7394</td>
<td>41,1884</td>
<td>0,0076665</td>
</tr>
<tr>
<td>Opérateur<em>Matière première</em>Insertion</td>
<td>252413,875</td>
<td>1</td>
<td>252413,875</td>
<td>62,4116</td>
<td>0,0042274</td>
</tr>
<tr>
<td>Opérateur<em>Matière première</em>Longueur de tranchant</td>
<td>12133,0217</td>
<td>3</td>
<td>4044,3406</td>
<td></td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>Total</td>
<td>5219044</td>
<td>23</td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
</tr>
</tbody>
</table>

Tabl. 7 – Test ANOVA : rendement (nombre de tiges coupées en deux minutes).  
Table 7 – ANOVA test: efficiency (number of stems cut in two minutes).

<table>
<thead>
<tr>
<th>Ordre d’influence</th>
<th>Valeurs +</th>
<th>-</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td>Opérateur</td>
<td>-179,6 L. Torchy</td>
<td>K. Kayan</td>
</tr>
<tr>
<td>Matière première des inserts</td>
<td>-124 Silex</td>
<td>Obsidienne</td>
</tr>
<tr>
<td>Manche</td>
<td>-87,2 Courbe</td>
<td>Courbure intermédiaire</td>
</tr>
<tr>
<td>Insertion</td>
<td>-76 Oblique</td>
<td>Longitudinale</td>
</tr>
<tr>
<td>Longueur de tranchant</td>
<td>69 20 cm</td>
<td>15 cm</td>
</tr>
</tbody>
</table>

Tabl. 8 – Régression linéaire : facteurs d’influence sur le rendement (nombre de tiges coupées en deux minutes) dans l’ordre décroissant.  
Table 8 – Linear regression: impact of the different factors on the number of stems cut in two minutes (decreasing order).

La méthode de la surface de réponse permet aussi de mettre en évidence le fait, et c’est important (fig. 5, tabl. 10), que la courbure du manche et l’insertion oblique ont une forte influence et que ces deux paramètres interagissent. La longueur de tranchant n’a en revanche que peu d’influence (cf. valeur faible de $\beta_3$) mais la gamme de variation de longueur que nous avons testée n’est peut-être pas suffisante.

En conclusion, ce test permet de déterminer quels sont les paramètres qui influent de manière significative sur les résultats :
- le facteur humain a une influence importante sur le nombre de tiges coupées en deux minutes ;
- la matière première des inserts d’une faucille a une influence significative sur l’efficacité lors de la coupe : le silex a des qualités de coupe supérieure à l’obsidienne (fig. 4, tabl. 9) ;
- l’interaction entre la courbure du manche et le mode d’insertion a ensuite le plus d’influence (tabl. 10). L’association entre un manche courbe et des inserts emmanchés en épi assure un meilleur rendement (nombre de tiges coupées en deux minutes) ;
- le nombre de coups de faucille donné pour moissonner un champ de même superficie est limité par le choix d’un manche courbe, d’une longueur de tranchant de 20 cm.

Fig. 4 – Évolution du nombre de tiges coupées en deux minutes en fonction de l’opérateur et du type de matériau. Opérateur 1 : K. Kayan ; -1 : L. Torchy; Matière première 1 : obsidienne ; -1 : silex.

Tabl. 9 – Facteurs d’influence.  
Table 9 – Impact and interaction of two factors: harvester and raw material.
Utilité et maniabilité

