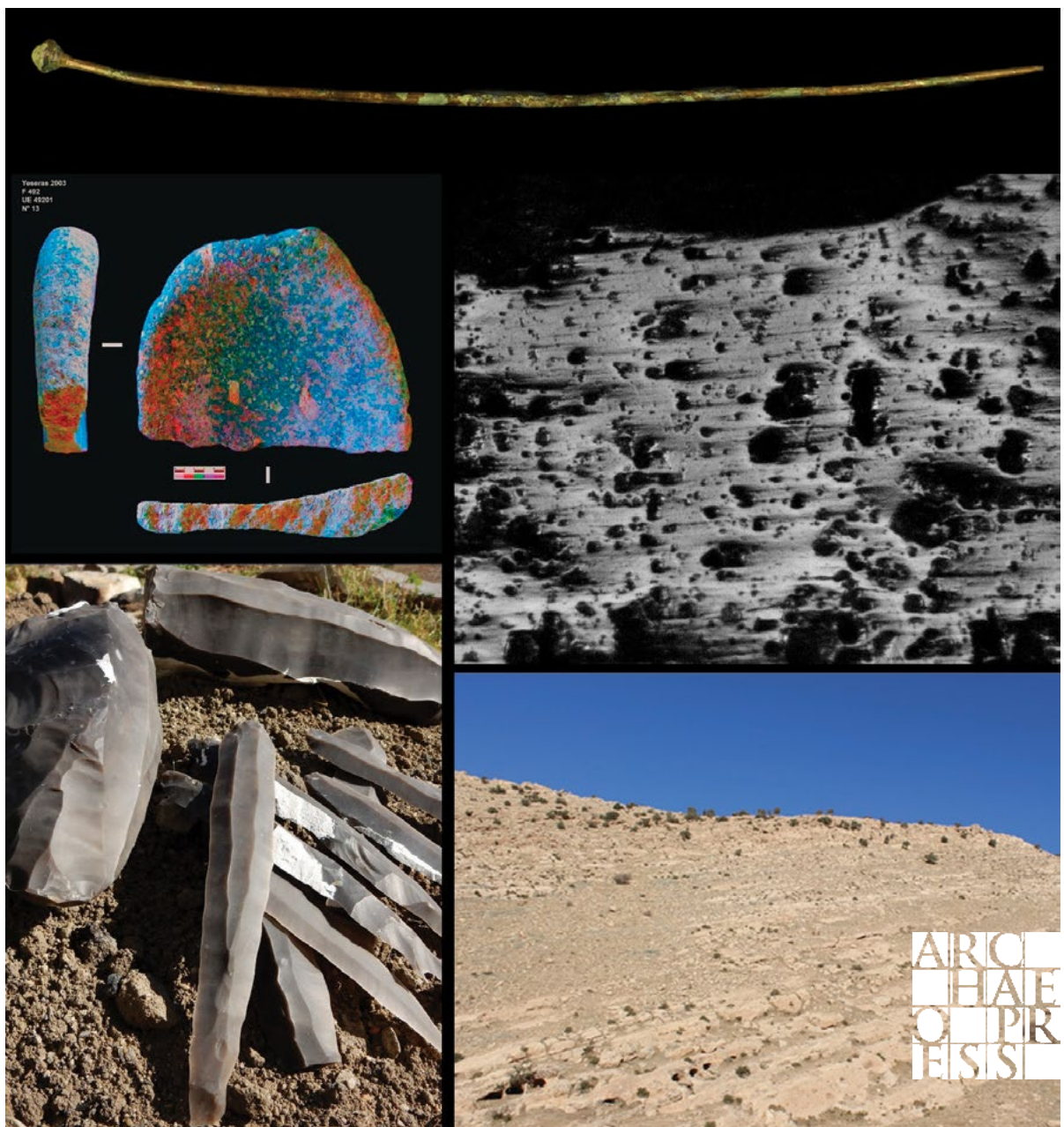




Stone in Metal Ages

edited by

Francesca Manclossi, Florine Marchand,
Linda Bouteille and Sylvie Cousseran-Néré



Stone in Metal Ages

Proceedings of the XVIII UISPP World Congress

(4-9 June 2018, Paris, France)

Volume 6

Session XXXIV-6

edited by

Francesca Manclossi, Florine Marchand,
Linda Bouteille and Sylvie Cousseran-Néré



ARCHAEOPRESS PUBLISHING LTD
Summertown Pavilion
18-24 Middle Way
Summertown
Oxford OX2 7LG

www.archaeopress.com

ISBN 978-1-78969-667-7
ISBN 978-1-78969-668-4 (e-Pdf)

© Archaeopress, UISPP and authors 2020

Cover: Eric Néré, Irene Ortiz, Maria Gurova, Jérémie Vosges, Land of Nineveh Archaeological Project



This work is licensed under the Creative Commons Attribution-NonCommercial-NoDerivatives 4.0 International License. To view a copy of this license, visit <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/> or send a letter to Creative Commons, PO Box 1866, Mountain View, CA 94042, USA.

This book is available direct from Archaeopress or from our website www.archaeopress.com

UISPP PROCEEDINGS SERIES VOLUME 6 – Stone in Metal Ages

UISPP XVIII World Congress 2018

(4-9 Juin 2018, Paris)

Session XXXIV-6

VOLUME EDITORS: Francesca Manclossi, Florine Marchand, Linda Boutoille
and Sylvie Cousseran-Néré

SERIES EDITOR: The board of UISPP

SERIES PROPERTY: UISPP – International Union of Prehistoric and Protohistoric Sciences

© 2020, UISPP and authors

KEY-WORDS IN THIS VOLUME: Mobility, Networks, Social processes, Protohistory and Europe

UISPP PROCEEDINGS SERIES is a printed on demand and an open access publication,
edited by UISPP through Archaeopress

BOARD OF UISPP: François Djindjian (President), Marta Arzarello (Secretary-General), Apostolos Sarris (Treasurer), Abdulaye Camara (Vice President), Erika Robrahn Gonzalez (Vice President). The Executive Committee of UISPP also includes the Presidents of all the international scientific commissions (www.uispp.org).

BOARD OF THE XVIII UISPP CONGRESS: François Djindjian, François Giligny, Laurent Costa, Pascal Depaepe, Katherine Gruel, Lioudmila Iakovleva, Anne-Marie Moigne, Sandrine Robert



FOREWORD TO THE XVIII UISPP CONGRESS PROCEEDINGS

UISPP has a long history, originating in 1865 in the International Congress of Prehistoric Anthropology and Archaeology (CIAAP). This organisation ran until 1931 when UISPP was founded in Bern. In 1955, UISPP became a member of the International Council of Philosophy and Human Sciences, a non-governmental organisation within UNESCO.

UISPP has a structure of more than thirty scientific commissions which form a very representative network of worldwide specialists in prehistory and protohistory. The commissions cover all archaeological specialisms: historiography; archaeological methods and theory; material culture by period (Palaeolithic, Neolithic, Bronze Age, Iron Age) and by continents (Europe, Asia, Africa, Pacific, America); palaeoenvironment and palaeoclimatology; archaeology in specific environments (mountain, desert, steppe, tropical); archaeometry; art and culture; technology and economy; biological anthropology; funerary archaeology; archaeology and society.

The UISPP XVIII World Congress of 2018 was hosted in Paris by the University Paris 1 Panthéon-Sorbonne with the strong support of all French institutions related to archaeology. It featured 122 sessions, and over 1800 papers were delivered by scientists from almost 60 countries and from all continents.

The proceedings published in this series, but also in issues of specialised scientific journals, will remain as the most important legacy of the congress.

L'UISPP a une longue histoire, à partir de 1865, avec le Congrès International d'Anthropologie et d'Archéologie Préhistorique (C.I.A.A.P.), jusqu'en 1931, date de la Fondation à Berne de l'UISPP. En 1955, l'UISPP est devenu membre du Conseil International de philosophie et de Sciences humaines, associée à l'UNESCO. L'UISPP repose sur plus de trente commissions scientifiques qui représentent un réseau représentatif des spécialistes mondiaux de la préhistoire et de la protohistoire, couvrant toutes les spécialités de l'archéologie : historiographie, théorie et méthodes de l'archéologie ; Culture matérielle par période (Paléolithique, néolithique, âge du bronze, âge du fer) et par continents (Europe, Asie, Afrique, Pacifique, Amérique), paléoenvironnement et paléoclimatologie ; Archéologie dans des environnements spécifiques (montagne, désert, steppes, zone tropicale), archéométrie ; Art et culture ; Technologie et économie ; anthropologie biologique ; archéologie funéraire ; archéologie et sociétés.

Le XVIII^e Congrès mondial de l'UISPP en 2018, accueilli à Paris en France par l'université Paris 1 Panthéon-Sorbonne et avec le soutien de toutes les institutions françaises liées à l'archéologie, comportait 122 sessions, plus de 1800 communications de scientifiques venus de près de 60 pays et de tous les continents.

Les actes du congrès, édités par l'UISPP comme dans des numéros spéciaux de revues scientifiques spécialisées, constitueront un des résultats les plus importants du Congrès.

Marta Azarello

Secretary-General / Secrétaire général UISPP

Contents

Foreword	ii
Francesca Manclossi, Florine Marchand, Linda Boutoille and Sylvie Cousseran-Néré	
Millstones and other macrolithics, the ‘eternal forgotten’ in Chalcolithic sites: Camino de las Yeseras (San Fernando de Hanares, Madrid, Spain)	1
Irene Ortiz Nieto-Márquez, Patricia Ríos Mendoza, Corina Liesau von Lettow-Vorbeck and Carlos Arteaga	
Production et consommation de l’industrie lithique taillée durant l’âge du Bronze en Grèce continentale	18
Marie-Philippine Montagné et Lolita Rousseau	
Bronze Age flint denticulates: A Bulgarian case study	27
Maria Gurova	
Tell Arqa, Bronze Age macro-blade debitage with a lever: archaeological and experimental approaches	42
Florine Marchand, Jérémie Vosges and Frédéric Abbès	
Going to the source: New perspectives in the study of the Canaanean blade technology from Iraqi Kurdistan	52
Cecilia Conati Barbaro and Daniele Moscone	
Les industries lithiques de la Ville I de Mari (Tell Hariri, Syrie, 2900-2650 av. J.-C.) : chaînes opératoires et premières perspectives techno-culturelles	64
Raphaël Angevin	
The decline and disappearance of chipped-stone tools: a case-study from the Southern Levant	81
Francesca Manclossi	
L’outillage lithique de l’atelier de bronzier du site du Bronze final de Montélimar la rue du Bouquet (Drôme, France) : un témoin de l’activité métallurgique ?	95
Sylvie Cousseran-Néré, Linda Boutoille and Eric Néré	
Technologie des matériaux lithiques : l’outillage lithique utilisé en métallurgie de transformation	110
Maxence Pieters	
Auteurs / Authors	121

Foreword

Francesca Manclossi, Florine Marchand, Linda Bouteille and Sylvie Cousseran-Néré

Stone and metals are traditionally seen as antagonist and competitive materials. This idea has been formalised in the 19th century by C. J. Thomsen (1836) that elaborated the theory of the ‘Three Ages’. According to him, once metals were available, they ‘obviously’ replaced the less efficient stone tools that ‘inevitably’ disappeared. The idea that the stone-metal substitution was an evident and automatic process explains why, for a long time, archaeologists did not consider the late lithic industries. Moreover, these productions did not seem suitable sources for reconstructing the socioeconomic and cultural contexts of proto- and early historic societies, and other aspects of the material culture were preferred.

Despite these obstacles, sometimes still present, the analysis of stone and lithic productions during the Metal Ages has seen a progressive development. Objects and tools made of flint, chert and other rocks are important components of the archaeological records, and their study has offered new perspectives on the comprehension of ancient societies. Not only many aspects of the everyday life of ancient people have been better appreciated, but the socioeconomic and cultural systems associated with the production, circulation and use of stone tools have offered new information not available from other realms of the material culture.

After more than ten years since the last UISPP conference dedicated to the ‘lithic technology in metal using societies’ (Eriksen, 2010), we decided to organise a special session with the aim to gather specialists working on stone tools during the Age of Metals in different regions of the Near East, Eastern and Western Europe, and on various periods, from the Chalcolithic to the Iron Age.

We had multiple objectives, but the first one was to give more visibility to research themes and subjects usually poorly represented in international conferences. Beyond sharing data deriving from new discoveries and analyses, the main goal of this session is that to increase the network of contacts between specialists working on different periods and geographical areas that share similar topics and research questions. Despite different archaeological contexts, indeed, there are common and recurrent themes which characterise the study of late lithic industries.

Although there are fortunately some exceptions, specialists in stone productions in proto- and early historical times are quite isolated in their analyses. They often need to justify their interest with other archaeologists working on the same periods, and they deal with specific methodological problems which start from the collect of lithic artifacts in the fields, which are very frequently ignored by the excavators.

The study of late lithic productions implies also other problems. Compared to prehistoric sites, the material is often spread in larger contexts because the sites are not only camps or villages, but also real cities, especially in the Near East. This affects the possibility to have access to all information regarding the production stage of stone tools because they are rarely spatially concentrated. Moreover, with a few exceptions, it is hard to define and use clear typological lists which might be useful for cultural and chronological sequences.

In the study of late lithic industries, specialists usually use methodological approaches developed for analyzing much older materials. They try to adapt them to more recent contexts, but there are specific aspects which differ from those of Paleolithic or Neolithic assemblages, and one of the objectives of this session was to encourage a discussion about how to approach late lithic production systems.

Stone tools during the Metal Ages, finally, can shed light on metallurgy because lithics were used in metallurgical processes. Due to scarcity of relevant finds and lack of research, this is a new developing field with many aspects, such as tool typology, function or production systems, still poorly understood.

The Session XXXIV-6 of the UISPP 'Stone in Metal Ages' was divided in two parts. The first one '*Late stone talks: Lithic industries in Metal Ages*' was conceived for the specialists who deal with knapping materials. The participants presented their research focusing on lithic technology, use-wear analyses and the relation between the decline of stone and the development of metallurgy. The second part, '*Let there be rock and metal: l'outillage en pierre des métallurgistes préhistoriques de la mine à l'atelier*', instead, was specifically thought for specialists who focus their research in stone tools used for metallurgy.

We thank all contributors for their engagement in the workshop and publication project, and the UISPP committee for their support.

Bibliography

- Eriksen, B.V. (ed.) (2010). *Lithic technology in metal using society. Proceedings of a UISPP workshop, Lisbon, September 2006*. Højbjerg: Aarhus University Press.
- Thomsen, C. J. (1836). *Ledetraad til oldkyndighed*. Copenhagen: Kjöbenhavn S.L. Møllers bogtr.

Millstones and other macrolithics, the ‘eternal forgotten’ in Chalcolithic sites: Camino de las Yeseras (San Fernando de Hanares, Madrid, Spain)

Irene Ortiz Nieto-Márquez ¹, Patricia Ríos Mendoza ², Corina Liesau von Lettow-Vorbeck ³, Carlos Arteaga ⁴

1 : Universidad Autónoma de Madrid, ireneonm@gmail.com

2 : Universidad Autónoma de Madrid, patricia.rios@uam.es

3 : Universidad Autónoma de Madrid, corina.liesau@uam.es

4 : Universidad Autónoma de Madrid, carlos.arteaga@uam.es

Abstract:

Macrolithic artefacts have been often ‘forgotten’ or undervalued in studies on Late Prehistory. However, the high amount of these objects suggests that they had an important role for prehistorical communities. The 3rd millennium BCE site of Camino de las Yeseras, in central Iberia, provides a good collection of artefacts that were the subject of petrological and morpho-functional studies. These analyses permitted to identify a great variety of types: millstones, mashers and hammers used for different purposes. The exhaustive study of these artefacts permits to infer several technological aspects, certain mineral treatments and different patterns of cereal consumption. Consequently, the results have important implications on the spatial distribution of objects in the site, on the reconstruction of exchange networks and on the recognition of specialised craftsmanship. What is remarkable about these artefacts is not only their paleo-economical role, but also their symbolic relevance in a site like Camino de las Yeseras.

Key words:

MILLSTONES, MACROLITHIC, CHALCOLITHIC, CAMINO DE LAS YESERAS, IBERIA, ARCHEOMETRY.

Résumé :

Les macrolithes sont souvent ‘oubliés’ ou sous-évalués dans les études de la préhistoire récente. Cependant, ce type d’objets retrouvés en grand nombre indique le rôle important qu’ils ont joué au sein des communautés préhistoriques. Le site de Camino de las Yeseras, en Ibérie centrale et datant du 3^{ème} millénaire av. J.-C., a fourni une quantité d’artefacts sujets à des études pétrologiques et morpho-fonctionnelles. Ces analyses ont permis l’identification d’une grande variété de types : des meules, des broyeur et des percuteurs utilisés à différentes fins. L’étude exhaustive de ces artefacts a permis de déduire plusieurs aspects technologiques, certains traitements des minéraux et différents modes de consommation des céréales. En conséquence, les résultats ont d’importantes implications sur la distribution spatiale des objets dans le site, sur la reconstruction des réseaux d’échanges et sur la reconnaissance de la spécialisation artisanale. La chose remarquable avec ces artefacts n’est pas seulement liée à leur rôle paléo-économique mais aussi à leur pertinence symbolique sur un site tel que Camino de las Yeseras.

Mots-clés :

MEULES EN PIERRE, MACROLITHIQUE, CHALCOLITHIQUE, CAMINO DE LAS YESERAS, IBÉRIE, ARCHÉOMÉTRIE.

1. Introduction

Lithic artefacts have been the base for studies concerning Paleolithic and Neolithic sites. However, with the emergence of new technologies, lithic studies are mainly reduced to flint artefacts. Lithic industries have been deeply investigated and have been considered as key items for social and economic interpretations (Baysal and Wright, 2005; Bofill Martinez *et al.*, 2013; Dubreuil, 2004; Dubreuil and Grosman, 2009; Hamon, 2008; Lucarini *et al.*, 2016). However, as chronology progresses, lithic elements start to be less important in comparison to other artefacts which are more relevant for Neolithic productive economies.

The 3rd millennium BCE is a period with plentiful novelties and innovations. New technologies were introduced into society, promoting progress and improvements in the quality of group's life. These innovations solved necessities or implied changes in processes or products, but what happens when an 'old technology' is still working perfectly?

Bearing in mind that we are dealing with agricultural societies, this work focuses on the macrolithic artefacts, a very important set of the lithic industries. These elements, which until recently have been only exceptionally studied, must be considered as an essential part of the tool kit of domestic activities (Wright, 1992; Risch, 1995; Delgado-Raack, 2013).

In Iberia, grinding elements and other macrolithic tools are absent in publications of late prehistoric sites, with only a few exceptions in which quantitative and/or morpho-typological assessments are made (Priego and Quero, 1992). In studies on socio-economic systems, they are generally undervalued, even if they can be considered as clear economic indicators, and they are numerous in archaeological contexts, also in burials and votive/symbolic deposits. As we pointed out in other publications, the choice of raw materials and morphologies, which are in many cases far from the traditional *boat shaped* morphotypes, has emphasised their importance (Ríos, 2011).

Moreover, in our area of study and within all the set of different tools that compose macrolithic elements, mills and mortars have been the most numerous and best recorded. These artefacts are documented since the Neolithic and they are abundant also during the Bronze Age; thus, it is assumed that the highest use of such artefacts is linked to the Chalcolithic.

Following recent methodological studies, one of the main problems is the lack of consensus in the nomenclature. According to the literature, macrolithic artefacts have been seen as non-flint implements, non-flaked tools and ground stone tools; however, this is not always true, leading to a semantic problem (Adams *et al.*, 2009, pp. 43-44). As it has been done with other material culture categories (Rowan and Ebeling, 2008), these terminological conflicts need further improvements, although several studies with new approaches have consolidated recent research lines (Wright, 1992; Risch, 1995; Delgado-Raack, 2008; Hamon, 2008). Inside the term 'macrolithic' there are not only millstones and hand stones, but it is also possible to include abraders, polishers, shaft straighteners, mortars, hammer stones, bush hammers, axes, etc. Moreover, we witness a certain apathy for this type of studies. Archaeological records reveal great difficulty in the chronological attribution of many macrolithic types, especially in long-term settlements, because many of these artefacts do not show morphological changes through time.