L’appréciation d’un « bon » outil peut être évaluée en termes d’efficacité ce qui recouvre à la fois les notions d’utilité (adéquation à la tâche) et de maniabilité (performance dans la réalisation de la tâche, satisfaction que procure l’utilisation de l’objet et facilité d’apprentissage). L’expérimentation a été faite exclusivement sur un des modes supposés de récolte : la coupe près du sol. Nous avons interrogé à l’issue de la moisson nos deux opérateurs pour recueillir leur appréciation. Tous deux ont indiqué que chaque type de faucille était utilisable. Les performances des manches ont pu être évaluées par une simple notation proposée par K. Kayan. Le manche n° 1 (droit), le manche n° 2 (de courbure intermédiaire) et le manche n° 3 (courbe) ont été classés respectivement par K. Kayan 20/50/100, et par L. Torchy 20/70/100. K. Kayan n’a pas adapté son geste à la morphologie du manche. Il a utilisé les trois manches de la même manière dans un geste transversal simple en ramenant la faucille vers lui. Ce geste est le même que celui qu’il utilise avec sa faucille moderne en métal. Il s’agit d’une coupe réalisée très près du sol qui conduit en général à un nombre important de tiges arrachées. En revanche, L. Torchy, tout en indiquant que la courbure du manche augmente l’efficacité et réduit la fatigue, a noté qu’il avait naturellement adopté un geste différent en fonction de la courbure du manche. Son geste se rapproche de celui de K. Kayan lorsqu’il utilise un manche droit. La courbure du manche lui permet d’adopter un geste plus complexe : de rassembler une gerbe plus importante de céréales et de couper l’ensemble avec un mouvement semi-circulaire et transversal. La coupe ici réalisée est une coupe basse mais dans une position plus haute que lorsque K. Kayan moissonne. Une coupe qui provoque moins d’arrachage et permet de mieux utiliser les qualités de coupe des manches n° 2 et 3.

K. Kayan ne perçoit pas de différence entre les deux types d’insertion, entre les deux matières premières et entre les deux longueurs de tranchant. L. Torchy ne perçoit pas non plus de différence entre une longueur de 15 ou 20 cm et l’usage cela au fait qu’il ne se sert vraiment que de la partie médiane du tranchant. L. Torchy insiste sur le fait que les inserts doivent dépasser suffisamment du manche et ceci notamment lors de l’insertion parallèle. Il estime que les inserts obliques sont probablement plus efficaces que les inserts parallèles. Mais, il insiste surtout sur la différence entre inserts en silex et en obsidienne : l’obsidienne semble plus efficace en tout début de test mais perd de son efficacité plus rapidement que le silex. Nos deux moissonneurs ont donc une appréciation assez similaire de la maniabilité des manches. K. Kayan a toutefois plus de difficulté à apprécier les paramètres qui influent sur la qualité de coupe (matière première, longueur de tranchant, insertion). Ceci est dû non seulement au fait que le geste qu’il emploie permet moins de profiter des qualités de coupe distinctes des faucilles mais aussi au fait qu’il était moins familier et donc peut-être moins attentif que L. Torchy aux principes de l’expérience. L’apprentissage a été pour L. Torchy rapide quel que soit le manche considéré.

Usure de l’outil, une différence entre inserts en obsidienne et inserts en silex


<table>
<thead>
<tr>
<th></th>
<th></th>
<th></th>
<th></th>
<th></th>
<th></th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td>β0</td>
<td>β1</td>
<td>β2</td>
<td>β3</td>
<td>β4</td>
<td>β5</td>
</tr>
<tr>
<td>1426,63</td>
<td>84,45</td>
<td>90,11</td>
<td>62,45</td>
<td>116,61</td>
<td>30,67</td>
</tr>
</tbody>
</table>

Tabl. 10 – Facteurs d’influence sur le nombre de tiges coupées en deux minutes.

Table 10 – Impact on the number of stems cut in two minutes.
### Tab. 11 – Relevé des écailles sur les inserts en obsidienne et en silex.