One of the most interesting aspects of this study is the combination of the typological analyses with technological and functional characterisation. In order to obtain socio-economic and functional information, indeed, morphologies and shapes are not enough, but it is necessary to know the whole '*chaîne opératoire*' of these objects, and their petrological origin. Obviously, use-wear analyses and organic and inorganic remains are needed to be studied for the working surfaces of the artefacts.

The aim of this paper is twofold. On the one hand, it presents preliminary results of this 'old technology' in macrolithic tools from the Camino de las Yeseras site. On the other hand, it permits to recognise the use of these tools in domestic activities, and to highlight their social and symbolic value in afterlife.

2. Archaeological context

Camino de Las Yeseras (San Fernando de Henares, Madrid) is a large 3rd millennium BCE site covering more than 22 ha, strategically located on a terrace at the confluence of the Henares

and Jarama rivers (*fig. 1*). More than 8500 structures were documented after that the area was mechanically cleared by four rescue campaigns. 2000 of these structures, covering ca. 3 ha, were excavated by the Gestión del Patrimonio S.L. and Argea, S.L. archaeological companies (Blasco *et al.*, 2005; Vega *et al.*, 2009, 2010). The site of Camino de las Yeseras is situated between two valleys with fertile land for agriculture and stockbreeding. It is, in short, in a strategic location with very good communications facilitated by the rivers Henares and Jarama. Moreover, it is very close to important raw material sources such as flint, clay and salt. Probably, Camino de las Yeseras was a central site during the Chalcolithic (Blasco Bosqued, Liesau, and Ríos, 2011; Liesau *et al.*, 2008; Ríos, 2011).

According to available dates, the site was in use between 3100 cal. BCE and 1740 cal. BCE (Ríos, 2011, 2013), and it is well situated within the Bell Beaker cultural phenomenon which developed in Europe and Northern Africa (Ríos, 2013). In the southern area of the site, there is also a small Middle Bronze Age settlement. Some Late Roman structures have been documented in the central and northern areas, and a Medieval cemetery was found in the western edge of the terrace.

The Chalcolithic structures reveal five concentric enclosures that surround a big and deep central area covering ca. 600 m², with more than 2 m of filling. In a different area, another enclosure is partially documented, but it has not been possible to establish its link to the other enclosures.

Thousands of pits used for domestic, funerary and ritual activities have been excavated (Blasco Bosqued *et al.*, 2007; Liesau *et al.*, 2008; Blasco Bosqued, Liesau and Ríos, 2011; Ríos, Liesau and Blasco Bosqued, 2014). Moreover, several hut-structures with sunken floors for domestic activities have been documented. Other similar features with sunken floors reveal to be the so called ‘funerary areas’, where small artificial caves, as well as one hypogeum in each of them, have been excavated at the edges of the floors. These caves were built for individual or collective Bell Beaker inhumations (Vega *et al.*, 2010; Blasco Bosqued, Liesau and Ríos, 2011). Other Chalcolithic burials, older or contemporaneous to the Bell Beaker phenomenon, are also located peripherally in relation to the concentric enclosures in the southeastern area of the site (Liesau *et al.*, 2008; Ríos, Liesau and Blasco Bosqued, 2014).

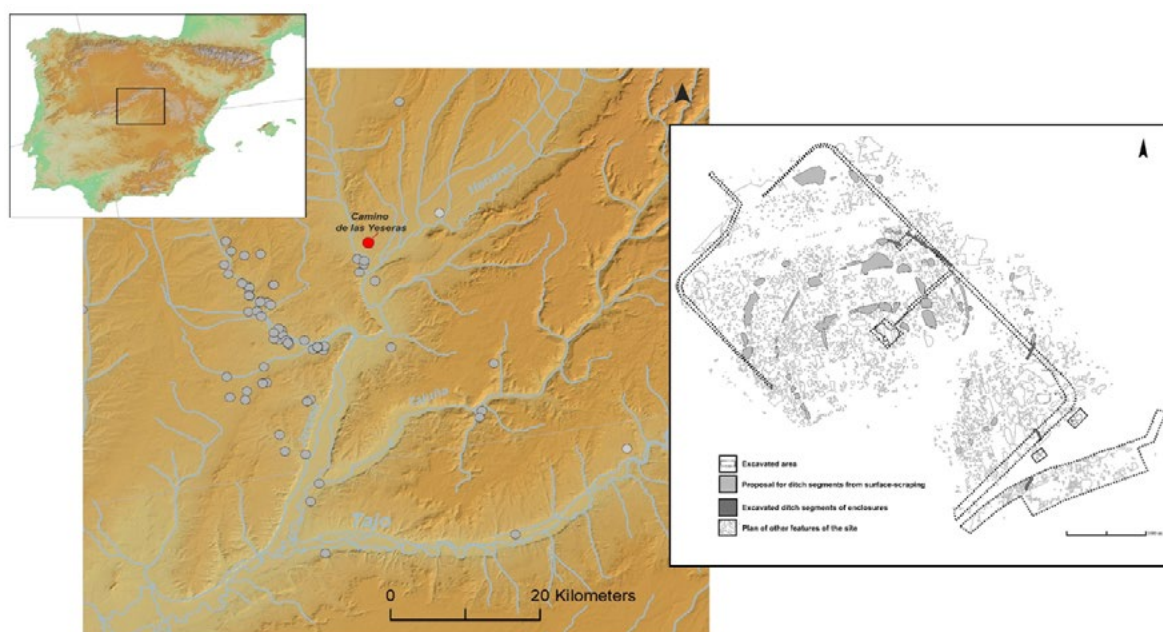


Fig. 1. General situation map, Camino de las Yeseras in red and surrounding chalcolithic sites in grey, and Camino de las Yeseras plan.

3. Archaeological context

A total of 94 lithic elements have been analyzed: 58 millstones and 36 ‘other’ macrolithic elements. They were collected during different archaeological campaigns (1999, 2003, 2006 and 2010), and discovered in different contexts, such as tombs, huts, pits and indeterminate structures. Most millstones were collected in tombs (n=23) and huts (n=13), while the great amount of ‘other’ macrolithic elements were recorded in pits (n=18) and tombs (n=10) (Tab. 1).

Several attempts to unify technological terminology of the macrolithic industry have been conducted by Hamon (2008). In order to organise a good description and analytical method, it’s necessary to consider characteristics and variables of the principal stones. One of these variables refers to the raw materials and their mechanical properties. It is necessary to stress this attribute because, as several authors already indicated, there are very plausible relationships between stone characters and tool types (Wright, 1992; Risch, 1995; Delgado-Raack, 2008).

Technology and design factors are other variables that are reflected on rock type, size, shape and weight. According to Marks (1983), a morphological classification based on progressive lithic reduction could be considered the best ways of describing assemblages. Variations resulting from function or style might be better understood if technological criteria are addressed first.

To draw functional interpretations, there are some analytical steps to follow: petrographic analyses, morphological and shape studies, use-wear analyses, residue analyses and contextual studies (see e.g., Clemente and Gibaja, 1998; Baysal and Wright, 2005; Hamon, 2008; Rowan and Ebeling, 2008; Adams *et al.*, 2009; Delgado-Raack, Gómez-Ras and Risch, 2009; Dubreuil and Grosman, 2009; Gilabert, 2010; Lucarini *et al.*, 2016; Ache *et al.*, 2017).

We also applied new technologies, such as a 3D Scanner, which permits to properly document each element, and to study some working surfaces on a closer scale. These results could provide the topography of active surfaces allowing, through use-wear analyses, to better understand how these objects were used.

Finally, several photos of macrolithic artefacts were digitally treated by John Harman with ‘D-Stretch’. This powerful tool enhances colour remains on macrolithic surfaces. This application, which detaches colour tonalities not visible for the human eye, might show that some tools were used for pigment or mineral treatments (Harman, 2006; Martínez, 2010; Acevedo and Franco, 2012; Collado, Ruiz and Toro, 2013; Le Quellec *et al.*, 2013; Le Quellec, Duquesnoy and Defrasne, 2015; Skala, 2016; Evans and Mourad, 2018).

3.1. Raw materials and mechanical properties

One of the first steps in macrolithic study is the analysis of the raw materials (Tab. 2). On this research, we have documented different types, such as porphyry, limestone, quartzite, granite,

Context	Millstones	Other macrolithic
Tombs	23	10
Huts	13	8
Pits	10	18
Indet. Structures	12	
TOTAL	58	36

Tab. 1. Contexts of analyzed millstones and other macrolithic elements.

leucogranite and flint. In the case of porphyry, granite and leucogranite it was necessary to analyse thin sections in order to identify the raw material and obtain more information about the original outcrop (Blasco Bosqued, Baena Preysler and Ríos Mendoza, 2008).

With regard to these materials it is required to know some of their mechanical properties which depends on: 1. - Resistance against friction; 2. Maintenance of the surface roughness (Delgado-Raack, Gómez-Gras and Risch, 2009; Delgado-Raack and Risch, 2016).

The porphyry is composed of very thick crystals that have little cohesion between them, so it has a low resistance to friction, and requires some maintenance. Granite and leucogranite are characteristic because of their high roughness, but also of their low friction resistance, so they really need maintenance processes. Quartzite has a low/medium roughness (it depends on the size of the grains) and it is very resistant to friction, so this raw material needs less maintenance processes. Limestone has low roughness and friction resistance and needs some maintenance, but it is not the best material for making millstones.

Finally, flint has a low roughness but high friction resistance, so it does not need so many maintenances, but, as limestone, it is not good for creating millstones.

In relation to the mechanical properties of different raw materials, tribology is the science which studies interacting surfaces in relative motion. It applies and analyses the principles of friction, lubrication and wear (Adams *et al.*, 2009; Delgado-Raack, Gómez-Gras and Risch, 2009; Bofill Martínez *et al.*, 2013; Delgado-Raack, 2013; Adams, 2014; Dubreuil and Savage, 2014; Dubreuil and Nadel, 2015; Dubreuil *et al.*, 2015).


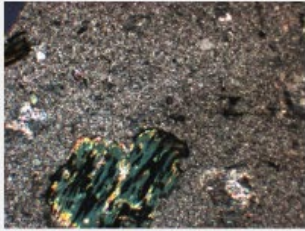

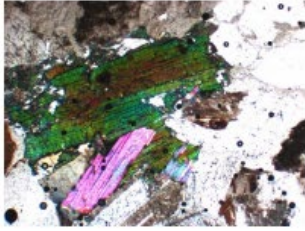
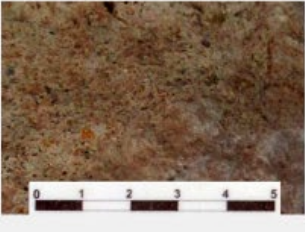
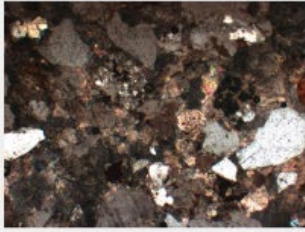

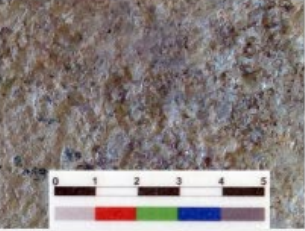

There are visible wear traces related to different tribological mechanisms: residues on the surfaces used for some adhesive activities; fractures, cracks, pits and frosted surfaces if more invasive actions were performed. Depending on the abrasive activities, it is possible to observe striations and scratches, levelling and grains edge redounding, and finally, on tribochemical processes, it is possible to recognise traces of surface polishing (Adams *et al.*, 2009).

3.2. Technology and design factors

Technological analysis try to explain object production and its cultural implications (Peña Alonso, 2008). Technology focuses on two interrelated aspects: 1. The importance of crafting processes, and 2. The necessity of studying the whole waste generated during the production process (Vaquero, 2011). The introduction of the '*chaîne opératoire*' concept, created by Mauss (1967) and reintroduced by Leroi-Gourhan (1964), has been one of the bases of technological lithic analysis. It could be understood as an operational sequence through which a raw material is transformed into a product (Geneste, 1989; Karlin, Bodu and Pelegrin, 1991; Vaquero, 2011). Many macrolithic tools are made using a variety of techniques like flaking, pounding, abrading, polishing, pecking and drilling. Therefore, the traditional difference between flakes and ground stone artifacts is not always available (Crabtree, 1974; Rowan and Ebeling, 2008).

Following the production phases of macrolithic artefacts, it is possible to establish a simple blank preparation (Jaccottey, 2014). First, blanks were selected at the quarrying site, and it is possible that they were cleaned through a phase of '*mise en forme*'. The second step was characterised by '*façonnage*' where edges and basements were prepared. Finally, edges were regularised, and the active surfaces were bush-hammered.

The analysis of artefact production is important not only for inferring its functionality, but also for determining its use and maintaining activities. These aspects are reflected on different use-wear traces, residues and contexts. According to design factors, macrolithic objects are divided in two groups on the basis of the type of actions exerted: 1. Passive tools, such as millstones, working

Raw material	Regular zoom photo	Thin layer
PORPHYRY		
GRANITE		
LEUCOGRANITE		
LIMESTONE		
QUARZITE		
FLINT		

Tab. 2. Raw materials and thin layers.

surfaces, mortars and polishers; and 2. Active tools, such as hand stones and pestles, bush hammers and hammerstones (Wright, 1992; Risch, 1995; Delgado-Raack, 2013).

Here, we present a basic typological classification:

- Millstones are the lower and stationary stones associated with grinding tools. Most of them are in a parallel plane to the side on which an artefact rests. Normally, their active surfaces are broad and long, and have plan, concave or flat sections showing striae (Wright, 1992; Delgado-Raack, 2008; Adams *et al.*, 2009; Delgado-Raack, Gómez-Gras and Risch, 2009).
- Working surfaces, similar to millstones, are the lower stationary stone associated with tools. Most of them are in a parallel plane to their base, and the used surfaces present cutting and pounding marks.
- Mortars are the lower, stationary stone associated with tools used for pounding and ‘vertical rotatory grinding’ on the side walls of active surface. This surface is a subcircular plan, concave in section, and its deepest part is pitted from pounding (Wright, 1992; Clemente and Gibaja, 1998; Blasco Bosqued, Baena Preysler and Ríos Mendoza, 2008; Dubreuil and Savage, 2014).
- Polishers or abraders are semi-mobile stones used as working surfaces for shaping objects. Their surfaces are normally covered with abrasive scratches and narrow grooves with v-shaped sections (Hamon, 2008; Adams *et al.*, 2009).
- Hand stones are the upper, mobile stones associated with grinding tools. The blanks of these tools can be flakes, cores or unmodified cobbles (Wright, 1992). However, they are not necessarily made of stone, and there are several examples made on wood (Menasanch, Risch and Soldevilla, 1999; Adams *et al.*, 2009).
- Bush hammers are mobile stones, normally associated to grinding activities and millstones. They can have a globular or elongated morphology, such as in the case of the use of pebbles, and the active surface is situated on the endpoints where pounding marks are visible (Jullien, 1911; Escobar and Ortiz Nieto-Márquez, 2011; Morgado Rodríguez and Martínez Sevilla, 2013). They are used for rejuvenating the active surface of millstones by hammering it.
- Hammerstones are mobile stones used for knapping activities. They hit cores or nodules permitting detachment of flakes. According to the raw materials, they are divided in hard hammerstones (stone) and soft hammerstones (wood, bone, or soft stone). Morphologically, they are prehensile and ergonomic pebbles, and it is possible to recognise percussion marks concentrated in the same areas (Merino, 1994; Cuartero, 2007; Cuartero Monteagudo, 2014; Baena Preysler *et al.*, 2015).
- Axes are tools with a cutting edge produced by knapping, pecking and abrasion (Wright, 1992; Merino, 1994).

4. Results

4.1. Millstones

4.1.1. Raw materials

With this research, it has been possible to obtain useful information about the macrolithic raw materials. It was possible to determine that leucogranite was the most frequent raw material used for millstones (n=24), followed by granite (n=19); 12 objects are made of quartzite, two of limestone, and one of porphyry. The type of support used for producing macrolithic artefacts are mainly blanks (n=33), followed by nodules (n=13) and pebbles (n=12).

4.1.2. Typology

Following morphological criteria and already used classification (Wright, 1992; Risch, 1995; Delgado-Raack, 2008), we established several types. The parameters we took in account are the metrics, the views (transversal and longitudinal), and the curvature of the active surface: plane (P),

concave (CV) or convex (CX). This classification allows us to acquire a general vision of millstone morphologies. As we can observe, most of these tools have ‘plane-concave’ active surfaces (n=21) on transversal and longitudinal views (fig. 2). 12 millstones have ‘plane-plane’ surface on both views, while 8 tools have ‘plane-concave’ surfaces on transversal view and ‘concave-concave’ surfaces on longitudinal view. Not all millstones are complete (n=7), and most of them are fragmented (usually they preserve half or more of their original size). However, their principal characteristics are still visible, and it was possible to identify the raw material and their typology (fig. 3). Other parameters such as the size and weight were taken into account (fig. 4). Most of the millstones or fragments are 50-150 mm large, and 50-200 mm long. According to their weight, the average is between 1.5-4 kg. Only one object is much bigger and weights 14 kg.

4.2. ‘Other’ macrolithic elements

Within this category, 36 tools were analysed according to their raw material, morphology, typology, size and weight. These macrolithic tools are composed of different types, such as bush hammers, polishers, axe fragments, working surfaces, hand stones and indeterminate elements.

4.2.1. Raw materials

Several raw materials are attested, such as granite, leucogranite, quartzite, limestone, flint and fibrolite. The most used materials are quartzite (n=19) and granite (n=9), followed by limestone (n=4), fibrolite (n=2), leucogranite (n=1) and flint (n=1). As for the millstones, different types of supports were used for manufacturing these tools: pebbles (n=17), blanks (n=10), indeterminate fragments (n=6) and nodules (n=3).

4.2.2. Typology

Our classification considers the working surfaces, the hand stones and the polishers; bush hammers and indeterminate fragments were not taken into account because it was not possible to get a reliable shape (fig. 5). In the collection there are 8 working surfaces: two of them with ‘plane-concave’ surface on their transversal and longitudinal view; Other two are ‘convex-concave’ on

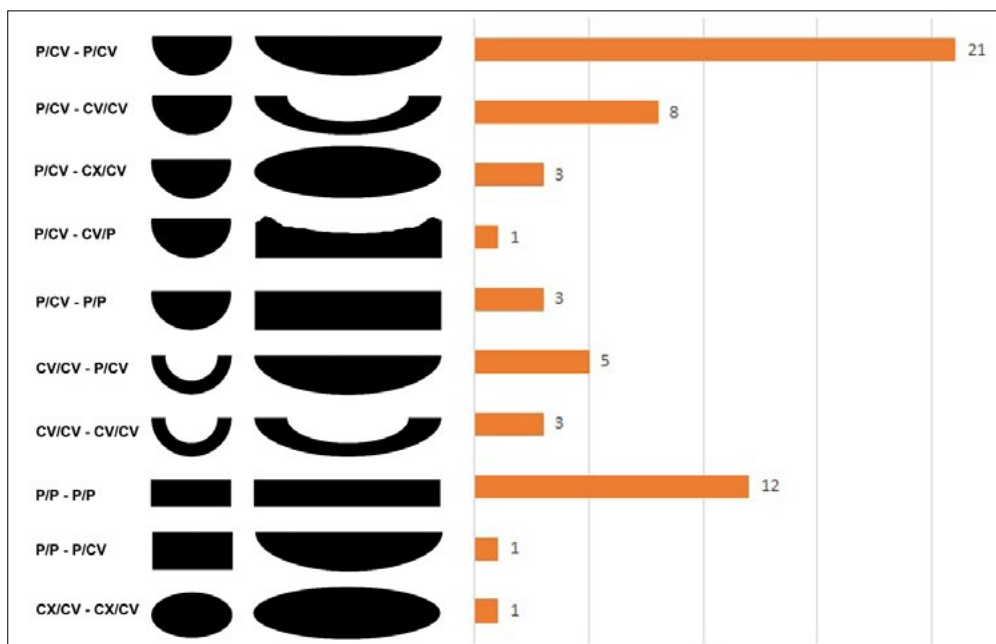


Fig. 2. Typology and amount of millstones.

their transversal view and ‘plane-concave’ on their longitudinal one (*fig. 6*). In the case of the hand stones, their morphology tends to be more globular presenting prehensile elements.