*Table 11 – Scaling on the edge of inserts made of obsidian and flint.*

<table>
<thead>
<tr>
<th>Silex</th>
<th>Opérateur</th>
<th>Manche</th>
<th>Insertion</th>
<th>Position des inserts</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td></td>
<td>K. Kayan</td>
<td>L. Torchy</td>
<td>Droit</td>
<td>Intermédiaire</td>
</tr>
<tr>
<td>Transversale</td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
<td></td>
</tr>
<tr>
<td>Orientation</td>
<td>0,68</td>
<td>0,7</td>
<td>0,62</td>
<td>0,64</td>
</tr>
<tr>
<td>Oblique</td>
<td>0,18</td>
<td>0,3</td>
<td>0,29</td>
<td>0,29</td>
</tr>
<tr>
<td>Absent</td>
<td>0,14</td>
<td>0</td>
<td>0,1</td>
<td>0,07</td>
</tr>
<tr>
<td>Type</td>
<td>0,36</td>
<td>0,6</td>
<td>0,48</td>
<td>0,57</td>
</tr>
<tr>
<td>DL</td>
<td>0,14</td>
<td>0,1</td>
<td>0,14</td>
<td>0,07</td>
</tr>
<tr>
<td>DLP</td>
<td>0,36</td>
<td>0,3</td>
<td>0,29</td>
<td>0,29</td>
</tr>
<tr>
<td>DLP MP</td>
<td>0,14</td>
<td>0</td>
<td>0,1</td>
<td>0,07</td>
</tr>
<tr>
<td>Orientation</td>
<td>0,36</td>
<td>0,9</td>
<td>0,95</td>
<td>0,71</td>
</tr>
<tr>
<td>Oblique</td>
<td>0,14</td>
<td>0</td>
<td>0,14</td>
<td>0,07</td>
</tr>
<tr>
<td>Absent</td>
<td>0,14</td>
<td>0</td>
<td>0,05</td>
<td>0,07</td>
</tr>
<tr>
<td>Type</td>
<td>0,36</td>
<td>0,6</td>
<td>0,33</td>
<td>0,57</td>
</tr>
<tr>
<td>Obsidienne</td>
<td>0,14</td>
<td>0</td>
<td>0,14</td>
<td>0,07</td>
</tr>
<tr>
<td>Orientation</td>
<td>0,56</td>
<td>0,7</td>
<td>0,8</td>
<td>0,38</td>
</tr>
<tr>
<td>Oblique</td>
<td>0,44</td>
<td>0,3</td>
<td>0,2</td>
<td>0,63</td>
</tr>
<tr>
<td>Type</td>
<td>0,06</td>
<td>0</td>
<td>0,05</td>
<td>0,13</td>
</tr>
<tr>
<td>C</td>
<td>0,31</td>
<td>0,4</td>
<td>0,05</td>
<td>0,25</td>
</tr>
<tr>
<td>DLP</td>
<td>0,5</td>
<td>0,6</td>
<td>0,15</td>
<td>0,13</td>
</tr>
<tr>
<td>DLP P</td>
<td>0,13</td>
<td>0,3</td>
<td>0,15</td>
<td>0,5</td>
</tr>
<tr>
<td>DLP MP</td>
<td>0,1</td>
<td>0,1</td>
<td>0,15</td>
<td>0,17</td>
</tr>
<tr>
<td>Orientation</td>
<td>0,19</td>
<td>0,5</td>
<td>0,35</td>
<td>0,35</td>
</tr>
<tr>
<td>Oblique</td>
<td>0,06</td>
<td>0</td>
<td>0,05</td>
<td>0,04</td>
</tr>
<tr>
<td>Absent</td>
<td>0,31</td>
<td>0,3</td>
<td>0,2</td>
<td>0,5</td>
</tr>
<tr>
<td>Type</td>
<td>0,06</td>
<td>0</td>
<td>0,05</td>
<td>0,04</td>
</tr>
<tr>
<td>DLP</td>
<td>0,25</td>
<td>0,1</td>
<td>0,15</td>
<td>0,04</td>
</tr>
<tr>
<td>DLP P</td>
<td>0,06</td>
<td>0</td>
<td>0,08</td>
<td>0,08</td>
</tr>
<tr>
<td>DLP MP</td>
<td>-</td>
<td>0,1</td>
<td>0,05</td>
<td>0,08</td>
</tr>
<tr>
<td>Orientation</td>
<td>0,31</td>
<td>0,7</td>
<td>0,7</td>
<td>0,5</td>
</tr>
<tr>
<td>Oblique</td>
<td>0,69</td>
<td>0,3</td>
<td>0,3</td>
<td>0,5</td>
</tr>
<tr>
<td>Absent</td>
<td>-</td>
<td>-</td>
<td>-</td>
<td>-</td>
</tr>
</tbody>
</table>

<table>
<thead>
<tr>
<th>Continuité</th>
<th>Alignés</th>
<th>Isolés</th>
<th>Absent</th>
</tr>
</thead>
<tbody>
<tr>
<td>K. Kayan</td>
<td>0,32</td>
<td>0,55</td>
<td>0,14</td>
</tr>
<tr>
<td>L. Torchy</td>
<td>0,4</td>
<td>0,6</td>
<td>0</td>
</tr>
<tr>
<td>Alignés</td>
<td>0,31</td>
<td>0,7</td>
<td>0,59</td>
</tr>
<tr>
<td>Isolés</td>
<td>0,69</td>
<td>0,3</td>
<td>0,43</td>
</tr>
<tr>
<td>Absent</td>
<td>-</td>
<td>-</td>
<td>-</td>
</tr>
</tbody>
</table>