As for the group of millstones, not all the objects are complete. Only two working surfaces are complete, while the rest are fragmented (*tab. 3*). Half of the hand stones ($n=4$) are fragmented, and only three are complete. With regard to the bush hammers, half are fragmented and there is only

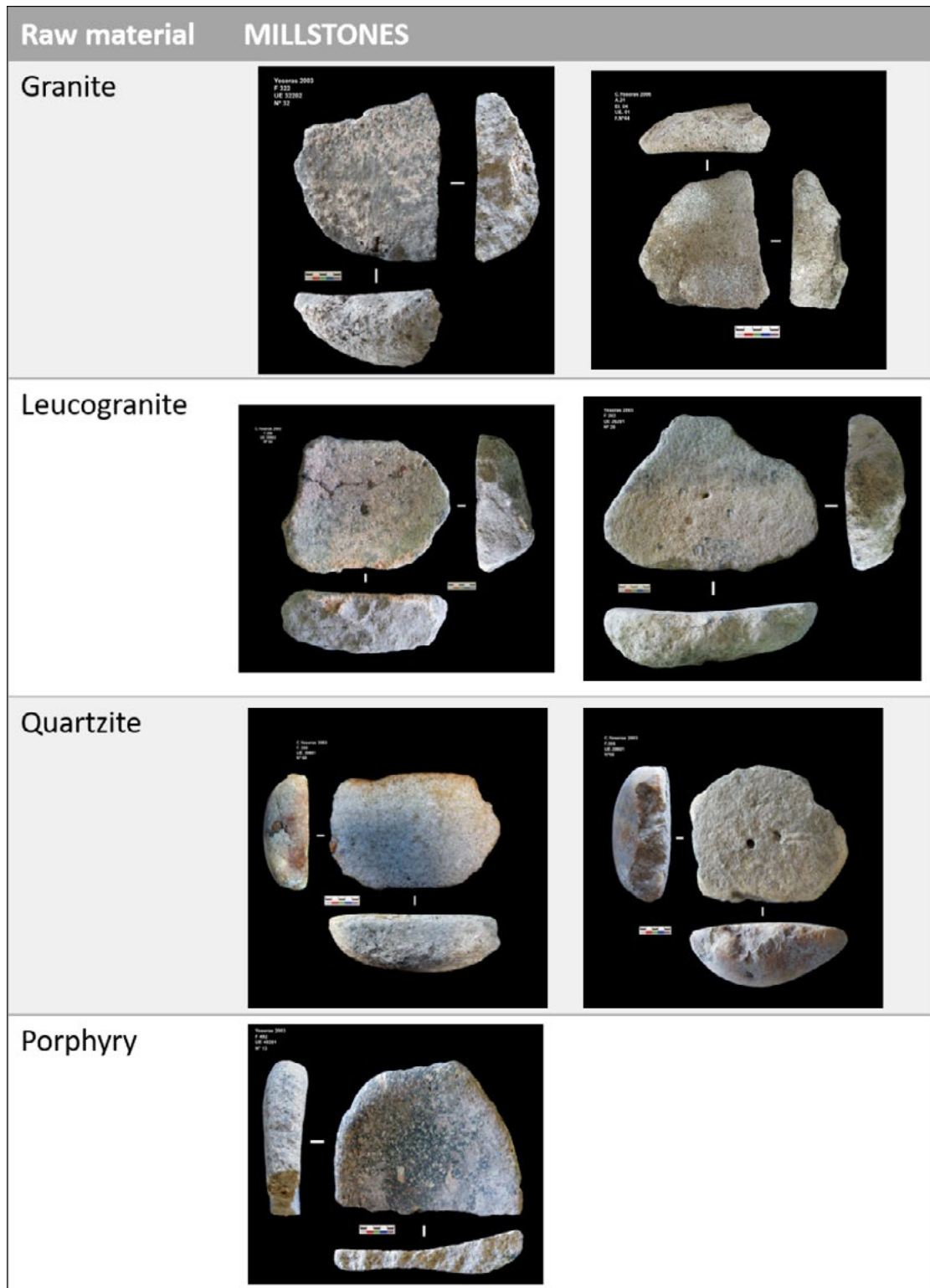


Fig. 3. Sample of analyzed millstones.

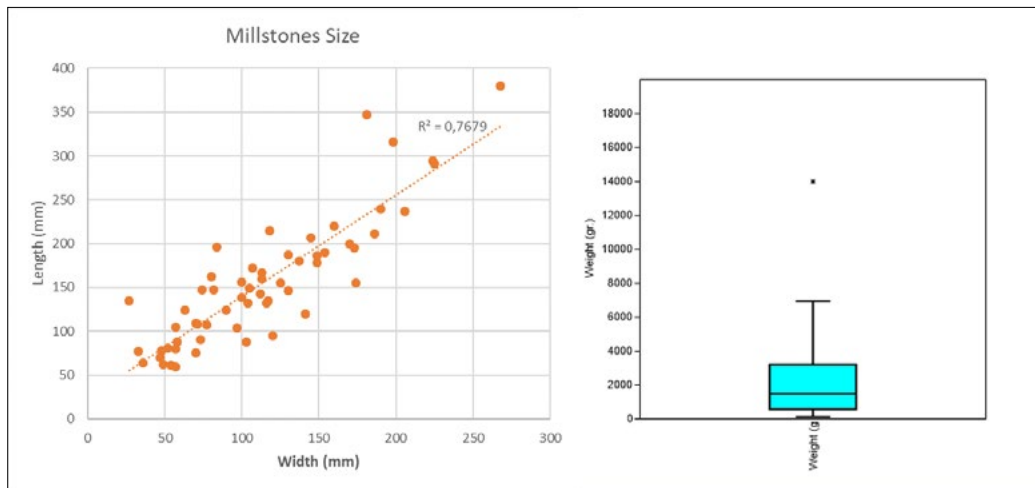


Fig. 4. Millstones sizes and weights.

one complete piece. Finally, the only polisher recorded in the collection is complete. Considering the size of these objects, hand stones and bush hammers have almost the same mass, probably because they were prehensile and manageable tools (*fig. 7*). The biggest objects are the working surfaces which have metrics similar to those of the millstones. In relation to the weight, the heaviest elements are the working surfaces which have an average weight of 4.5 kg. The bush hammers usually do not weight more than 1 kg, while the hand stones tend to be heavier, around 1.5 kg.

4.3. Getting closer to functionality

All macrolithic artefacts underwent a special non-destructive treatment of their images. Using the D-Stretch software, it was possible to observe that some macrolithic objects were used to handle some pigments, probably ochre or cinnabar, as it was documented for some of these contexts (Ríos and Liesau, 2011). For example a porphyry millstone and a quartzite hand stone show red traces (*fig. 8*).

5. Discussion and conclusions

The interpretation of macrolithic elements can take into account several factors. The sample of ca. 100 objects recovered in Camino de las Yeseras reveals a great number of active and passive types: hand and hammerstones, bush hammers, working surfaces and especially millstones.

Most of the millstones are made of granite and leucogranite, whose closer natural outcrops are distant at least 50 km from the site. Specifically, this leucogranite type is abundant in the southern sector of the mountain range of Madrid (Sierra de Madrid). The same pattern is valid also for the porphyry. However, quartzite and limestone could be collected from the nearest river basin. The reason of the use of granite and leucogranite is due to their good tribological characteristics (e.g., high roughness), which make them particularly appropriate for the manufacture of millstones. However, this material has low friction resistance and it needs a certain degree of maintenance. This fact could explain the presence of some bush hammers, used to rejuvenate the active surfaces. Another reason which explains this rejuvenation process is the great value of these raw materials. The sources are far away, the blanks are quite heavy and not easy to transport. Beside plutonic rocks, from which granite and porphyry were collected, there are also metamorphic rocks such as slates, schists, gneisses and amphibolites. Both groups are very abundant in the western strip of the region, and distant ca. 40-50 km from the site. A special mention concerns the amphibolites, the sillimanites and the fibrolites. These rocks originate in seams between granite rocks and mountain

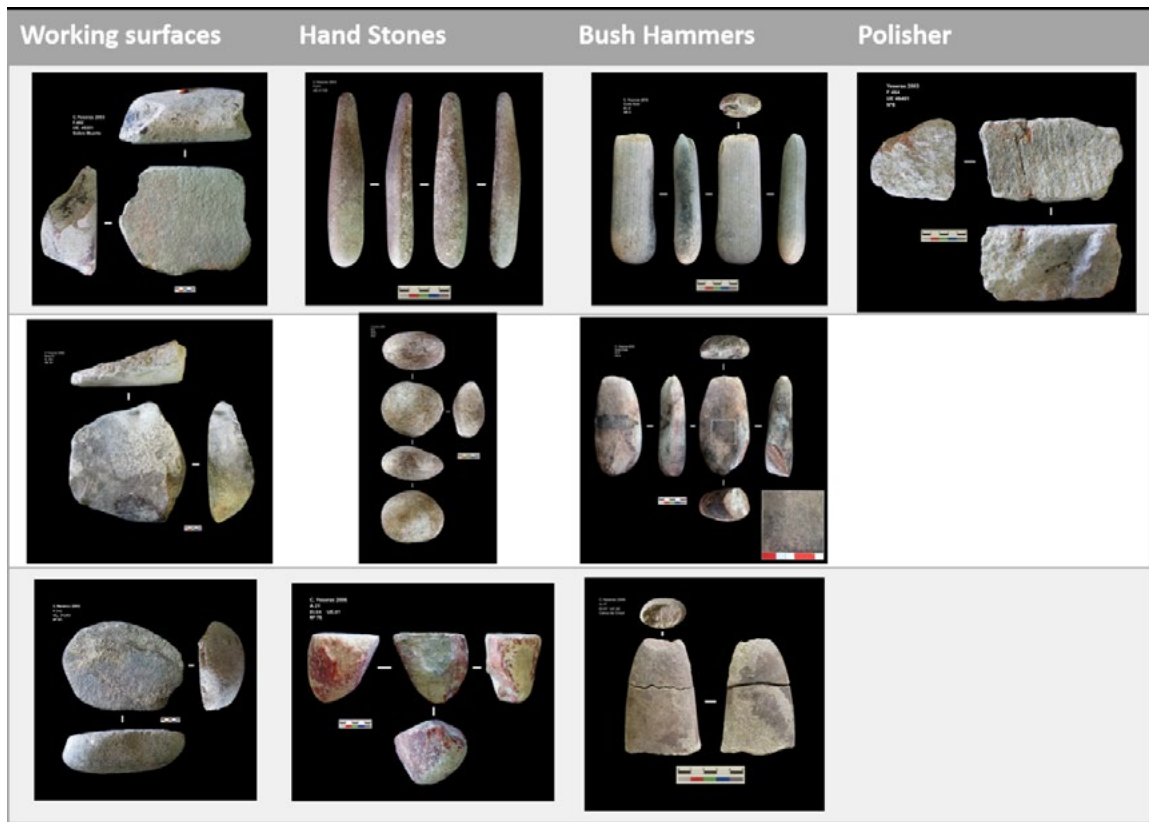


Fig. 5. Sample of other macrolithic elements analyzed.

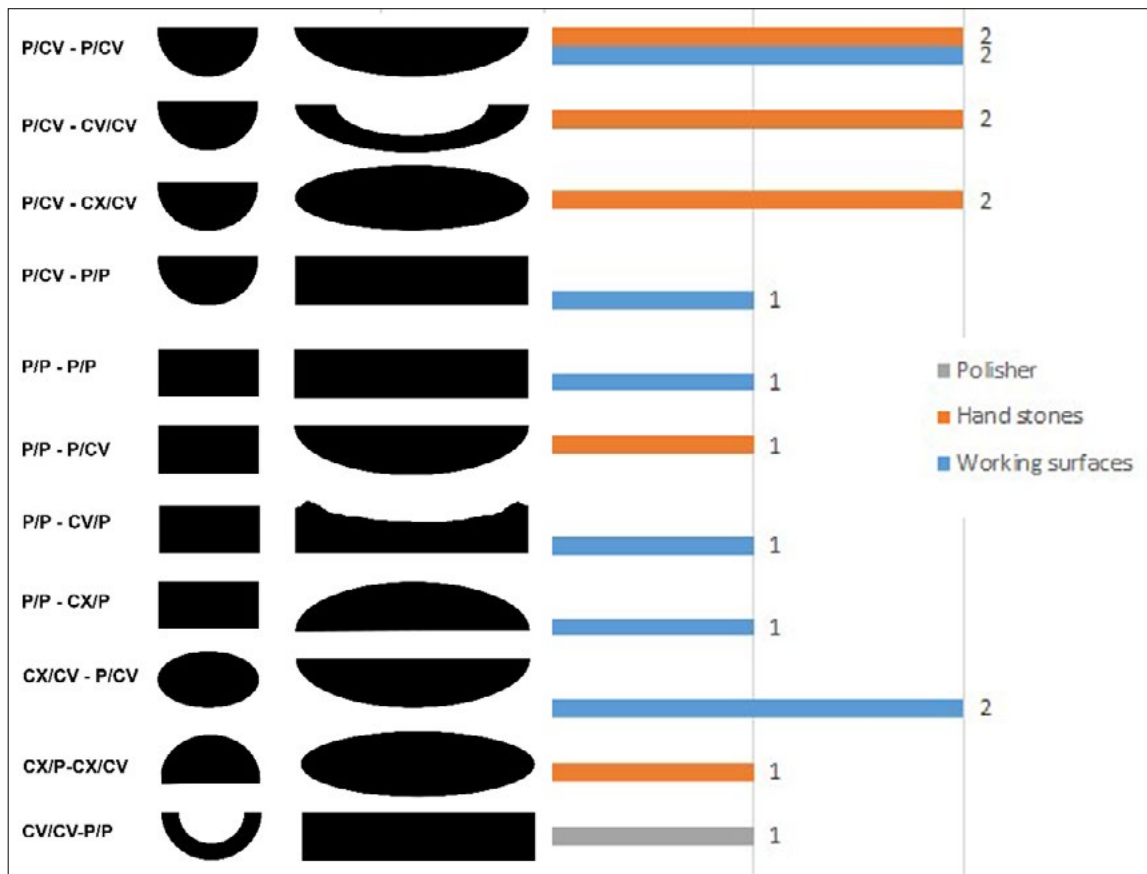


Fig. 6. Typology and amount of other macrolithics.

Condition	Working surface	Hand Stone	Bush Hammer	Polisher
Complete	2	3	1	1
Fragmented	3	4	4	
Fragment	3	1	2	
TOTAL	8	8	7	1

Tab. 3. Other macrolithic elements conditions.

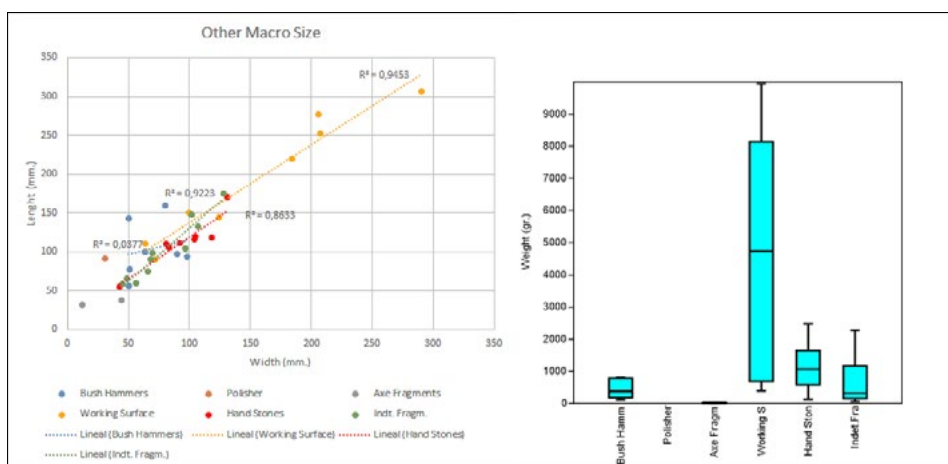


Fig. 7. Other macrolithic elements sizes, morphologies and weights.

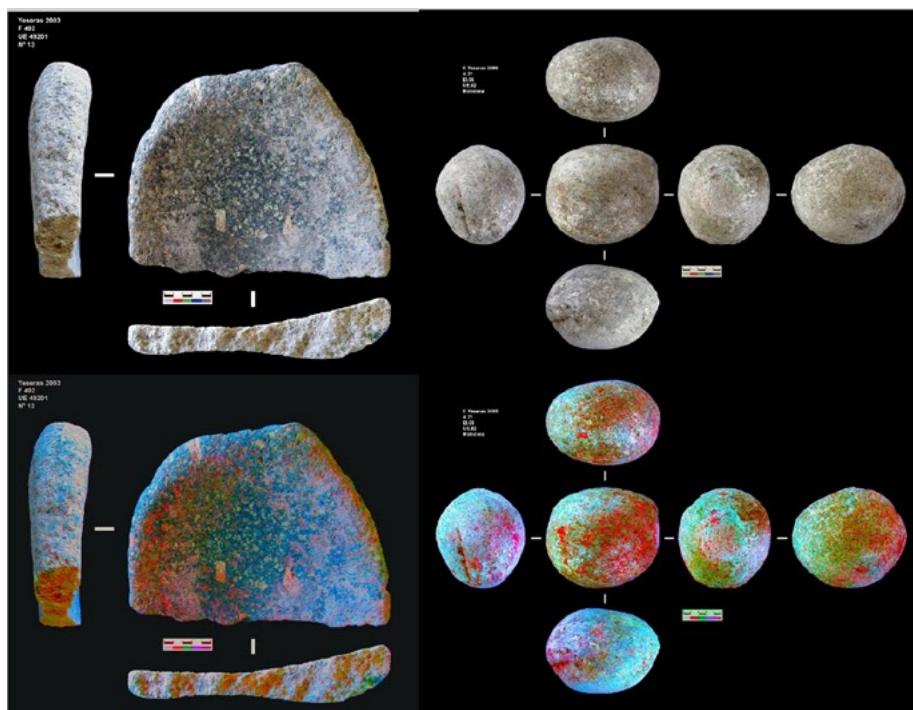


Fig. 8. D-Stretch treatment of a porphyry millstone and of a hand stone.

gneisses. All of them were used at Camino de las Yeseras for making axes, polished adzes, chisels and smoothing tools.

Concerning the raw material procurement, it is significant to bear in mind that in the same mountain areas, Chalcolithic groups found outcrops of copper minerals, usually located no far from these rocks. Copper sources have been previously studied suggesting the existence of relations between

these outcrops, technological varieties of objects, and the beginning of metallurgical activities in this region (Rovira and Montero, 1994).

As mentioned before a great variety of types are attested at Camino de las Yeseras. They are millstones (62%), indeterminate fragments (11%), hand stones (9%), working surfaces (9%), bush hammers (7%), axe fragments (2%) and polishers (1%). Most of these elements (i.e., millstones, hand stones and bush hammers) are part of domestic toolkits and relate to grinding processes. Stone working surfaces and hammerstones might reflect cutting and pounding activities of foodstuff. However, they were not used exclusively for subsistence or production processes. As it was possible to detect on several objects, they were also used for grinding harder materials, such as minerals or pigments. Finally, hammerstones might be related to knapping activities. A flint workshop has been identified at the site, and a huge amount of lithics have been recovered in most of the excavated contexts (Ríos, 2011).

The largest number of granite and leucogranite millstones are almost exhausted (51 fragmented elements for only 7 complete millstones). They probably had great value because of their special mechanical properties and the location of the supplying area, which was several kilometres away. According to the relation between raw materials and millstones typology, we can stress that granite and leucogranite objects maintain standard and constant active surfaces (plane or lightly concave). However, porphyry millstones have a standard morphology (boat shape) due to their use and exhausted situation.

Another factor that stresses the importance of millstones is the presence of bush hammers used to maintain them. Frequently they are misidentified as hammerstones. However, their shape, size and morphology, as well as the wear traces localized on their edges, suggest a different utilisation (Escobar and Ortiz Nieto-Márquez, 2011; Morgado Rodríguez and Martínez Sevilla, 2013).

On this sample it is possible to observe that they tend to have an elongated shape and their active edges are located on their extremities. Hammerstones tend to be more globular and their active zone (i.e., accumulation of percussion areas) is distributed along their surfaces (Cuartero Monteagudo, 2014; Baena Preysler *et al.*, 2015).

The category of 'other' macrolithic elements present several differences to the millstones. Most of them, indeed, are made on quartzite, whose supply area is very close to Camino de las Yeseras, on the river basin. This material is very appropriate for bush hammers and hand stones, as well as for working surfaces. Concerning the spatial distribution of macrolithic objects at Camino de las Yeseras, we can stress that millstones are mainly attested in tombs, only a few in pits, and none in ditches (*fig. 9*). It is very relevant that these tools have been found at the base or in the filling of several Chalcolithic tombs, mainly collective ones. In this regard, these tools might assume an important role in Bell Beaker tombs. As previously shown, some millstones and hand stones have been used for milling red pigments, which were probably sprinkled on the dead during complex funerary ritual. Finally, it was possible to detect the use of a red pigment on the porphyry millstone coming from a Chalcolithic individual female grave. The great amount of 'other' macrolithic elements, however, were recorded on pits. Their use for grinding food resources might reflect their domestic character and daily life activities, in contrast to millstones that could have symbolic meaning.

In conclusion, the study of macrolithic artifacts is a key aspect for obtaining information on socioeconomic aspects of late prehistoric sites. Ditched enclosures could have been valuable long term settlements or only temporary occupied sites where feasting, exchanges and other socio-economical activities took place. Regarding the high number of millstones at Camino de las Yeseras, the first hypothesis of the site being a long term and valuable settlement is here preferred. On the

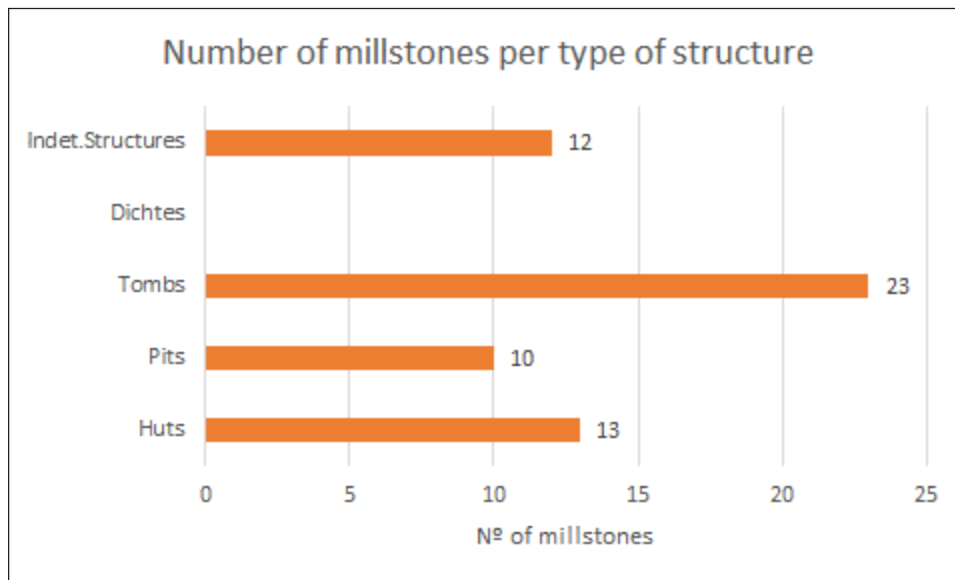


Fig. 9. Number of millstones per type of structure.

other hand, the high number of millstones in graves also suggests that they were high valued goods in Chalcolithic times, and that they are important symbols for life activities and for afterlife.

Bibliography

- Acevedo, A., and Franco, N. V. (2012) Aplicación de DStretch-ImageJ a imágenes digitales del arte rupestre de Patagonia (Argentina). *Comechingonia Virtual*, VI(2), pp. 152–175.
- Ache, M., Delgado-Raack, S., Molina, E., Risch, R., and Rosell-Melé, A. (2017) Evidence of bee products processing: A functional definition of a specialized type of macro-lithic tool. *Journal of Archaeological Science, Reports* 14, pp. 638–650.
- Adams, J., Delgado, S., Dubreuil, L., Hamon, C., Plisson, H., and Risch, R. (2009) Functional analysis of macro-lithic artefacts: A focus on working surfaces. In F. Sternke, L. Eigeland and C. Laurent-Jacques, eds, *Non-flint raw material use in Prehistory: Old prejudices and new directions. L'utilisation préhistorique de matières premières lithiques alternatives. Anciens préjugés, nouvelles perspectives*. Oxford: BAR International Series 1939, pp. 43–66.
- Adams, J. L. (2014) Ground stone use-wear analysis: A review of terminology and experimental methods. *Journal of Archaeological Science*, 48, pp. 129–138.
- Baena Preysler, J., Ortiz Nieto-Márquez, I., Torres Navas, C., and Báñez Cueto, S. (2015) Recycling in abundance: Re-use and recycling processes in the Lower and Middle Paleolithic contexts of the central Iberian Peninsula. *Quaternary International*, 361, pp. 142–154.
- Baysal, A., and Wright, K. I. (2005) Cooking, crafts and curation: Ground-stone artefacts from Çatalhöyük'. In I. Hodder, ed., *Changing materialities at Çatalhöyük: Reports from the 1995-99 Seasons. Catalhöyük Research Project Series Volume 5*. Cambridge: British Institute of Archaeology at Ankara, pp. 307–324.
- Blasco Bosqued, C., Delibes, G., Baquedano, E., Liesau, C., and Miguel Rodríguez Cifuentes. (2005) Enterramientos campaniformes en ambiente doméstico. El yacimiento de Camino de las Yeseras (San Fernando de Henares, Madrid). In Í. G.-M. de Lagrán, R. Garrido-Pena and M.A.R. Guerra, eds, *El campaniforme en la Península Ibérica y su contexto europeo / Bell Beakers in the Iberian Peninsula and their european context*. Valladolid: Secretariado de Publicaciones e Intercambio Editorial. Universidad de Valladolid, pp. 457–472.
- Blasco Bosqued, C., Delibes, G., Baena Preysler, J., Liesau, C., and Ríos, P. (2007) El poblado calcolítico de Camino de las Yeseras (San Fernando de Henares, Madrid): un escenario favorable para el estudio de la incidencia campaniforme en el interior peninsular. *Trabajos de Prehistoria*, 64(1), pp. 141–153.
- Blasco Bosqued, C., Baena Preysler, J., and Ríos Mendoza, P. (2008) Materias primas de elementos de molienda como marcadores de ampliación de las áreas de captación durante el Horizonte Campaniforme. El ejemplo del yacimiento de Camino de las Yeseras. *Veleia*, 24–25, pp. 755–768.

- Blasco Bosqued, C., Liesau, C., and Ríos, P. (eds) (2011) *Yacimientos calcolíticos con campaniforme de la Región de Madrid: Nuevos estudios*. Madrid: Patrimonio Arqueológico de Madrid, Universidad Autónoma de Madrid.
- Bofill Martínez, M., Procopiou, H., Vargiolu, R., and Zahouani, H. (2013) Use-wear analysis of Near Eastern prehistoric grinding stones. In C.P. Anderson, C. Carole and A. Durand, eds, *Regards croisés sur les outils liés au travail des végétaux. An interdisciplinary focus on plant-working tools. XXXIIIe rencontres internationales d'archéologie et d'histoire d'Antibes*. Antibes: Éditions APDCA, pp. 219–236.
- Clemente, I., and Gibaja, J. F. (1998) Working processes on cereals: An approach through microwear analysis. *Journal of Archaeological Science*, 25, pp. 457–464.
- Collado, F. J. M., Ruiz, A. J. M., and Toro, M. S. N. del (2013) Aplicación del plugin DStretch para el programa ImageJ al estudio de las manifestaciones pictóricas del abrigo Riquelme (Murcia). *Cuadernos de Arte Rupestre*, 6, pp. 113–127.
- Crabtree, D. E. (1974) Grinding and smoothing of stone artefacts. *Tebiwá*, 17(1), pp. 1–16.
- Cuartero, F. (2007) Tecnología lítica en Cova Bolomor IV: una economía de reciclado? *SAGVNTVM*, 37, pp. 27–44. <http://roderic.uv.es/handle/10550/23596?show=full>.
- Cuartero Monteagudo, F. (2014) *Percutores y retocadores: El análisis de las técnicas de talla a partir del instrumental del tallador*. Madrid: Universidad Autónoma de Madrid.
- Delgado-Raack, S. (2008) *Prácticas económicas y gestión social de recursos (macro)líticos en la prehistoria reciente (III-I milenios AC) del Mediterráneo Occidental*. Barcelona: Universitat Autònoma de Barcelona.
- Delgado-Raack, S. (2013) Economía en un poblado del Bronce Tardío lorquino: los instrumentos macrolíticos de Murviedro. *Alberca*, 11, pp. 5–28. http://www.amigosdelmuseoarqueologicodelorca.com/alberca/pdf/alberca11/1_11.pdf.
- Delgado-Raack, S., Gómez-Gras, D., and Risch, R. (2009) The mechanical properties of macrolithic artifacts: A methodological background for functional analysis. *Journal of Archaeological Science*, 36, pp. 1823–1831.
- Delgado-Raack, S., and Risch, R. (2016) Bronze Age cereal processing in Southern Iberia: A material approach to the production and use of grinding equipment. *Journal of Lithic Studies*, 3(3), pp. 125–145.
- Dubreuil, L. (2004). Long-term trends in Natufian subsistence: A use-wear analysis of ground stone tools. *Journal of Archaeological Science*, 31(11), pp.1613–1629.
- Dubreuil, L., Savage, D., Delgado-raack, S., Plisson, H., Stephenson, B., and Torre, I. De. (2015) Current Analytical Frameworks for Studies of Use – Wear on Ground Stone Tools’, in J. M., Marreiros, J. F. Gibaja, and N. F. Bicho (eds) *Use-Wear and Residue Analysis in Archaeology*. Springer International Publishing Switzerland, pp. 105–158.
- Dubreuil, L., and Grosman, L. (2009) Ochre and hide-working at a Natufian burial place. *Antiquity*, 83, pp. 935–954.
- Dubreuil, L., and Nadel, D. (2015) The development of plant food processing in the levant: Insights from use-wear analysis of early epipalaeolithic ground stone tools. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, 370(1682), pp. 1-11
- Dubreuil, L., and Savage, D. (2014) Ground stones: A synthesis of the use-wear approach. *Journal of Archaeological Science*, 48, pp. 139–153.
- Escobar, A., and Ortiz Nieto-Márquez, I. (2011) Aproximación al macroustillaje en piedra de Camino de las Yeseras. In C. Blasco, C. Liseau and P. Ríos, eds, *Yacimientos calcolíticos con campaniforme de la región de Madrid: nuevos estudios*. Madrid: UAM Ediciones, pp. 347–356.
- Evans, L., and Mourad, A.-L. (2018) DStretch and Egyptian tomb paintings: A case study from Beni Hassan. *Journal of Archaeological Science: Reports*, 18, pp. 78–84.
- Geneste, J.-M. (1989) Economie des ressources lithiques dans le Moustérien du sud-ouest de la France. In M. Otte, ed., *L'homme de Néandertal. Vol.6, La subsistance*. Liège: Université de Liège, pp. 75–97.
- Gilbert, X. R. (2010) Percussion tools as indicator of domestic activities. Study of the non-knap materials in the central sector of the unit SG at Font del Ros (Berga, Berguedà). *Annali dell'Università di Ferrara Museologia Scientifica e Naturalistica*, 6, pp. 139–146.
- Hamon, C. (2008) Functional analysis of stone grinding and polishing tools from the earliest Neolithic of north-western Europe. *Journal of Archaeological Science*, 35, pp. 1502–1520.
- Harman, J. (2006) *DStretch homepage*, [online] Available at: <http://www.dstretch.com/>. [Accessed 12 Nov. 2018].

- Jaccottey, L. (2014) Expériences de fabrication de meules à partir des recherches menées dans l'est de France : buts et procédés. In N.A. Martínez, ed., *Revista d'Arqueologia de Ponent. Reunió Molins i molta al Mediterrani occidental durant l'edat del ferro*. Lleida: Universitat de Lleida, pp. 137–155.
- Jullien, J. (1911) Outil servant à piquer les meules néolithiques. *Bulletin de la Société Préhistorique Française*, 8, pp. 694–695.
- Karlin, C., Bodu, P., and Pelegrin, J. (1991) Processus techniques et chaîne opératoires. Comment les préhistoriens s'approprient un concept élaboré par les ethnologues. In Balfet, H., eds, *Observer l'action technique, les chaînes opératoires, pour quoi faire?* Paris: Editions du CNRS, pp. 101–117.
- Leroi-Gourhan, A. (1964) *Le Geste et la Parole - tome 1: Technique et langage*. Paris: Albin Michel.
- Liesau, C., Blasco Bosqued, C., Ríos, P., Vega, J., Menduïña, R., Blanco, J. F., Baena, J., Herrera, T., Petri, A., and Gómez, J. L. (2008) Un espacio compartido por vivos y muertos: El poblado calcolítico de fosos de Camino de las Yeseras (San Fernando de Henares, Madrid). *Complutum*, 19(1), pp. 97–120.
- Lucarini, G., Radini, A., Barton, H., and Barker, G. (2016) The exploitation of wild plants in Neolithic North Africa. Use-wear and residue analysis on non-knapped stone tools from the Haua Fteah cave, Cyrenaica, Libya. *Quaternary International*, 410, pp. 77–92.
- Marks, A. E. (1983) Introduction. In Marks, A. E. (ed.) *Prehistory and paleoenvironments in the central Negev III*. Dallas: SMU Press, pp. ix–xv.
- Martínez, E. Q. (2010) Aplicación DStretch del software Image-J. Avance de resultados en el Arte Rupestre de la Región de Murcia. *Cuadernos de Arte Rupestre*, 5, pp. 9–27.
- Mauss, M. (1967) *Manuel d'ethnographie*. Paris: La petite bibliothèque Payot.
- Menasanch, M., Risch, R., and Soldevilla, J. A. (1999) Las tecnologías del procesado de cereal en el sudeste de la península ibérica durante el III y II milenio A.N.E. In Procopiu, H. and Treuil, R., ed., *Moudre et broyer*, I, pp. 81–110.
- Merino, J. M. (1994) Tipología Lítica, *Munibe. Suplemento 9*. San Sebastian: Sociedad de Ciencias Aranzadi, pp. 1–480.
- Morgado Rodríguez, A., and Martínez Sevilla, F. (2013) Percutores, astillados sobre núcleos o bujardas? Las bujardas de sílex de la prehistoria reciente del sur de Iberia. In A. Palomo, R. Piqué and X. Terradas, eds, *Experimentación en arqueología: estudio y difusión del pasado. Vol.1*. Museu d'Arqueologia de Catalunya, pp. 95–105. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5094634>.
- Peña Alonso, P. de la (2008) La 'piedra tallada' como instrumento para la Prehistoria: historiografía, aportaciones y reflexiones. *Arqueoweb: Revista sobre Arqueología en Internet*. <http://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=2557494>
- Priego, M. C., and Quero, S. (1992). *El Ventorro, un poblado prehistórico de los albores de la metalurgia*. Estudios de Prehistoria y Arqueología Madrileñas 8. Madrid: Ayuntamiento de Madrid
- Le Quellec, J.-L. Le, Harman, J., Defrasne, C., and Duquesnoy, F. (2013) DStretch® et l'amélioration des images numériques: applications à l'archéologie des images rupestres. *Les Cahiers de l'AARS, Saint-Lizier: Association des amis de l'art rupestre saharien*, 16, pp. 177–198.
- Le Quellec, J.-L., Duquesnoy, F., and Defrasne, C. (2015) Digital image enhancement with DStretch®: Is complexity always necessary for efficiency? *Digital Applications in Archaeology and Cultural Heritage*, 2(2–3), pp. 55–67.
- Ríos, P. (2011) *Territorio y sociedad en la Región de Madrid durante el III milenio a. C. El referente del yacimiento de Camino de las Yeseras*. Madrid: Universidad Autónoma de Madrid.
- Ríos, P. (2013) New dating of the Bell Beaker horizon in the region of Madrid. In M.P. Prieto and L. Salanova, eds, *Current researches on Bell Beakers. Proceedings of the 15th international Bell Beaker conference: From Atlantic to Ural. 5th-9th May 2011. Poio (Pontevedra, Galicia, Spain)*. Poio: Galician ArchaeoPost, pp. 97–109.
- Ríos, P., and Liesau, C. (2011). Elementos de adorno simbólicos y colorantes en contextos funerarios y singulares. In C. Blasco Bosqued, C. Liesau, and P. Ríos, eds, *Yacimientos calcolíticos con campaniforme de la región de Madrid: nuevos estudios (Patrimonio Arqueológico de Madrid 6)*. Madrid: Universidad Autónoma de Madrid. pp. 357–370
- Ríos, P., Liesau, C., and Blasco Bosqued, C. (2014) Funerary practices in the ditched enclosures of Camino de las Yeseras: Ritual, temporal and spatial diversity. In A.C.Valera, ed., *Recent prehistoric enclosures and funerary practices in Europe: Proceedings of the international meeting held at the Gulbenkian Foundation (Lisbon, Portugal, November 2012)*. Oxford: BAR International Series 2676, pp. 139–147.

- Risch, R. (1995) *Recursos naturales y sistemas de producción en el sudeste de la Península Ibérica entre 3000 y 1000 ANE*. Barcelona: Universitat Autònoma de Barcelona.
- Rovira, S., and Montero, I. (1994) La metalurgia. In C.B. Bosqued, ed., *El Horizonte campaniforme en la Región de Madrid en el Centenario de Ciempozuelos*. Madrid: Universidad Autónoma de Madrid, pp. 137–171.
- Rowan, Y. M., and Ebeling, J. R. (2008) Introduction: The potential of ground stone studies. In Y. M. Rowan and J.R. Ebeling, eds, *New approaches to old stones. Recent studies of ground stone artifacts*. London: Equinox Publishing Ltd., pp. 1–15.
- Skala, A. (2016) Applying DStretch to Central Coast Rock Art. *The Midden*, 46(1-2), pp. 15–19.
- Vaquero, M. (2011) Una cuestión de método... o tal vez no: la variabilidad de la talla discoidal en el Paleolítico Medio del Abric Romaní. *Mainake*, 33, pp. 233–250. <http://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4639975&info=resumen&idioma=SPA>
- Vega, J., Blasco Bosqued, C., Menduiña, R., Ríos, P., Petri, A., and Herrera, T. (2009) *El poblado de fosos del yacimiento de Camino de las Yeseras*. *Actas de las cuartas Jornadas de Patrimonio Arqueológico en la Comunidad de Madrid*, Madrid, pp. 251–263.
- Vega, J., Blasco Bosqued, C., Liesau, C., Ríos, P., Blanco, J. F., Menduiña, R., Aliaga, R., Moreno, E., Herrera, T., Petri, A. and Gómez, J. L. (2010) La singular dualidad de enterramientos en el poblado de silos calcolítico de Camino de las Yeseras (San Fernando, Madrid). *Munibe. Suplemento*, 32, pp. 648–662.
- Wright, K. (1992) A classification system for ground stone tools from the prehistoric Levant. *Paleorient*, 18(2), pp. 53–81.