Tableau 11 – Scaling on the edge of inserts made of obsidian and flint.
Écaillage

Les écaillures localisées en zones proximale, méssiale et distale des inserts ont été relevées à un grossissement de x 10. La continuité, le développement, la morphologie, la localisation et l'orientation des écaillures ont été mis en relation, par le calcul d'un coefficient avec les paramètres d’entrée que sont les moissonneurs, le manche, l’insertion des éléments et la position de l’insert dans le manche. Ce relevé systématique permet de dresser un tableau de synthèse sur la fragilité des inserts en obsidienne et en silex utilisés pour la moisson (tabl. 11).

Or, la fragilité des tranchants est significativement plus importante pour l’obsidienne (fig. 6a) que pour le silex (fig. 6b). Dans un cas comme dans l’autre, les écaillures sont très majoritairement d’orientation transversale. Les enlèvements obliques au tranchant sont toutefois plus fréquents sur obsidienne que sur silex.

Les types d’écaillures et leur distribution indiquent que le silex, contrairement à l’obsidienne, est un matériau qui ne s’écaille que dans les zones de contraintes maximum. L’absence d’enlèvement n’est d’abord signalée que pour le silex : soit sur les inserts situés à l’extrémité distale du tranchant, soit, dans une moindre mesure, à l’extrémité proximale de celui-ci. Lorsque l’on considère les cinq types d’écaillures – demi-lune (DL), demi-lune pennée (DLP), demi-lune pennée perlée (DLPP), demi-lune pennée micro-perlée (DLPMP), conchoïdal (C) –, on constate ensuite que : - sur obsidienne, ils sont en majorité de type demi-lune pennée et parfois perlé ou micro-perlé. Il s’agit donc de fractures par flexion et de fractures de faible largeur et extension dues au glissement des tiges sur le tranchant ; - sur le silex, ils sont en demi-lune et demi-lune pennée puis plus rarement de type conchoïdal. Les écaillures perlées et micro-perlées (écaillures juxtaposées de faible extension) sont, quant à elles, plus exceptionnelles.

On note assez fréquemment sur les inserts les plus fragiles, donc en obsidienne mais aussi dans une moindre mesure en silex, la présence d’une écaillure en demi-lune marquée à la jonction de l’insert avec la colle d’emmanchement. Cet endommagement est plus fréquent lorsqu’il s’agit d’emmanchement en épi. Il découle d’une usure localement transversale quand les tiges s’accumulent à cet endroit au moment de la coupe. Des enlèvements axiaux burinant à l’extrémité des inserts ont enfin été observés sur obsidienne et non sur silex. Enfin, et c’est intéressant de le noter, les contraintes exercées sur les inserts ne sont pas les mêmes dans le cas d’une insertion longitudinale ou oblique. Ce constat a été possible en examinant le degré de continuité de l’écaillage sur les inserts en silex : avec les insertions longitudinales, il existe un vrai équilibre entre écaillures alignées et isolées tandis qu’avec une insertion en épi, le coefficient d’écaillures alignées par rapport aux enlèvements isolés est faible. Ces différences de contraintes ne sont, en revanche, que peu perceptibles sur obsidienne à cause de la fragilité du matériau.

Émoussé

En ce qui concerne les endommagements par abrasion, les observations macro- et microscopiques ont montré des émoussés du fil du tranchant et des abrasions des zones usées de développement variable d’un test à l’autre. Ces endommagements sont plus sévères pour l’obsidienne qui a tendance à s’émousser plus rapidement. Des variations d’émoussé sont observées selon la position de l’insert dans le manche et le geste employé. Les degrés d’abrasion les plus importants sont observés sur les outils utilisés lors de quatre des cinq tests réalisés par K. Kayan et lors d’un des cinq tests réalisés par L. Torchy.