Production et consommation de l'industrie lithique taillée durant l'âge du Bronze en Grèce continentale

Marie-Philippine Montagné¹ et Lolita Rousseau²

1 : Aix Marseille Université, CNRS, Ministère de la Culture, LAMPEA, UMR 7269, Aix-en-Provence, France

marie.philippine.montagne@gmail.com

2 : UMR 6566 CReAAH ' Centre de Recherche en Archéologie, Archéosciences et Histoire ', Rennes, France

lolita.rousseau@hotmail.fr

Abstract:

The Aegean Bronze Age has endured several socio-economic changes, monitored and addressed essentially through pottery, metal, architecture or anthropological analyses. Nevertheless, studies on chipped stone industries are essential, as in the previous periods, to understand technological and socio-economical systems of the Bronze Age communities. Lithic industries, which were in use until the end of this period and even later, prove to be essential for understanding these fields. Through a survey of published data and the contribution of unpublished analyses from two recently excavated sites (Kirrha and Mitrou in Central Greece), the objective of this paper is to shed light on the evolution of production and consumption of chipped stone tools as it faces the progressive adoption of metal and the various upheavals that occurred during this period.

Key words:

AEGEAN WORLD; LITHIC INDUSTRY; BRONZE AGE; TYPOLOGY; TECHNOLOGY; USE WEAR ANALYSIS.

Résumé :

Durant l'âge du Bronze, la Grèce est traversée par plusieurs bouleversements socio-économiques qui sont classiquement interprétés à la lumière de la céramique ou du métal. Néanmoins, l'industrie lithique, utilisée jusqu'à la fin de la période, voire plus encore, est un pan de la culture matérielle qui s'avère tout aussi essentiel pour la compréhension des systèmes techniques, économiques et sociaux. À partir de la littérature disponible sur le sujet ainsi que l'apport d'études inédites issues de deux sites fouillés récemment (Kirrha et Mitrou en Grèce centrale), l'objectif de cet article est de mettre en lumière l'évolution de la production et de la consommation de l'industrie lithique taillée face à l'adoption progressive du métal et aux différents bouleversements qui surviennent à cette période.

Mots-clés :

MONDE ÉGÉEN ; INDUSTRIE LITHIQUE ; ÂGE DU BRONZE ; TYPO-TECHNOLOGIE ; TRACÉOLOGIE.

Introduction

La Grèce, tout comme le reste des rives du bassin oriental méditerranéen, se distingue du bassin occidental par une exploitation particulièrement dynamique de l'obsidienne au-delà du Néolithique et de la proximité immédiate des sources. De surcroît, l'industrie lithique de cette période ne se limite pas à la seule obsidienne, mais est également issue de divers silex ou jaspes d'origine plus ou moins lointaine et de ressources locales. Cette singularité dans la gestion des matières premières lithiques est tout à fait remarquable dans la mesure où ces réseaux d'échange à plus ou moins longue distance sont maintenus dans un monde où l'outillage métallique est en plein essor, témoignant ainsi de l'importance de la pierre pour ces sociétés protohistoriques. Par là, l'étude de l'industrie lithique taillée contribue de manière fondamentale à la compréhension globale du système technique, économique et social de ces sociétés de l'âge du Bronze égéen, et cela au même titre qu'elle l'a été pour les périodes précédentes, le Paléolithique et le Néolithique.

L'âge du Bronze est une longue période, qui a vu dans les régions égéennes une succession de périodes d'essor et de développement, entrecoupées d'épisodes de stagnation ou de déclin (Philippa-Touchais, 2011). Trois phases peuvent être distinguées : la phase 1 du Bronze ancien I au Bronze ancien IIB (3100-2500/2250 BC) ; la phase 2 du Bronze ancien III au Bronze moyen II (2500/2250-1700 BC) ; et la phase 3 du Bronze moyen III au Bronze récent III (1700-1200/1090 BC). Ces aléas ont eu des conséquences multiples sur les réseaux de circulation, les systèmes techniques et les sociétés dans leur ensemble.

À cet égard, les industries lithiques ainsi que leurs usages sont par certains aspects des témoins privilégiés de ces changements, et c'est ce qui sera mis en évidence dans cet article à travers des exemples publiés ou inédits provenant de la Grèce continentale. En effet, cet espace géographique, berceau de la civilisation mycénienne au Bronze Récent, apparaît comme un terrain d'étude particulièrement fertile pour l'étude des interactions entre pierre et métal. Les sites en cours d'étude de Kirrha (Phocide) et de Mitrou (Phthiotide) offrent des séquences chronologiques très détaillées pour la Protohistoire de la Grèce centrale, avec des phases identifiées allant de l'Helladique Ancien II B (Bronze Ancien II B) au Protogéométrique (*fig. 1*).

1. Phase 1 : Âge du Bronze ancien I-IIB, 3100-2500/2250 B.C.

1.1. Contexte socio-économique

Durant le Bronze ancien et en opposition au Néolithique récent, les cultures indépendantes des différentes régions de l'Égée deviennent interconnectées et commencent à se fondre vers une culture commune nommée 'l'International Spirit' (Broodbank, 2000, p. 277 ; Renfrew, 1972, p. 451).

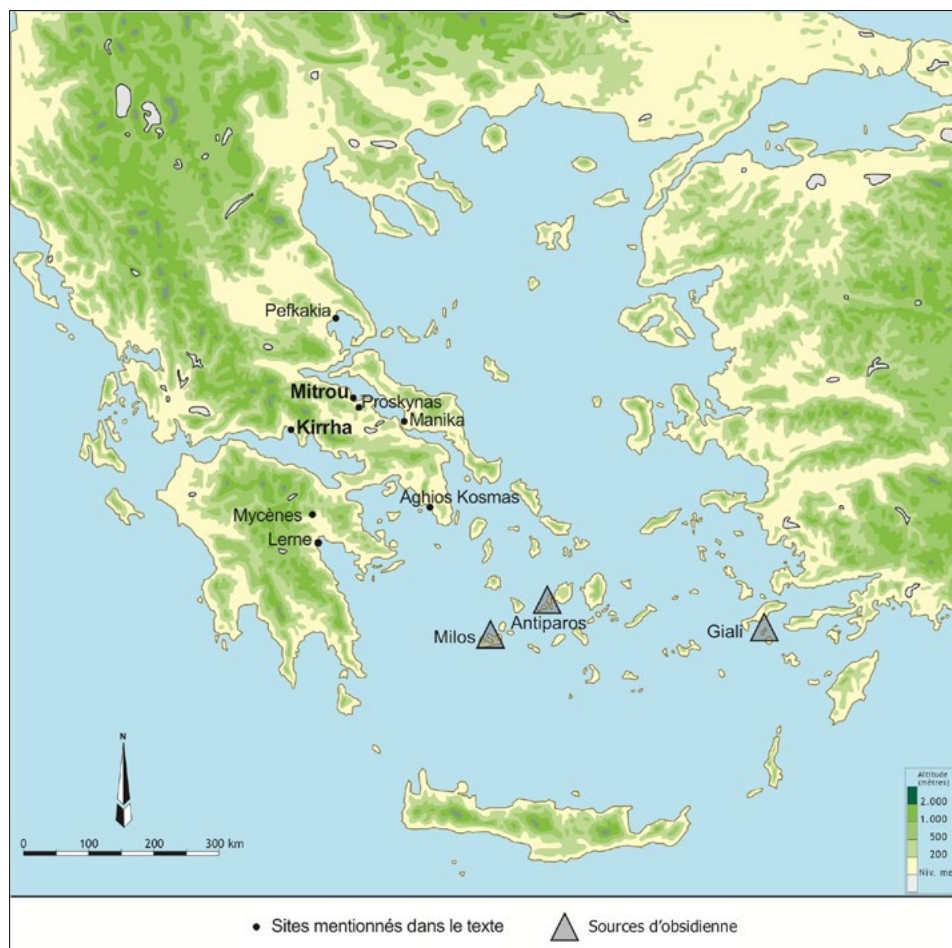


Fig. 1. Carte des sites mentionnés dans le texte et des sources d'obsidienne.

Celle-ci se traduirait par un partage de traits communs, visibles à travers l'adoption d'objets et de pratiques d'obédience cycladique dans l'ensemble du monde égéen. La prégnance des Cyclades est non seulement culturelle, mais également économique si l'on en croit l'étendue et la fréquence des échanges menés par les Cyclades à cette période. Toutefois, les parties nord et nord-ouest de la Grèce continentale en sont exclues (Renfrew, 1972, p. 455). Ces interactions plus prononcées entre les différents mondes de l'Égée sont considérées comme étant pacifiques et motivées par le métal (Renfrew, 1972, p. 451).

1.2. Production et consommation du lithique taillé

Malgré la présence de ce nouveau matériau qu'est le métal, l'obsidienne est encore une matière première très utilisée, comme en témoigne sa présence en quantités importantes dans les sites de Grèce méridionale en particulier. Elle est souvent majoritaire voire unique matériau de l'industrie lithique taillée (ex. près de 85 % à Proskynas [Manos, 2011], 92 % à Mitrou). Sur les côtes sud du Péloponnèse et en Attique, les habitants des Cyclades auraient fondé des sortes d'*emporía* au sein desquelles l'obsidienne de Mélos arriverait en grande quantité, avec d'autres éléments de la culture matérielle cycladique (Mylonas, 1959 ; Van Andel et Runnels, 1988). Sur des sites côtiers comme Lerne, Manika et Agios Kosmas, ou encore sur des sites localisés sur des voies de communication tels que le site de Litharès, l'obsidienne semble arriver sous forme de blocs bruts (Carter, 1998 ; Karabatsoli et Karimali, 2008 ; Torrence, 1986, p. 219- 221).

En revanche, en s'éloignant de ces centres économiques, ce verre volcanique arriverait sous la forme de nucléus dégrossis ou préformés, à l'exception notable de Pefkakia en Thessalie (Karabatsoli, 1997 ; Karabatsoli et Karimali, 2008). La proximité des sites côtiers, et de ceux placés le long de voies de communication, vis-à-vis des sources de matière première d'une part, la forme sous laquelle celle-ci leur parvient d'autre part, ainsi qu'enfin la prégnance de traits culturels largement empreints de caractères cycladiques pour certains d'entre eux, tout ceci contribue à soutenir l'idée que ces communautés ont pu bénéficier d'un accès privilégié à l'obsidienne. Celui-ci aurait pu se faire de manière directe (blocs directement prélevés sur les gisements), ou à tout le moins via les *emporía* de la côte sud du Péloponnèse (ex. à Litharès [Karabatsoli, 1997]).

Néanmoins, en dehors de ces exceptions, la matière première est importée déjà préparée (nucléus préformés, voire parfois directement sous la forme de lamelles), et son approvisionnement a donc pu se faire par l'intermédiaire de spécialistes (voir ci-après). Toutefois, Pefkakia représente peut-être un cas à part, pour lequel la distance des sources de matière première et le fait que celle-ci y arrive sous une forme partiellement travaillée seulement (blocs dégrossis) ont conduit certains auteurs à proposer un approvisionnement indirect (Karabatsoli et Karimali, 2008). Si cette dernière proposition demeure à l'état d'hypothèse, il est en revanche certain que plusieurs modes d'approvisionnement coexistent, au sein desquels la proximité et les liens avec les Cyclades jouent un rôle prépondérant. La grande diversité évoquée ici pourrait ainsi tout à fait correspondre au modèle de distribution proposé par C. Perlès pour la période du Néolithique récent et final : en effet, cette coexistence de plusieurs moyens d'approvisionnement et de distribution pourrait indiquer une distribution par l'intermédiaire de colporteurs (Perlès, 1990), ces derniers pouvant être ou non spécialistes.

Par ailleurs, il faut préciser ici que nous entendons par ' spécialistes ' des personnes ayant des aptitudes pour la production lithique taillée de haute technicité, et auteurs de productions spécialisées. Ceux-ci peuvent même, dans certains cas et à cette période, être considérés comme ' professionnels ' dans le sens de L. Manolakakis, à savoir ' des individus pratiquant des activités à usage interne et externe du village, [...] impliqu[ant] une structure économique particulière permanente, une organisation de la production intersites, dans une société où l'économie ne fonctionne pas à l'échelle de la maison ou du village, mais à l'échelle régionale ou suprarégionale ' (Manolakakis, 1996, p. 122), comme cela pourrait être le cas à Lerne. Ces professionnels pourraient

être itinérants ou non-itinérants, et potentiellement à temps-partiel (Hartenberger et Runnels, 2001).

L'obsidienne a largement été employée pour produire des lamelles prismatiques très standardisées par pression. Les autres matériaux allochtones sont beaucoup plus rares que l'obsidienne (ex. les silex sont présents à hauteur de 13,5 % à Proskynas [Manos, 2011], et 4 % à Mitrou), mais apparaissent dans des proportions plus importantes qu'auparavant notamment dans le sud de la Grèce continentale (Karabatsoli et Karimali, 2008, p. 254). Ils circulent plutôt sous forme de produits finis, essentiellement des lames, ce qui indiquerait une distribution par l'intermédiaire de spécialistes (Karabatsoli et Karimali, 2008).

La diversité typologique est très faible puisque la majeure partie des outils correspond à ces lamelles en obsidienne utilisées brutes et donc non retouchées. Les analyses tracéologiques réalisées sur le corpus du site de Mitrou ont montré que les lamelles en obsidienne ont été employées sur des matières tendres de tout type (chair animale, végétal tendre fibreux, matières minérales tendres), et ce avec un panel d'actions variées (découpe, perforation, raclage), renvoyant à des activités minutieuses. Le reste de l'outillage se compose d'éclats retouchés, de pièces esquillées, de pièces à encoches, de tronçatures, d'armatures de flèches pédonculées et certaines à base concave présentes dès cette période, et de quelques éléments de faucille représentés par des lames en silex retouchées.

1.3. Place du lithique taillé

Dans ce contexte de changements socio-économiques, aux prémices d'une métallurgie déjà bien établie à l'âge du Bronze ancien égéen, l'industrie lithique prend un nouveau tournant. L'obsidienne brille par son omniprésence dans les sites, et ce dans des quantités considérables (de plusieurs centaines à plusieurs milliers de pièces). Néanmoins, le 'silex chocolat' est toujours présent dans les corpus. Ces productions spécialisées font partie de la vie courante tout en ayant des rôles bien précis au sein de l'outillage domestique, mais prennent également place dans la sphère funéraire comme mobilier d'accompagnement, notamment en ce qui concerne les lamelles en obsidienne (Carter, 1998, 2008), cohabitant aussi parfois avec des productions identiques en silex, comme c'est le cas à Manika (Sapouna-Sakellarakis, 1987). Par ailleurs, ce changement s'accompagne d'une augmentation et d'une diversification de l'outillage en métal dans la deuxième partie de cette phase. En effet, couteaux à tranchant unique et scies apparaissent dans l'habitat (Branigan, 1974, p. 106 ; Kayafa, 1999, 2008). On peut dès lors envisager une parfaite complémentarité entre tous ces outils. D'un côté, des lamelles en obsidienne, au tranchant fin, auraient été employées pour des activités précises, délicates ou de découpe de matières tendres animales comme végétales, ce qui est confirmé par la tracéologie à Mitrou. Les lames en matière plus dures, silex ou jaspé, semblent être mobilisées en particulier pour des activités de moisson (Karabatsoli et Karimali, 2008). D'un autre côté, le métal, par déduction et d'après sa variété typologique, serait utilisé sur des matières dures (bois, os, etc.) avec des gestes variés tels que des mouvements transversaux (raclage), longitudinaux (sciage, découpe) et rotatifs (perçage).

Ainsi, la gestion des matières premières pour l'outillage à cette période serait en relation directe avec leurs capacités techniques, et notamment en termes de précision du tranchant, de dureté et de plasticité.

2. Phase 2 : Âge du Bronze ancien III - Âge du Bronze moyen II, 2500/2250-1700 B.C.

2.1. Contexte socio-économique

À la transition BA IIB/BA III, des destructions, des abandons de sites et des fortifications ont été observés, ainsi qu'un changement dans la culture matérielle. Les produits finis ne circulent plus ou peu, et les réseaux d'échanges commerciaux sont globalement interrompus. De plus, un déclin

des savoir-faire est observé (Forsén, 1992). Cette rupture a conduit les premiers observateurs de ce phénomène à invoquer des raisons migratoires ou colonisationnelles (Howell, 1973 ; Hood, 1986). D'autres explications ont été avancées pour expliquer ce ' cultural break ', comme l'impact du changement climatique (Bintliff, 2012, p. 214 ; Finné *et al.*, 2011 ; Manning, 1997) et de la dégradation des terres (Whitelaw, 2000), des raisons commerciales et/ou des changements en termes d'activités économiques (Broodbank, 2000 ; Rahmstorf, 2015 ; Runnels, 1985) ou encore une conjonction de ces différents facteurs (Wiener, 2013).

2.2. Production et consommation du lithique taillé

Cette rupture est également visible dans l'industrie lithique taillée. Elle se traduit par des productions lamellaires en obsidienne plus rares, au profit d'un débitage d'éclats, notamment en roches diverses et souvent locales (silex divers, roches siliceuses locales, radiolarite, quartzite sur le continent ; et obsidienne sur les îles). Ce dernier est réalisé *in situ* par le biais de techniques moins élaborées (augmentation de la percussion directe dure ou posée sur enclume). À Mitrou, le taux d'obsidienne passe à 70 %, le silex chocolat à 7 % et les autres matières à 23 % ; et à Kirrha, on note respectivement 61, 15 et 24 % ; alors que lors de la phase précédente l'obsidienne culminait à plus ou moins 90 %. De plus, l'obsidienne fait parfois l'objet de pratique de réemploi et de recyclage. À Mitrou, des pièces provenant des occupations antérieures ont été réutilisées au Bronze moyen : ce phénomène est observé sur 14 % des artefacts en obsidienne. Quant à la diversité typologique, celle-ci est toujours aussi faible puisque les outils renvoient essentiellement à des lamelles et des éclats présentant des traces d'usures sur les tranchants, ainsi que quelques pièces esquillées et grattoirs.

Toutefois, les analyses tracéologiques montrent *a contrario* des activités plus variées que durant la Phase 1 : les lamelles sont souvent utilisées sur des matières tendres souples et humides, végétales ou animales (mais de manière beaucoup plus prolongée que précédemment), et les éclats indiquent des activités de boucherie, des découpes d'os et des raclages de chair fraîche. En outre, certains produits finis en pierre taillée continuent d'être produits et font figure d'exceptions dans la rareté des objets en circulation à l'époque. C'est le cas des armatures de flèches à base concave en silex et en obsidienne qui sont de plus en plus nombreuses.

Par ailleurs, un nouvel objet fait son apparition : le denticulé. Cet outil, majoritairement en silex sur le continent et en opale dans les Cyclades, est fabriqué à partir de gros éclats, ou plus rarement de lames. De forme trapézoïdale, il possède des troncatures opposées et un dos faisant face à une partie active denticulée présentant très régulièrement un lustré lié à des activités de découpe de céréales. Cette production spécialisée, dont on ne situe pas pour l'heure le lieu de fabrication, connaît une grande dispersion dans le bassin méditerranéen, et ce malgré le climat de repli généralisé.

Il est retrouvé dans l'ensemble du monde égéen y compris en Troade (Gastov et Nedelcheva, 2016 ; Gurova, 2016 ; Gurova et Chabot, 2007) et en Crète (Carter, communication personnelle), et des objets similaires sont également observés dans la région de l'actuelle Bulgarie (Gurova et Chabot, 2007), en Anatolie ou encore au Proche-Orient à partir du 2^e millénaire (voir notamment Coqueugniot, 2006, 1991 ; Manclossi, Rosen et Lehmann 2018 ; Rosen, 1997).

2.3. Place du lithique taillé

L'outillage en pierre semble changer de statut. Après avoir eu un rôle précis dans le domaine pratique, mais aussi symbolique, il semble pallier la diminution importante de mobilier en métal dès la fin de l'International Spirit (Kayafa, 2010 ; McGeehan-Liritzis, 1983). Le métal, plus rare, est désormais retrouvé dans les tombes essentiellement sous la forme d'armes, tandis que d'activité métallurgique en Grèce continentale devient fortement restreinte (Blackwell, 2011). Ce changement se traduit dans l'industrie lithique par une diversité typologique légèrement plus importante (Karabatsoli, 1997), une utilisation des ressources locales, des pratiques de recyclage

et une faible standardisation des outils qui se trouvent être utilisés de manière beaucoup plus prolongée pour des activités beaucoup plus diverses, comme cela s'observe sur le site de Mitrou. L'outillage lithique taillé prend alors un rôle purement utilitaire et se limite au monde domestique, alors que le métal se restreint au monde funéraire (Kayafa, 2010 ; Runnels, 1985). Enfin, malgré le repli généralisé évoqué précédemment, de nouveaux réseaux d'échange apparaissent à l'image de celui des denticulés, voire se développent concernant les armatures de flèches.

3. Phase 3 : Âge du Bronze moyen III - Âge du Bronze récent III, 1700-1200/1090 B.C.

3.1. Contexte socio-économique

Cette phase correspond à la période mycénienne. L'Égée s'ouvre de nouveau aux échanges longues distances et on observe encore une fois l'avènement d'une culture commune, mais à l'étendue plus grande. Les élites émergent et les biens de prestige (matières exotiques travaillées, parure et armes) vont jouer un rôle important en tant qu'attributs du pouvoir.

3.2. Production et consommation du lithique taillé

La proportion d'obsidienne diminue encore puisqu'elle passe à 56 % à Mitrou et à 43 % à Kirrha. La présence du silex quant à elle augmente notamment par le biais des nombreux denticulés. Par ailleurs, la dichotomie entre les outils domestiques techniquement peu investis et aux usages variés et les outils spécialisés fabriqués par des artisans est encore plus grande à cette période. Si la présence de métal est très grandissante et que certains outils en silex circulent toujours (les denticulés), ceux-ci ne semblent pas pallier le besoin en outils, au moins dans la sphère domestique, d'autant plus que la circulation des lamelles en obsidienne a cessé. En effet, ce besoin est tel qu'il est possible de voir une persistance de la réutilisation et du recyclage d'anciennes pièces lithiques comme en témoignent les exemples de Mitrou (plus de 11 % des artefacts en obsidienne) ou encore de Lerne (Runnels, 1985). En somme, les quelques lamelles en obsidienne découvertes dans ces contextes ne correspondent donc pas à une persistance des ateliers de production, même si l'usage de ces objets persiste par le biais du recyclage. Par contre, on remarque toujours une production d'éclats en roches variées, locales et souvent de mauvaise qualité.

3.3. Place du lithique taillé

Les réseaux d'échanges de matières premières lithiques semblent coupés dans certains sites périphériques, comme à Kirrha ou à Mitrou où il s'agit essentiellement de récupération, de réemploi et d'activités de débitage peu investies sur ressources locales. La production et la distribution des objets en pierre taillée ne semblent pas s'insérer au sein de l'organisation palatiale : ce sont plutôt des sites périphériques qui se chargent de recevoir les matières premières, de produire et de redistribuer les produits finis dans les palais continentaux, mais aussi à l'extérieur (Parkinson, 2010, 1999). Il faut toutefois souligner que ce constat n'est pas une règle générale appliquée à l'ensemble du monde égéen, les spécificités culturelles en terme de modalités de distribution de l'industrie lithique étant conservées, comme on peut le voir par exemple en Crète (Parkinson, 2010, Carter communication personnelle). Sur le continent, les outils spécialisés comme les pointes de flèches en pierre cessent d'être employés dans les tombes à partir de l'Helladique récent II (Druart, 2010), tandis que les denticulés persistent au sein de la sphère domestique jusqu'au début de la période suivante, le Protogéométrique, comme c'est le cas à Mitrou. Les productions domestiques sur matériaux locaux, encore présentes à l'âge du Bronze récent, seront les seules qui perdureront au-delà de l'âge du Bronze et jusqu'à la période historique (Runnels, 1982).

Conclusion

Il existe ainsi une variation à deux vitesses de la production et de la consommation de l'industrie lithique taillée. En effet, la sphère domestique est le lieu d'une production locale, complétée par

des pratiques de recyclage (notamment dès le Bronze moyen), dans le but d'une consommation courante pour des besoins variés, et ce tout au long de l'âge du Bronze. D'un autre côté, les lamelles en obsidienne durant la phase 1 et les armatures et denticulés à partir de la phase 2 sont produits par des spécialistes, pour des besoins spécifiques et circulent sur de plus ou moins longues distances. Ainsi, ces objets ont une trajectoire différente qui n'est pas de l'ordre de la ' niche fonctionnelle ', car leurs équivalents métalliques existent, mais est plutôt relative à des raisons socio-économiques et idéologiques. En effet, la pierre demande moins d'investissement matériel que ce soit de l'approvisionnement à la production. Ce sont pour ces raisons que, par temps de troubles, la pierre apparaît comme plus accessible, que ce soit pour les tâches quotidiennes ou encore la guerre, et ce pour toutes les tranches de la société. En effet, durant l'âge du Bronze égéen, les outils et armes en pierre taillée proviennent de réseaux spécialisés, en dehors du contrôle palatial. Elle est d'autant plus accessible par le biais du recyclage qui demande très peu d'investissement et n'implique aucun coût. Dans un autre registre, les pointes de flèches en pierre taillée sont très nombreuses, notamment dans les premières tombes mycéniennes aux côtés de pointes de flèche en bronze, alors que l'on fait face à une période de déclin de l'industrie lithique taillée. En effet, placées au sein de l'opulent mobilier funéraire de ces tombes mycéniennes, leur présence signifie que leur valeur symbolique n'est pas amoindrie face à leur équivalent en bronze. Ainsi, la pierre et le métal ne sont pas opposés, mais jouent des rôles similaires dans le développement du symbolisme guerrier dans la société mycénienne (Druart, 2010), visible aussi bien à travers des scènes de chasse que des scènes de combat (Laffineur, 1985). En conclusion, ces exemples à travers l'âge du Bronze grec témoignent de la continuité de l'efficacité technique et symbolique de la pierre taillée, et cela jusqu'à l'arrivée du fer, événement qui bouleversera de façon encore plus radicale les systèmes économiques et sociaux que ne l'a fait le bronze.

Bibliographie

- Bintliff, J.L. (2012) Environmental degradation and the decline of ancient complex societies in the Mediterranean region. In F. Bertonecello and F. Braemer, eds, *Actes des XXXIIIe rencontres internationales d'archéologie et d'histoire d'Antibes. Presented at the variabilités environnementales, mutations sociales*. Antibes: Ed. APDCA, pp. 213–220.
- Blackwell, N. (2011) *Middle and Late Bronze Age metal tools from the Aegean, eastern Mediterranean, and Anatolia: Implications for cultural/regional interaction and craftsmanship*. Unpublished Ph.D. dissertation, Bryn Mawr: Bryn Mawr College.
- Branigan, K. (1974) *Aegean metalwork of the Early and Middle Bronze age*. Oxford: Clarendon Press.
- Broodbank, C. (2000) *An island archaeology of the early Cyclades*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Carter, T. (1998) *'Through a glass darkly': obsidian and society in the southern Aegean Early Bronze Age*. Unpublished Ph.D. dissertation, London: London University.
- Carter, T. (2008) The consumption of obsidian in the Early Bronze Age Cyclades. In N.J. Brodie, J. Doole, G. Gavalas and C. Renfrew, eds, *Horizon: A colloquium on the prehistory of the Cyclades*. Cambridge: McDonald Institute for Archaeological Research, pp. 225–235.
- Coqueugniot, E. (1991) Outillage de pierre taillée du Bronze récent (Ras Shamra 1978-1988). In M. Yon, ed., *Ras Shamra-Ougarit IV: arts et industries de la pierre*. Lyon: Maison de l'Orient, pp. 127–204.
- Coqueugniot, E. (2006) Les outillages en pierre taillée et la question des lames ' cananéennes ': étude préliminaire. In J.-P. Thalmann, ed., *Tell Arqa-1, les niveaux de l'âge du Bronze*. Beyrouth: BAH 177, pp. 195–202.
- Druart, C. (2010) Production and function of stone arrowheads in the Mycenaean civilization: A techno-morphological and functional approach. In B.V. Eriksen, ed., *Lithic technology in metal using societies: Proceedings of a UISPP workshop*, Lisbon, September 2006. Højbjerg: Jutland Archaeological Society Publications, pp. 143–155.
- Finné, M., Holmgren, K., Sundqvist, H.S., Weiberg, E., and Lindblom, M. (2011) Climate in the eastern Mediterranean, and adjacent regions, during the past 6000 years- A review. *Journal of Archaeological Science*, 38 (12), pp. 3153–3173.
- Forsén, J. (1992) *The twilight of the Early Helladics: A study of the disturbances in east-central and southern Greece towards the end of the Early Bronze Age*. Jonsered: P. Aström, Pocket-books.

- Gastov, I., and Nedelcheva, P. (2016) Early Bronze Age lithic assemblages from Troia. In E. Pernicka, S. Ünlüsoy and S.W.E. Blum, eds, *Early Bronze Age Troy: Chronology, cultural development and interregional contacts. Proceedings of an international conference held at the University of Tübingen, May 8-10, 2009*. Bonn: Verlag Dr. Rudolf Habelt GmbH, pp. 375–377.
- Gurova, M. (2016) Troy I–V chipped stone assemblages: Functional connotations. In E. Pernicka, S. Ünlüsoy and S.W.E. Blum, eds, *Early Bronze Age Troy: Chronology, cultural development and interregional contacts. Proceedings of an international conference held at the University of Tübingen, May 8-10, 2009*. Bonn: Verlag Dr. Rudolf Habelt GmbH, pp. 379–395.
- Gurova, M., and Chabot, J. (2007) Typologie, fonction, traces d'usure et contexte : où est le juste milieu ? Exemples de Bulgarie, de Troie et de Mésopotamie septentrionale. In A. Bain, J. Chabot, and M. Moussette, eds, *La mesure du passé : contributions à la recherche en archéométrie (2000-2006)*. Oxford: BAR International Series 1700, pp. 75–88.
- Hartenberger, B., and Runnels, C. (2001) The organization of flaked stone production at Bronze Age Lerna. *Hesperia*, 70, pp. 255–283.
- Karabatsoli, A. (1997) *La production de l'industrie lithique taillée en Grèce centrale pendant le Bronze Ancien (Litharès, Manika, Nemée, Pefkakia)*. Lille : A.N.R.T. Université de Lille III.
- Karabatsoli, A., and Karimali, E. (2008). Etude comparative des industries lithiques taillées du Néolithique Final et du Bronze Ancien Egéen : le cas de Pefkakia. In H. Erkanal, H. Hauptmann, V. Şahoğlu and R. Tuncel, eds, *The Aegean in the Neolithic, Chalcolithic and the Early Bronze Age. Proceedings of the international symposium, October 13th-19th 1997, Urla-İzmir (Turkey)*. Ankara: Ankara University press, pp. 251–262.
- Kayafa, M. (1999) *Bronze Age metallurgy in the Peloponnese, Greece*. Birmingham: University of Birmingham.
- Kayafa, M. (2008) Copper-based artefacts in the Bronze Age Peloponnese: A quantitative approach to metal consumption. In I. Tzachili, ed., *Aegean metallurgy in the Bronze Age: Proceedings of an international symposium held at the University of Crete, Rethymnon, Greece, on November 19-21, 2004*. Athens: Ta Pragmata, pp. 211–223.
- Kayafa, M. (2010) Middle Helladic metallurgy and metalworking: Review of the archaeological and archaeometric evidence from the Peloponnese. In A. Filippa-Touchais, G. Touchais, S. Voutsaki and J. Wright, eds, *Mesohelladika: la Grèce continentale au Bronze Moyen. Actes du colloque international organisé par l'école française d'Athènes, en collaboration avec l'American school of classical studies at Athens et le Netherlands institute in Athens, Athènes, 8-12 Mars 2006*. Athènes: Ecole française d'Athènes, pp. 701–711.
- Laffineur, R. (1985) Iconographie minoenne et iconographie mycénienne à l'époque des tombes à fosse. *Bulletin de Correspondance Hellénique*, Supplément 11, pp. 245–266.
- Mancossi, F., Rosen, S.A., and Lehmann, G. (2018). The decline and disappearance of chipped-stone tools: New insights from Qubur al-Walaydah, a Late Bronze/Iron Age site in Israel. *Lithic Technology* 43(2): 93-124.
- Manning, S.W. (1997) Cultural change in the Aegean c. 2200 BC. In H.N. Dalfes, G. Kukla and H. Weiss, eds, *Third millenium BC climate change and old world collapse*. New York: Springer, pp. 149–171.
- Manolakakis, L. (1996) Production lithique et émergence de la hiérarchie sociale : l'industrie lithique de l'Énéolithique en Bulgarie (Première moitié du IVe millénaire). *Bulletin de la Société Préhistorique Française*, 93, pp. 119–123.
- Manos, I. (2011) *Les industries lithiques taillées du site de Proskynas, Grèce Centrale (Néolithique Récent/ Bronze Ancien) : caractérisation et contexte régional*. Unpublished Ph.D. dissertation, Montpellier : Université de Montpellier 3.
- McGeehan-Liritzis, V. (1983) The relationship between metalwork, copper sources and the evidence for settlement in the Greek Late Neolithic and Early Bronze Age. *Oxford Journal of Archaeology*, 2(2), pp. 147–180.
- Mylonas, G.E. (1959) *Aghios Kosmas an Early Bronze Age settlement and cemetery in Attica*. Princeton: Princeton University Press.
- Parkinson, W.A. (1999) Chipping away at the Mycenaean economy: Obsidian exchange, linear B, and palatial control in Late Bronze Age Messenia. In M.L. Galaty and W.A. Parkinson, eds, *Rethinking Mycenaean palaces: New interpretations of an old idea*. Los Angeles: Cotsen Institute of Archaeology, pp. 73–85.

- Parkinson, W.A. (2010) Beyond the peer: Social interaction and political evolution in the Bronze Age Aegean. In D.J. Pullen, ed., *Political economies of the Aegean Bronze Age: Papers from the Langford conference, Florida State University, Tallahassee, 22-24 February 2007*. Oxford: Oakville, pp. 11–34.
- Philippa-Touchais, A. (2011) ‘Cycles of collapse in Greek prehistory’: Reassessing social change at the beginning of the Middle Helladic and the Early Iron Age. In A. Mazarakis Ainian, ed., *The ‘dark ages’ revisited. Acts of an international symposium in memory of William D.E. Coulson, University of Thessaly, Volos, 14-17 June 2007*. Volos: University of Thessaly Press, pp. 31–44.
- Rahmstorf, L. (2015) The Aegean before and after c. 2200 BC between Europe and Asia: Trade as a prime mover of cultural change. In H. Meller, H.W. Arz and R. Jung, eds, *2200 BC- A climatic breakdown as a cause of the collapse of the old world. 7th archaeological conference of Central Germany, October 23-26 in Halle (Saale)*. Halle: Landesmuseums für Vorgeschichte, pp. 149–180.
- Renfrew, C. (1972) *The emergence of civilization: The Cyclades and the Aegean in the third millennium B.C.* London: Methuen.
- Renfrew, C. (1984) *Approaches to social archaeology*. Edinburgh: Edinburgh University Press.
- Rosen, S.A. (1997) *Lithics after the Stone Age: A handbook of stone tools from the Levant*. Walnut Creek: Altamira Press.
- Runnels, C.N. (1982) Flaked-stone artifacts in Greece during the historical period. *Journal of Field Archaeology*, 9 (3), pp. 363–373.
- Runnels, C.N. (1985) The Bronze Age flaked stone industry from Lerna: A preliminary report. *Hesperia*, 54, pp. 375–391.
- Sapouna-Sakellarakis, E. (1987) New evidence from the Early Bronze Age cemetery at Manika, Chalkis. *Annual at the British School at Athens*, 82, pp. 233–264.
- Torrence, R. (1986) *Production and exchange of stone tools: Prehistoric obsidian in the Aegean*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Van Andel, T.H., and Runnels, C.N. (1988) An essay on the ‘emergence of civilization’ in the Aegean world. *Antiquity*, 62, p. 234–247.
- Whitelaw, T. (2000) Settlement instability and landscape degradation in the Southern Aegean in the third millennium BC. In P. Halstead and C. Frederick, eds, *Landscape and land use in postglacial Greece*. Sheffield: Sheffield Academic Press, pp. 135–161.
- Wiener, M.H. (2013) ‘Minding the gap’: Gaps, destructions, and migrations in the Early Bronze Age Aegean. Causes and consequences. *American Journal of Archaeology*, 117(4), pp. 581–592.

Bronze Age flint denticulates: A Bulgarian case study in transregional perspective

Maria Gurova ¹

¹ : Prehistory Department, National Institute of Archaeology with Museum, Bulgarian Academy of Sciences

maria.gurova@naim.bg

Abstract:

Denticulates with cereal polish are the hallmark of chipped-stone assemblages from Bulgarian late prehistory. From the beginning of the Bronze Age, traditional sickles were replaced by a new type, and a shift in sickle morphology and mode of use can be recognised. During the 4th millennium BCE, denticulated blades became a characteristic feature of the flint industry and they may be conceived as 'diagnostic tools'. The denticulated edges are often combined with lateral back and transverse truncations. The morphology of the implements and the location of polish suggest parallel hafting in a straight or slightly arched handle, or manual manipulation. Denticulates have a broader distribution, from the Levant to the Northwest Europe. Based on the similar spectrum of the cereal crops, a polycentric and simultaneous change in the agricultural toolkit can be envisaged; but archaeological evidence and proper interpretation are needed to resolve the problem of why Bronze Age denticulates are so widely distributed.

Key words:

BRONZE AGE; DENTICULATES; SICKLE; TRANSREGIONALITY.

Résumé :

Les pièces denticulées avec des polis sont un des éléments caractéristiques des industries lithiques de Bulgarie. Dès le début de l'âge du Bronze, les éléments de faucilles traditionnels sont remplacés par un nouveau type d'outil, et un changement morphologique et d'utilisation des faucilles est enregistré. Au cours du 4^{ème} millénaire, les lames denticulées deviennent des 'fossiles directeurs' pour cette période. Les tranchants retouchés sont souvent accompagnés de bords abattus et de tronçatures transversales. La morphologie de ces pièces et la disposition des polis indiquent un emmanchement parallèle dans un manche droit (ou légèrement arqué) ou une utilisation sans emmanchement. Les pièces denticulées montrent une distribution spatiale très large, du Levant jusqu'à l'Europe occidentale. Sur la base d'un spectre similaire des céréales, un changement polycentrique et presque simultané de l'outillage agricole peut être envisagé. Néanmoins, les données archéologiques et une interprétation contextuelle approfondie sont indispensables pour résoudre le problème de la distribution des pièces denticulées de l'âge du Bronze.

Mots-clés :

AGE DU BRONZE ; DENTICULÉES ; FAUCILLES, TRANS-RÉGIONALITÉ.

1. Introduction

The archaeological remains from Bulgaria offer abundant Holocene flint assemblages, the analysis of which reveals a large spectrum of subsistence and household activities. This paper is based on numerous personally studied assemblages with emphasis on agricultural flint tools, and represents well-documented evidence of sickle use and variability in Bulgaria in diachronic perspective, with a focus on Bronze Age denticulates (*fig. 1*). The transregional context includes several Bronze Age assemblages from Anatolia and the southern Levant. Many of my studies concerning prehistoric agricultural toolkits and practice are already published (Gurova, 2001, 2002, 2006, 2013, 2014c, 2016a-b, 2018; Gurova and Chabot, 2007); others are still in progress.