Pour illustrer les variations d’abrasion visibles sur les inserts, nous proposons deux exemples extrêmes (fig. 7) : a) un insert portant de l’écaillage, une striation abondante, une très légère abrasion de surface ; b) un insert portant de l’écaillage, une abrasion de surface importante et un émoussé du fil du tranchant. Les variations dans le degré d’abrasion des inserts sont liées...
CONCLUSION

Les résultats de notre expérimentation ont souligné l'importance qui a le facteur humain joue de la réalisation d'une activité technique. C'est pour cela que nous avons choisi des moissonneurs qui ne se différenciaient pas seulement du point de vue technique mais aussi en termes de français et de geste employé. Le travail de moisson dans les sociétés traditionnelles qui sont de plus en plus de temps, puisqu'on sait qu'il est toujours un effort important, met en évidence le fait que la matière première des insert de faucilles est un facteur important. L'importance de la matière première de faucilles en obsidienne, perceptibles à l'œil nu, et les analyses fonctionnelles sur les assemblages en verre volcanique ne doivent pas être négligées.

Les résulats de nos expériences ont montré que le gisement de faucilles en obsidienne est le plus important. L'importance de la matière première de faucilles en obsidienne, perceptibles à l'œil nu, et les analyses fonctionnelles sur les assemblages en verre volcanique ne doivent pas être négligées.

La conclusion de cette synthèse des résultats concerne la morphologie de la faucille relative aux contraintes générées par l'utilisation lors de la moisson. L'essentiel du matériel (le silex correspond à moins de 0,2%) dans le second cas, est majoritairement représenté par des inserts en silex. Nous avons choisi un modèle de faucille en obsidienne pour examiner les paramètres d'efficacité et de combinaison dans le champ, etc. (Paillet, 2002, chapitre 1).

Nous avons choisi un modèle de faucille en obsidienne pour examiner les paramètres d'efficacité et de combinaison dans le champ, etc. (Paillet, 2002, chapitre 1). Nous avons observé que le silex a des qualités de coupe supérieures à l'obsidienne dans le cadre de cette activité. Notons que le nombre de coupes portées pour moissonner un champ de céréales (facultatif en taille) dépend de la morphologie de la faucille. La morphologie de la faucille est donc un facteur déterminant de l'efficacité de la faucille. Nous avons observé que le silex a des qualités de coupe supérieures à l'obsidienne dans le cadre de cette activité. Notons que le nombre de coupes portées pour moissonner un champ de céréales (facultatif en taille) dépend de la morphologie de la faucille. La morphologie de la faucille est donc un facteur déterminant de l'efficacité de la faucille.

Après l'opérateur, c'est la matière première des insertes qui détermine la morphologie de la faucille. Nous avons observé que le silex a des qualités de coupe supérieures à l'obsidienne dans le cadre de cette activité. Notons que le nombre de coupes portées pour moissonner un champ de céréales est facultatif en taille.

Après l'opérateur, c'est la matière première des insertes qui détermine la morphologie de la faucille. Nous avons observé que le silex a des qualités de coupe supérieures à l'obsidienne dans le cadre de cette activité. Notons que le nombre de coupes portées pour moissonner un champ de céréales est facultatif en taille.

Nous avons observé que le silex a des qualités de coupe supérieures à l'obsidienne dans le cadre de cette activité. Notons que le nombre de coupes portées pour moissonner un champ de céréales est facultatif en taille.

Après l'opérateur, c'est la matière première des insertes qui détermine la morphologie de la faucille. Nous avons observé que le silex a des qualités de coupe supérieures à l'obsidienne dans le cadre de cette activité. Notons que le nombre de coupes portées pour moissonner un champ de céréales est facultatif en taille.

Après l'opérateur, c'est la matière première des insertes qui détermine la morphologie de la faucille. Nous avons observé que le silex a des qualités de coupe supérieures à l'obsidienne dans le cadre de cette activité. Notons que le nombre de coupes portées pour moissonner un champ de céréales est facultatif en taille.

Après l'opérateur, c'est la matière première des insertes qui détermine la morphologie de la faucille. Nous avons observé que le silex a des qualités de coupe supérieures à l'obsidienne dans le cadre de cette activité. Notons que le nombre de coupes portées pour moissonner un champ de céréales est facultatif en taille.

Après l'opérateur, c'est la matière première des insertes qui détermine la morphologie de la faucille. Nous avons observé que le silex a des qualités de coupe supérieures à l'obsidienne dans le cadre de cette activité. Notons que le nombre de coupes portées pour moissonner un champ de céréales est facultatif en taille.