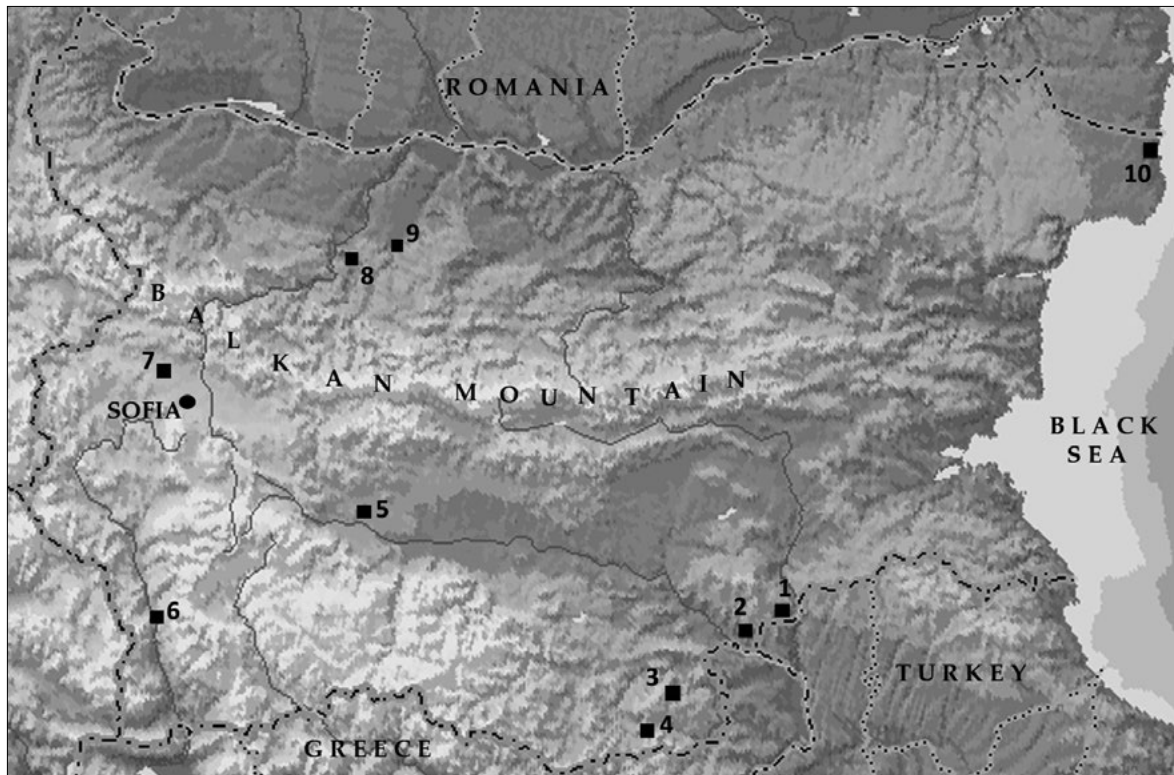


Fig. 1. Map of Bulgaria with sites with flint assemblages studied by the author and discussed in the text: 1 – Svilengrad; 2 – Mihalich; 3 – Aul Kaya; 4 – Ada tepe; 5 – Tell Yunatsite; 6 – Kamenska Čuka; 7 – Kostinbrod; 8 – Lepitsa; 9 – Popska mogila; 10 – Durankulak. Figure by M. Gurova.

At the outset it will be useful to present the general and still commonly used chronological framework of the Holocene cultural sequence in Bulgaria. The cultural periodisation of the prehistoric periods and their absolute chronology based on ^{14}C dating can be presented as follows (after Boyadziev, 1995):

Neolithic (4 phases): 6300/6200 – 4900/4850 cal BC;
 Chalcolithic (3 phases): 4900/4850 – 4100/3800 cal BC;
 Transitional periods: 3850/3750 – 3200/3150 cal BC;
 Bronze Age (3 phases): 3200/3150 – 1100/1000 cal BC.

There are some critical and still debatable points in this conventional scheme, such as the beginning of the Neolithic, the end of the Chalcolithic, the transition to the Bronze Age and its subdivisions. However, discussion of these issues is beyond the scope of this study and for present purposes the general outline of the Bronze Age chronology will be suffice: 4th–2nd millennium Cal. BC. The periodisation used here is that offered by I. Panayotov, which starts at 3500 and ends at 1200/1100 Cal. BC (Panayotov, 1995, p. 248).

A very brief synopsis of the prehistoric agricultural equipment should be provided. During the Neolithic, and from its very beginning, a completely developed and efficient type of sickle is attested – the so called and very well known ‘Karanovo sickle’ (e.g., Gurova, 2018, fig. 11.3). In the Early Neolithic in all sites of the Karanovo I-II cultural alliance distinctive sickle inserts occurred as part of the formal toolkits made from Balkan flint. This raw material has cluster of outcrops in central-north Bulgaria and reached an extensive and long-distance distribution. Sickle inserts are numerous and show considerable typological variability. Almost all pieces have an angular shiny cereal polish (from slightly oblique to diagonal), which indicates the oblique insertion of the flint elements into a curved antler handle – which is the most characteristic trait of the ‘Karanovo

type' sickle. Sickle blades with parallel lateral polish are extremely rare. Most of the Neolithic sickle elements show exhaustive use, recognizable by the utilisation traces and clear evidence of re-sharpening. A similar strong development of agriculture continued during the Chalcolithic period when the same 'Karanovo type' of composite sickles were used, but probably made mainly with wooden hafts because no antler handles are preserved from that period. Compared to the Neolithic, the sickle inserts became more standardised in their morpho-metrical parameters, normally made on fragmented regular blades (with or without retouch). From the raw material perspective, in the Chalcolithic the use of high quality Ludogorie flint, whose sources are located in northeast Bulgaria, became prevalent and widespread.

The archaeological evidence of the transition from the Chalcolithic to the Early Bronze Age is poor and ambiguous. In the ^{14}C chronology, there is a gap between the final Chalcolithic and the EBA, the duration of which varies from 5 to almost 10 centuries (depending on the context of samples, dates and their modelling). This is called the 'transitional period', the interpretation of which is still ambiguous especially from the social perspective. There is a long-lasting debate about the transition from the Chalcolithic to the Bronze Age in Southeast Europe. Some scholars approached the 'steppe invasion' problem and theory (in Bulgarian consideration) through arguments of palaeoenvironmental and climatic changes (Todorova, 1986). On the other hand, some evidence in favour of social tensions, conflicts and discontinuity has recently come from interdisciplinary studies of settlements offering sequences from both periods, such as Tell Yunatsite (Boyadzhiev, 2014).

From a lithic perspective, the problem has been approached by N. Sirakov and T. Tsonev arguing for the obvious similarities and continuity between Chalcolithic and EBA flint technologies. They described the Hotnitsa-Hodopada assemblage (culturally and chronologically belonging to the 'transitional period' between the Chalcolithic and the EBA) as being 'deeply rooted into autochthonous Eneolithic traditions without any external influences' (Sirakov and Tsonev, 1995, 252). I will omit the debate without arguing with the proposition of the Bronze Age flint production as having inherited the high standards of the preceding period (see also Alexandrov *et al.*, 1998, p. 23-24). It is noteworthy, however, that there is no reason to argue for inherited know-how of knapping techniques. While the Chalcolithic lamellar production reached the highest possible peak with standard blade and superblade production and a very rich typological repertoire (e.g., Manolakakis, 2005), BA blade-based assemblages show rather a decline in every aspect. The only sphere of continuation and maintaining of high standard production relates to the category of bifacial tools (spear and arrowheads) based on pressure flaking technique. Some studies provide an adequate illustration of the typological repertoire of the BA flint assemblages (e.g., Zlateva-Uzunova, 2002, 2005).

2. The Bronze Age agricultural toolkit

My studies of Bronze Age flint assemblages comprise techno-typological and use-wear analyses of inventories from Bulgaria, southwest and west Anatolia and the southern Levant. Some of these studies are published: Mihalich (Gurova, 2001), Saite (Gurova, 2002), Svilengrad (Gurova, 2006), Tell Yunatsite (Gurova, 2014c); others were analyzed: Kamenska Čuka (Stefanovich and Bankoff, 1998), Lepitsa, Durankulak (Atanasov and al. 2012), Kostinbrod-site 5 (Grigorov and al. 2016); three more studies are in progress: Ada Tepe (Nekhrizov, 2006), Aul Kaja (Nekhrizov, 2008), and Popska mogila (Ivanov and Dzhurkovska, 2017). These researches and the accumulated knowledge of the preceding prehistoric periods has allowed me to define a new agricultural toolkit that appeared in the early phases of the Bronze Age (*fig. 2*). Incidentally, Bronze Age denticulates were recognised as efficient sickles by the founder of use-wear analysis (traceology) S. A. Semenov and published in his major work *Prehistoric Technology* (Semenov, 1957). It is unfortunate that there are still lithic specialists who simplistically interpret denticulates as saws for wood – based purely on visual impressions of the retouched edges of the artefacts...

The end of the traditional sickle inserts repertoire is marked by a techno-typological innovation among flint assemblages consisting of different denticulates (mostly blades and very rarely blade-like flakes), which appeared sporadically in the late Chalcolithic. From the beginning of the Bronze Age, however, they became a characteristic feature of the flint industry and can be considered as the ‘diagnostic’ and most common harvesting tool for this period (Gurova, 2008; Gurova and Chabot, 2007). Denticulates are fashioned with various retouches (uni- and bilateral, uni- and bifacial, from fine to deep). The common feature is the denticulated aspect of the working edge. In some cases, there is evidence of re-sharpening of the working edge and it is difficult to assess whether the original edge was virgin or partially affected by fine denticulation. The fact is that, in the final stage of the sickle blades, the working edge shows denticulation.

In some cases, the edges opposite to the denticulations are backed (possibly connected with hafting). Truncations on transverse parts are sometimes present (fig. 3). The lateral and transverse truncations could be interpreted as a technological approach to make the tools easier for hafting or handholding (i.e., this type of retouch is rather an adjustment than typologically fashioning). The

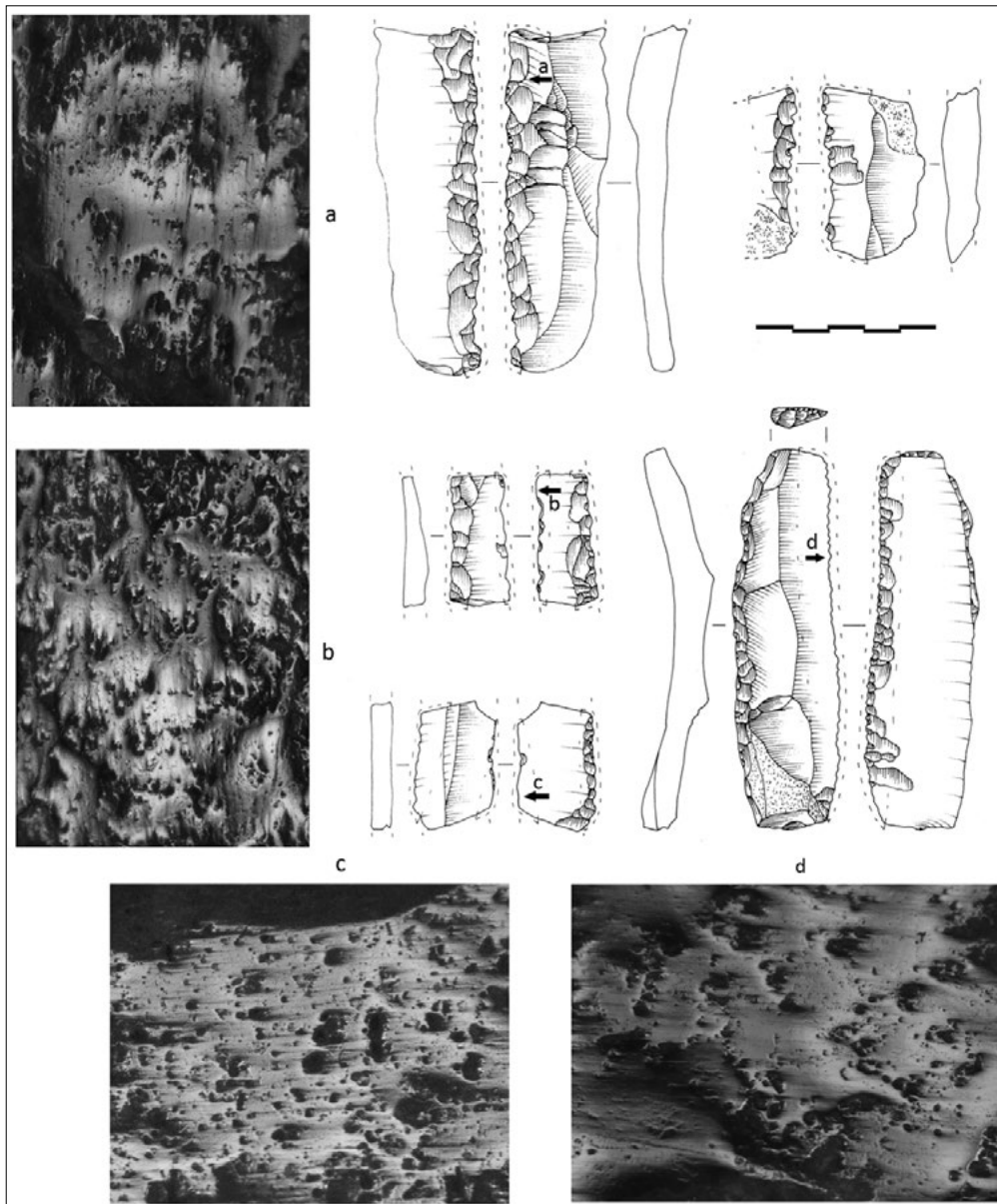


Fig. 2. Flint denticulates (sickles) from the LBA site of Kamenska Čuka; photomicrographs (x100) of cereal polish (after Gurova 2018, fig. 11.9)

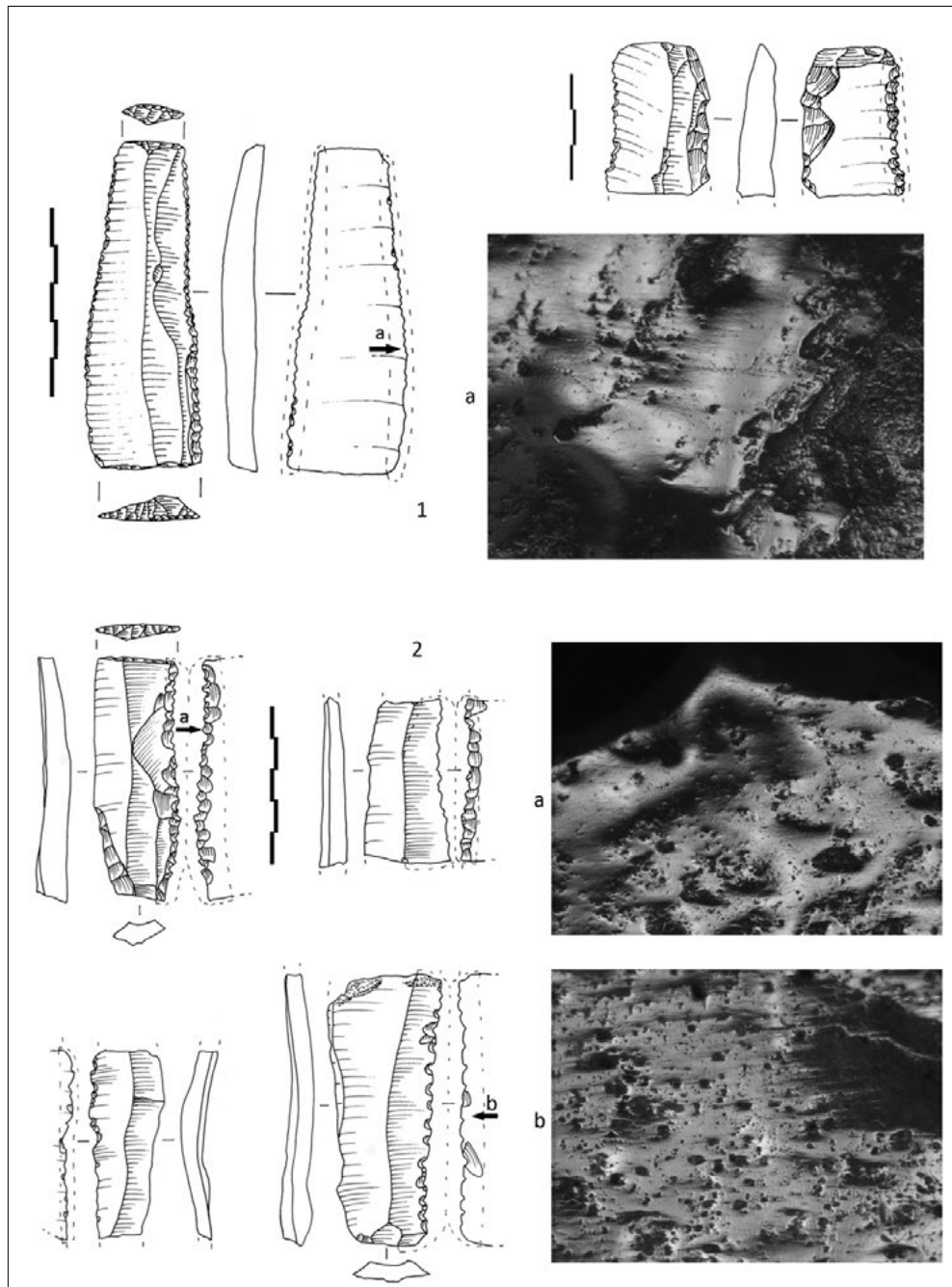


Fig. 3. Flint denticulates (sickles) from: 1 – EBA site of Lepitsa; 2 – LBA site of Aul Kaja; photomicrographs (x100) of cereal polish (after Gurova 2018, fig. 11.8).

modality of hafting could be: 1. Parallel hafting of a long blade in a straight handle, 2. Composite sickles made of several shorter blades in a slightly arched haft, or 3. Simply use in the hand without hafting.

It should be stressed that the optimal accommodation of the reaping tools/sickles is a very important factor for the efficiency of the harvesting process. The process is known and recognised as a shift in sickle morphology and mode of use; however, in terms of the micro-wear patterns, the same characteristics of sickle/cereal polish are observed – smooth and bright with many differently shaped pits and depressions and very often with pronounced linear striations (fig. 4). The polish starts at the teeth of the denticulation and invades the rest of the microtopography of the working edge.

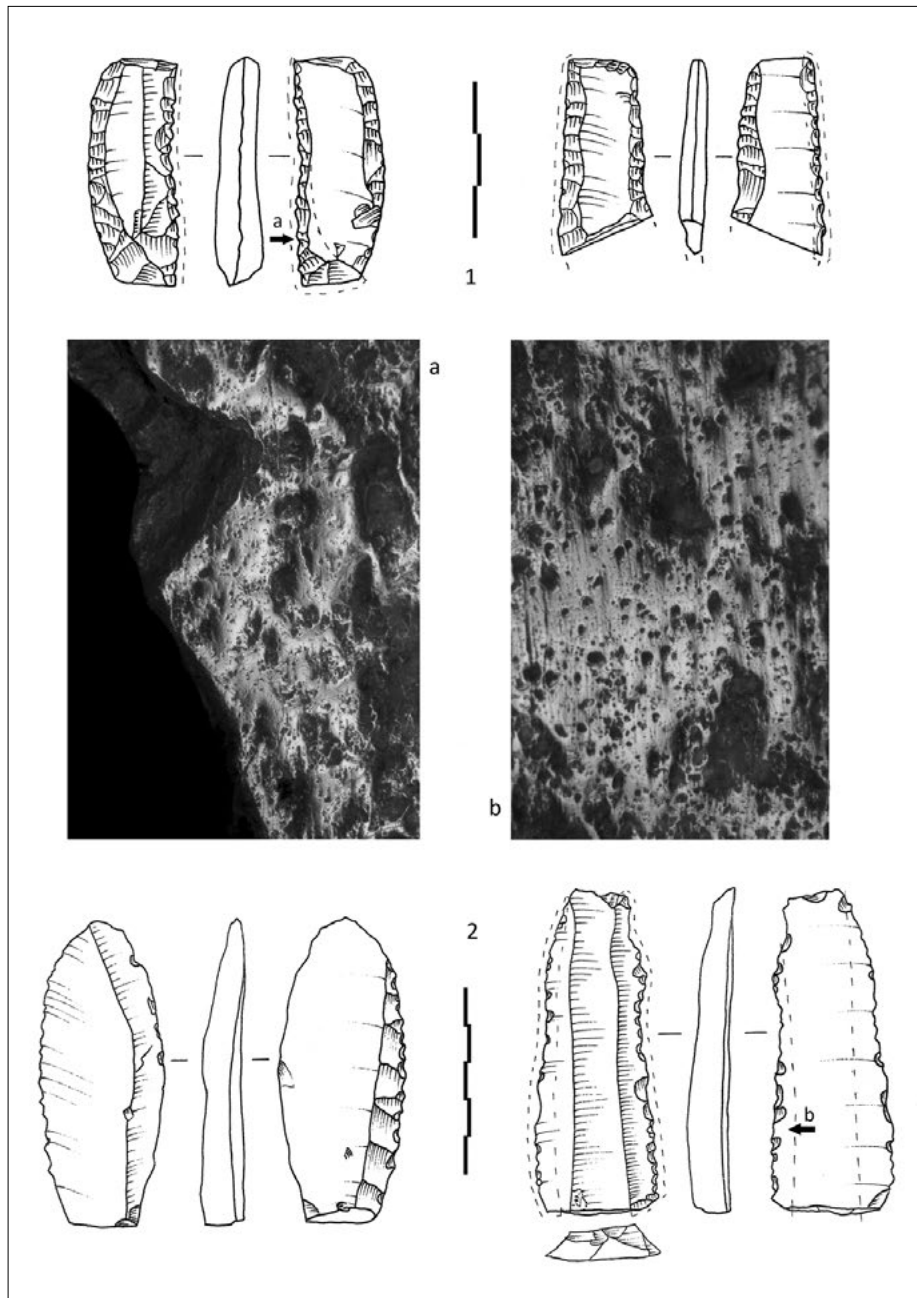


Fig. 4. Flint denticulates (3 sickles) from: 1 – EBA site of Kostinbrod; 2 – BA site of Popska mogila; photomicrographs (x100) of cereal polish. Drawings and photos by M. Gurova.