Après l'opérateur, c'est la matière première des insertes qui détermine la morphologie de la faucille. Nous avons observé que le silex a des qualités de coupe supérieures à l'obsidienne dans le cadre de cette activité. Notons que le nombre de coupes portées pour moissonner un champ de céréales est facultatif en taille.

Après l'opérateur, c'est la matière première des insertes qui détermine la morphologie de la faucille. Nous avons observé que le silex a des qualités de coupe supérieures à l'obsidienne dans le cadre de cette activité. Notons que le nombre de coupes portées pour moissonner un champ de céréales est facultatif en taille.

Après l'opérateur, c'est la matière première des insertes qui détermine la morphologie de la faucille. Nous avons observé que le silex a des qualités de coupe supérieures à l'obsidienne dans le cadre de cette activité. Notons que le nombre de coupes portées pour moissonner un champ de céréales est facultatif en taille.

Après l'opérateur, c'est la matière première des insertes qui détermine la morphologie de la faucille. Nous avons observé que le silex a des qualités de coupe supérieures à l'obsidienne dans le cadre de cette activité. Notons que le nombre de coupes portées pour moissonner un champ de céréales est facultatif en taille.

Après l'opérateur, c'est la matière première des insertes qui détermine la morphologie de la faucille. Nous avons observé que le silex a des qualités de coupe supérieures à l'obsidienne dans le cadre de cette activité. Notons que le nombre de coupes portées pour moissonner un champ de céréales est facultatif en taille.

Après l'opérateur, c'est la matière première des insertes qui détermine la morphologie de la faucille. Nous avons observé que le silex a des qualités de coupe supérieures à l'obsidienne dans le cadre de cette activité. Notons que le nombre de coupes portées pour moissonner un champ de céréales est facultatif en taille.

Après l'opérateur, c'est la matière première des insertes qui détermine la morphologie de la faucille. Nous avons observé que le silex a des qualités de coupe supérieures à l'obsidienne dans le cadre de cette activité. Notons que le nombre de coupes portées pour moissonner un champ de céréales est facultatif en taille.

Après l'opérateur, c'est la matière première des insertes qui détermine la morphologie de la faucille. Nous avons observé que le silex a des qualités de coupe supérieures à l'obsidienne dans le cadre de cette activité. Notons que le nombre de coupes portées pour moissonner un champ de céréales est facultatif en taille.

Après l'opérateur, c'est la matière première des insertes qui détermine la morphologie de la faucille. Nous avons observé que le silex a des qualités de coupe supérieures à l'obsidienne dans le cadre de cette activité. Notons que le nombre de coupes portées pour moissonner un champ de céréales est facultatif en taille.

Après l'opérateur, c'est la matière première des insertes qui détermine la morphologie de la faucille. Nous avons observé que le silex a des qualités de coupe supérieures à l'obsidienne dans le cadre de cette activité. Notons que le nombre de coupes portées pour moissonner un champ de céréales est facultatif en taille.

Après l'opérateur, c'est la matière première des insertes qui détermine la morphologie de la faucille. Nous avons observé que le silex a des qualités de coupe supérieures à l'obsidienne dans le cadre de cette activité. Notons que le nombre de coupes portées pour moissonner un champ de céréales est facultatif en taille.

Après l'opérateur, c'est la matière première des insertes qui détermine la morphologie de la faucille. Nous avons observé que le silex a des qualités de coupe supérieures à l'obsidienne dans le cadre de cette activité. Notons que le nombre de coupes portées pour moissonner un champ de céréales est facultatif en taille.

Après l'opérateur, c'est la matière première des insertes qui détermine la morphologie de la faucille. Nous avons observé que le silex a des qualités de coupe supérieures à l'obsidienne dans le cadre de cette activité. Notons que le nombre de coupes portées pour moissonner un champ de céréales est facultatif en taille.

Après l'opérateur, c'est la matière première des insertes qui détermine la morphologie de la faucille. Nous avons observé que le silex a des qualités de coupe supérieures à l'obsidienne dans le cadre de cette activité. Notons que le nombre de coupes portées pour moissonner un champ de céréales est facultatif en taille.

Après l'opérateur, c'est la matière première des insertes qui détermine la morphologie de la faucille. Nous avons observé que le silex a des qualités de coupe supérieures à l'obsidienne dans le cadre de cette activité. Notons que le nombre de coupes portées pour moissonner un champ de céréales est facultatif en taille.
et les phases moyenne et récente du même site, l’emploi exclusif de faucille à emmancement longitudinal en silex.

Plusieurs commentaires peuvent être faits à propos des trois étapes majeures dans l’évolution des faucilles identifiées entre 12000 et 7000 avant J.-C. Dès les premières expériences agricoles, des manches à inser
tes multiples emmanchés longitudinallement (étape 1) appor
tent une efficacité importante lors de la moisson et cela même si les manches sont droits. L’augmenta
tion progressive au cours du PPNB de la courbure du manche (étape 2) est une évolution importante car elle a un rôle non négligeable sur la cadence et sur le geste du moissonneur. Une courbure du manche associée avec une longueur de tranchant suffisante (d’au moins 20 cm) réduit le nombre de coups de faucille donnés et facilite la coupe par l’emploi d’un geste qui permet de rassembler un nombre de tiges important. Notre expérimentation montre bien que les caractéristiques
de la faucille de Halula sont plus favorables à la coupe que celle de Nahal Hemar. Enfin, nous avons démontré qu’un manche courbe et des inserts emmanchés en épi assurent la meilleure efficacité (étape 3). Or, les faucilles constituées d’un manche courbe à insertion oblique se généralisent au Levant nord à partir du PPNB récent, de l’Oronte à l’ouest au Sinjar à l’est au
moment de la généralisation massive de l’agriculture.

Le modèle que nous venons de présenter paraît donc fonctionner pour la région concernée: l’évolution des faucilles en Syrie du Nord est liée à une recherche d’effi
cacité de l’outil, mais, sans doute pas seulement à cela. Au PPNB récent, l’adoption des faucilles courbes à inser
tion oblique dans une aire géographique si large n’est pas seulement liée à une recherche d’efficacité des faucilles, à l’exploitation de céréales domestiques, à l’organisation de la moisson, du traitement des produits primaires et secondaires qui en sont issus et de leur stockage. Elle est liée à une modification profonde des sociétés néolithiques à la fin du VIIIe millénaire av. J.-C., à des changements importants dans la spécialisation technique des productions lithiques, à une réorganisation des activités au sein des communautés et dans la participation de ces dernières dans les réseaux d’échange (Astruc et Russel, sous presse). Tout ceci démontre que les modifications apor
tées aux outils agricoles ne peuvent être interprétées sans examiner en détail le contexte social dans lesquels ils apparaissent. Ce constat vaut d’ailleurs pour les faucilles, comme pour les houes (Ibañez et al., 1998) et le tribulum (Anderson, 2006). Le modèle fonctionne en outre peut-être dans cette région mais il n’est pas nécessairement exportable. À Chypre, par exemple, de la fin du IXe millénaire av. J.-C. au VIIe millénaire av. J.-C., du Néolithique acérámique à la Culture de Sotira, les faucilles composées appartiennent très majoritairement à la tradition à inser
tion longitudinale (Guillaume et al., 2011; Astruc, 2002). Or, pendant un laps de temps relativement court au VIIIe millénaire av. J.-C., des faucilles à insertion oblique ont été reconnues (supra, phase ancienne B : Briois, 2011; Mac Cartney et Todd, 2005). Traditions, emprunts et transferts techniques ont ici sans doute une influence bien plus importante qu’une quelconque recherche d’efficacité.

Remerciements : Ce travail a été effectué dans le cadre du programme blanc de l’Agence nationale de la recherche « Obsidians, Technical and Social practices in Anatolia » (ANR-08-BLAN-0318-CD9) dirigé par L. Astruc (CNRS, IFEA, Istanbul). Ce programme s’est effectué en collaboration avec le département de Préhis
toire de l’université d’Istanbul et le Laboratoire de trigo
logie et de dynamique des surfaces de l’École centrale de Lyon. L’expérimentation a été conduite à Aşklı Höyük (Istanbul University Research Fund, projet no : 3343, 6647, 15794) avec la permission du département de la Culture et des Musées du ministère de la Culture. Nous remercions l’ensemble de ces institutions. L’expérimenta
tion n’aurait pas été possible sans le soutien de M. Özbaşaran et l’aide des habitants du village de Kızılıkaya et des membres de la fouille d’Aşklı Höyük. Nos remerciements vont en particulier à N. Kayan, Y. Dedé, Y. Kocayaz et G. Duru. Nous devons également remercier F. Borrell, J. Ibañez Estevez et M. Molist qui nous ont gracieusement fourni les matières premières. Les collections expérimentales de l’« Obsidian Use Project » qui ont trait à la taille ont été mises à disposition des étudiants de l’université d’Istanbul. Ils comportent, outre le référentiel de la moisson, une collection de référence inédite et de premier ordre pour la distinction des stigmates de taille par percussion indirecte, par pres
sion et par percussion à la pierre tendre mise en place par J. Pelegrin qui devrait faire l’objet d’une publication par les membres de l’OUP. Rozalía Christidou doit ici être remerciée pour l’attention qu’elle a bien voulu porter à la relecture de cet article.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

ANDERSON P. C. (1983) – A Consideration of the Uses of Certain Backed and “Lastrid” Stone Tools from Late Mesolithic and Natufian Levels of Abu Hureyra and Mureybet, Syria, in M.-C. Cauvin (dir.), Traces d’utilisation sur les outils néolithiques du Proche-Orient, actes de la table ronde (Lyons, juin 1982), Lyon, Maison de l’Orient médi
terranéen (TMO, 5), p. 77-98.


scopical and Experimental Data, Poster presented at XVII. Kazı, Araştirma ve Arkeometri Toplantısı, Ankara.


Laurence ASTRUC
USR 3131, Institut français d’études anatoliennes
Nuru Ziya Sokak, 10 P.K. 54
34433 Beyoğlu, Istanbul, Turquie
laurence.astruc@laposte.net

Mohamed BEN TKAYA
UMR 5513, Laboratoire de tribologie et dynamique des systèmes, Université de Lyon,
École nationale d’ingénieurs de Saint-Étienne,
École centrale de Lyon
36, avenue Guy-de-Collongue, 69131 Écully
Mohamed.Ben-Tkaya@ec-lyon.fr

Loïc TORCHY
UMR 5608 « TRACES »
Université de Toulouse – Le Mirail,
Maison de la Recherche
5, allées Antonio-Machado
31058 Toulouse cédex 9
ltorchy@laposte.net

Christophe BONTEMPS
Résidence Cours du Parc
45, cours du Parc, 21000 Dijon
bontemps.c@wanadoo.fr

Stéphane DUCRET
TRACEDGE, Cercle des Officiers
13, place de Verdun, BP 284
38009 Grenoble cédex 1
stephane.ducret@traceedge.com

Ciler ALTBİLEK, Semra BALCI,
Nurcan KAYCAN, Nejla KURT,
Olgaç ORAL, Özgür TOPRAK,
Mihriban ÖZBAŞARAN
Istanbul Üniversitesi, Edebiyat Fakültesi
Arkeoloji Bölümü, Prehistorya Anabilim Dalı
Ordu Cadesi, Lalêli
34134 Fatih, Istanbul, Turquie
cileraltibilek@gmail.com
semra_yildirim@yahoo.com
nurcan_kaycan@yahoo.com
nejkurt@gmail.com
olgac69@hotmail.com
ozgurtoprak07@gmail.com
ozbasaran.mihriban@gmail.com

Bernard GASSIN
UMR 6130 « CEPAM »
Université de Nice - Sophia Antipolis
24, avenue des Diabyles-Bleus
06357 Nice cedex 4
bgassin@libertysurf.fr

K. KAYAN
Kızılıkaya, Gülüşat
Aksaray, Turquie

Jacques PELEGRIN
UMR 7055 « Préhistoire et Technologie »
Maison de l’Archéologie et de l’Ethnologie
21, allée de l’Université, 92023 Nanterre cedex
jacques.pelegrin@mae.u-paris10.fr

Amelia RODRÍGUEZ RODRÍGUEZ
Universidad de Las Palmas de Gran Canaria
Departamento de Ciencias Históricas
35001, Las Palmas de Gran Canaria, Espagne
aro randez@dch.ulpgc.es