A question that inevitably arises is what was the reason for this innovation and partial change in the longlasting tradition in harvesting toolkits and cereal processing from the beginning of the Bronze Age? Apart from various indicators of significant change in the material culture and lifestyle in post-Chalcolithic times (paleoenvironmental stress, massive migrations, etc.) the shift in the agricultural toolkits could be at least partially explained by crop diversity.

In comparison with the large spectrum of *cerealia* taxa in the Neolithic and Chalcolithic, during the BA some new species appeared along with many weeds, which quite possibly needed improvements in the harvesting toolkit and mode of use. More details and background about crop diversity in the Bronze Age are presented in the general overview of the prehistoric agricultural toolkits in diachronic perspective (Gurova, 2018).

It should be stressed that metal sickle production starts with bronze-made sickles with slightly curved edges (with no traces of use), but the evolution of the tools led to a very long and deeply curved metal tang hafted in a wooden handle. The most recent examples remain as efficient and recognisable tools of a type that is still in use in peasant society in the Mediterranean (Gurova, 2014a).

3. Notes on the transregional perspective

The denticulates have a broader distribution within the Bronze Age *oikumene*, from the Levant to the Northwest Europe (Rosen, 1997; van Gijn, 2010). I will now briefly show summary results of my study on two Anatolian sites: the emblematic Troy on the west coast, the site of Hacilar Büyük Höyük in the Lake district, as well as several sites in the southern Levant, in Israel (fig. 5).

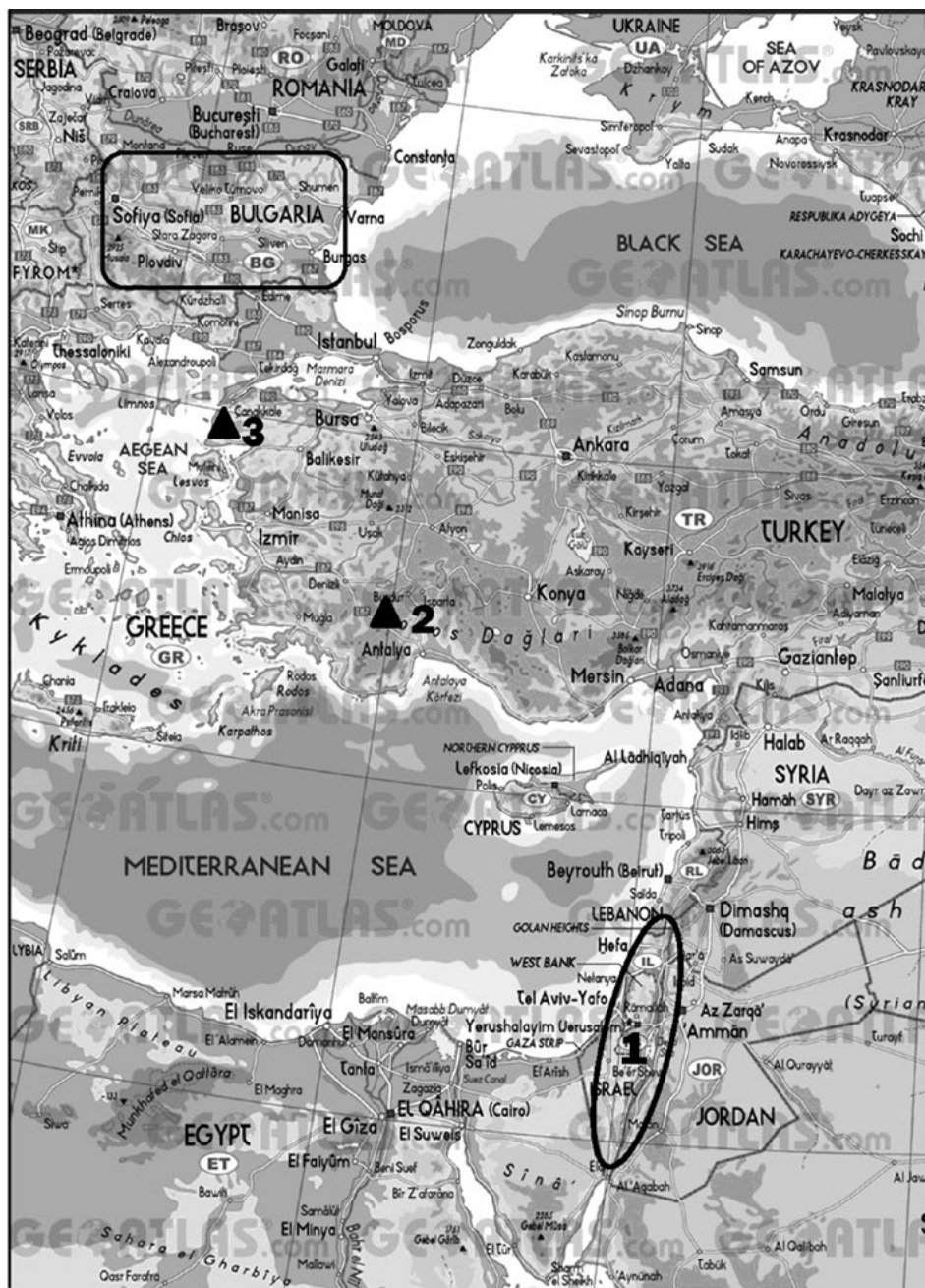


Fig. 5. Map of sites used as case studies in the text: 1 – Israeli area (5 studies sites); 2 – Hacilar Büyük Höyük (Burdur district); 3 – Troy (Çanakkale district). Figure by M. Gurova.

The paper provides data only on personally studied assemblages with reliably studied and determined functions of denticulates because of the fact many studies of BA lithics contain only techno-typological and typological descriptions and/or simplistic functional identification based on visual observations. I have studied assemblages from the whole Bronze Age sequence at Troy with particular emphasis on their functional connotations; the results of the collections from Troy I–V are already published (Gurova, 2016a), the second part about layers VI–VII is forthcoming. A general study on the typological aspects of the Troy chipped stone industry was carried out and briefly published by I. Gatsov (1998).

A general observation on the chipped stone assemblages from the entire sequence suggests it was a strongly flake-oriented industry with rare appearance of blades and no evidence of regular systematic blade production, but with a rich repertoire of implements used as sickles/sickle inserts. There is a category of sickle elements consisting of denticulated, truncated and simply retouched blades, backed pieces (including geometric segments) with parallel to lightly diagonally located polishes suggesting insertion in a curved handle (*fig. 6*). There is also evidence of quite elaborate techniques for tool manufacturing, assuring a particular toolkit for harvesting. One of

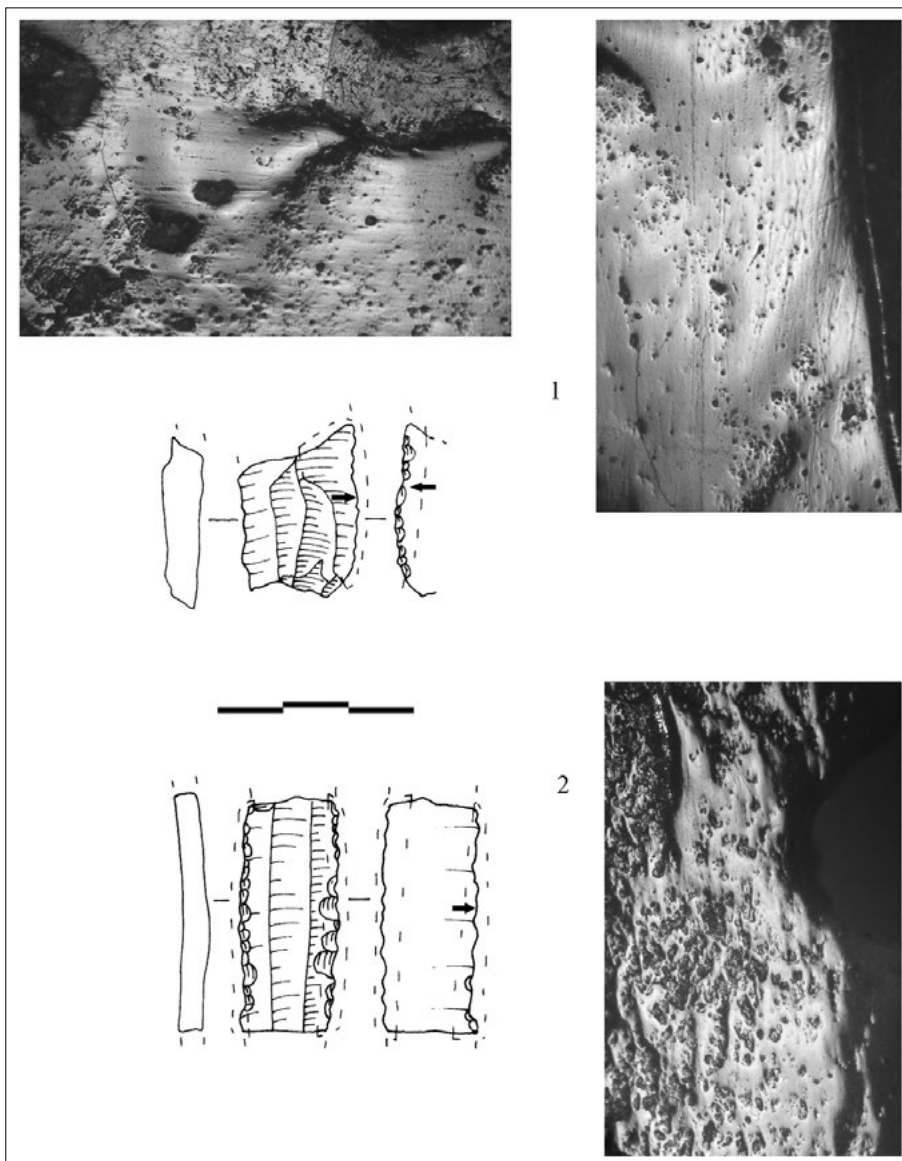


Fig. 6. Flint denticulates (sickles) from Troy V; photomicrographs (x100) of cereal polish (after Gurova 2016a, fig. 10).

the techniques consists of pressure flaking on massive flakes, resulting in partial or total covering retouch. Many of them were used as sickles (Gurova in press, fig. 12).

The most interesting artefacts in the denticulate repertoire consist of tabular denticulated blades, made on thin tabular plates with bifacial retouch. The first appearance of such tabular denticulates is noted in Troy V (Gurova, 2016a, fig. 3.9). There are several examples in Troy VI, VI-VII and one in Troy VII (fig. 7). In most cases these tools reveal as their primary function cereal harvesting with subsequent reutilisation of some of them for hard material processing.

Although many aspects of the occupation sequence at Troy are disputable, there is one fact that cannot be renounced, which is the presence of a particular agricultural toolkit, actively functioning during all periods of the settlement. Unfortunately, for the moment, there is no comparative functional study at the regional scale, but the detailed description of the flint assemblages from

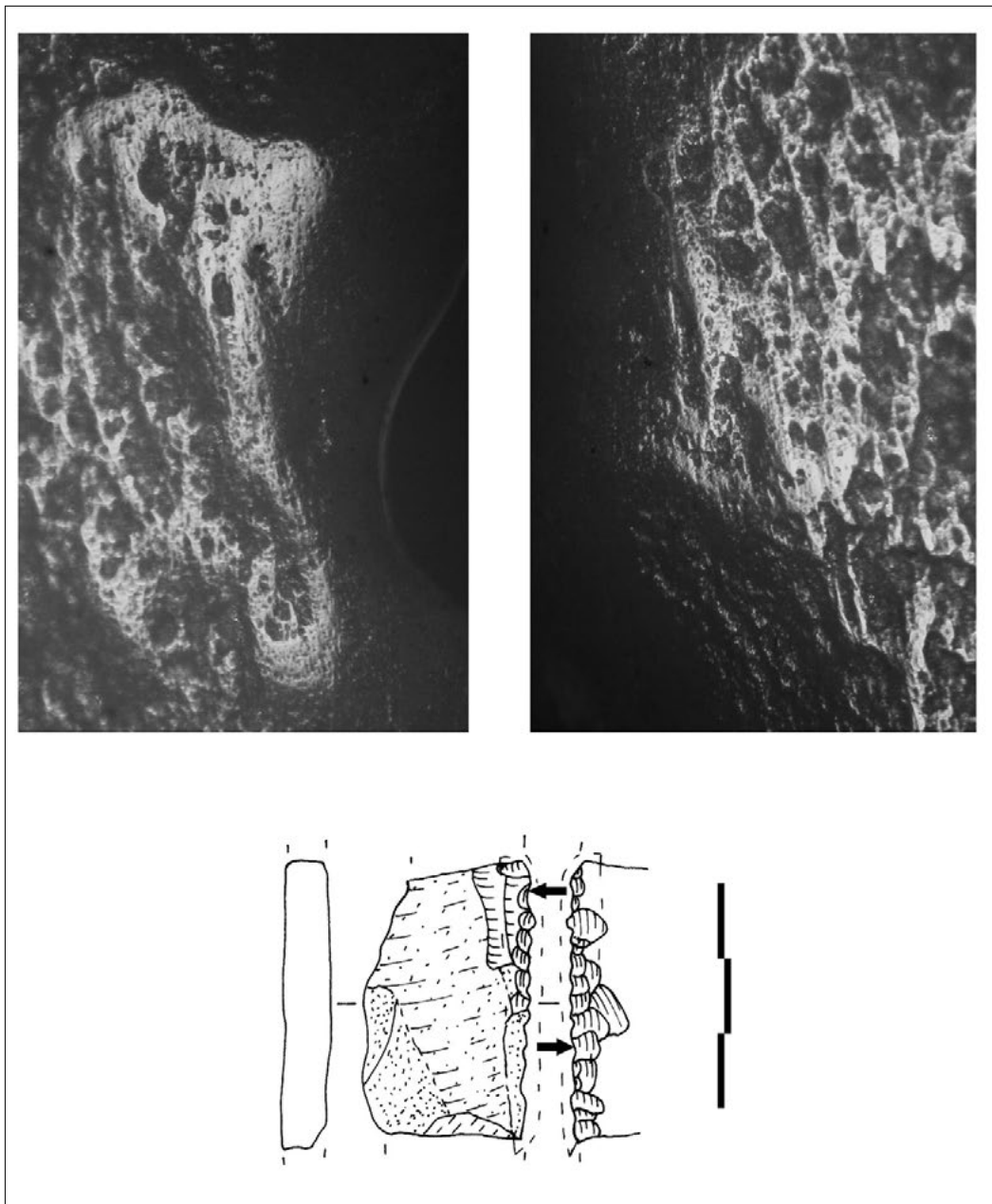


Fig. 7. Tabular denticulated blade from Troy VI-VII (z8.1100.1) used as sickle blade; photomicrograph (x100) of use-wear traces (typical cereal polish). Drawing and photos by M. Gurova.

Demircihüyük shows a variety and abundance of sickle blades: unretouched, as well as truncated and denticulated blades with (cereal) polishes (Baykal-Seher, 1996).

The second point I will focus on for a while is the remarkable Bronze Age mound (Hacılar Büyük Höyük) near the village of Hacılar, in the Burdur district in southwest Anatolia (Umurtak and Duru, 2016). An impressive architectural example of Early Bronze Age casemate complex and megaron building is revealed as well as many archaeological remains, including flint artefacts. The study is still in progress; only a short report has been published. The observations show a significant number of cores with few derived products attested among the finds. There is a series of retouched blades serving as sickle inserts and sickle blades, many of them are denticulates (both by design or re-sharpening) and some of them are made of exotic/extra-local raw materials (Gurova, 2016b) (*fig. 8*).

My last case-study comes from the southern Levant, where, as is well known, a major exhaustive study of the lithics in a broad diachronic, synchronic, typological and stylistic perspective was undertaken and published by S. Rosen (1997), with particular emphasis on the sickles as products of a specialised manufacture. The Near East, being the core area of initial Neolithisation, shows a large repertoire of sickles from the PPNB and subsequent pre- and protohistoric periods with peculiar and unique repertoire of the harvesting tools in a diachronic perspective. The crucial role of sickles in the cultural sequence of agro-pastoral societies has been highlighted in a very recent research paper by F. Manclossi and S. Rosen who observed that ‘according to their shape, flint sickle blades have been classified and used as type-fossils in order to identify different cultures and periods from the Natufian through the early Iron Age’ (Manclossi and Rosen, 2019). Here, one should draw attention to the particular emphasis placed on sickle-blade production systems (and technological discontinuity) of the metal ages and focusing on the whole manufacturing process of sickle blades’ *chaîne opératoire* (Manclossi and Rosen, 2019).

As for the Bronze Age sequence – two main types of tools have been used as sickles – Canaanite blades and subsequently (from the beginning of the 2nd millennium BC) – large geometric segments. According to the last detailed study of the dynamics of change in flint sickles, the Canaanite blade sickles show great metrical variety and two main types of retouch: re-sharpening for cutting edge rejuvenation and adjustment retouch related to the mode of hafting (Manclossi and Rosen, 2019). No techno-typological denticulates have been distinguished among Canaanite blades. As for the large geometrics that appeared after the decline of Canaanite technology, in most cases continuous retouch is defined – for regularisation and re-sharpening, easily recognizable on the polished working edge. This retouch is not uniform but rather adaptive and, in some cases, this re-sharpening is, in my view, deep and has a denticulate aspect (Manclossi, Rosen and Lehmann 2018: *fig. 13, d-e*).

My work in Israel was carried out in the framework of a project awarded by the American Institute for Archaeological Research in Jerusalem. The scientific problem I was trying to resolve was how to reliably distinguish between Canaanite blades used as sickle inserts or used as *tribulum* inserts (as was claimed by another research group interested in this question). During the study of series of Canaanite blade coming from the following sites: Beth Yerah, Lod, Ashqelon-Afridar, Tell Jemmeh and several Uvda valley sites. My study was based on 268 artefacts (most of them Canaanite blades and tools), 194 (72%) possessing traces of use and 151 of them (77%) revealing sickle (in my expertise) cereal polishes. Some of the Canaanite blades possess fine denticulation on the working edges, the same is valid for the large geometrics from Tell Jemmeh (*fig. 9*). Based on the assemblages studied, it could be said that apart from some pieces with undoubtedly fashioned denticulate retouch, many blades exhibit fine lateral denticulation due to utilisation, rather than intentional rejuvenation of the working edge.

I have observed various Canaanite blades that were used as sickles, revealing the variability/diversity of cereal polish but I did not see among the samples studied any artefact that I would regard as a *tribulum* insert *sensu stricto*, either morphologically or in terms of microwear traces

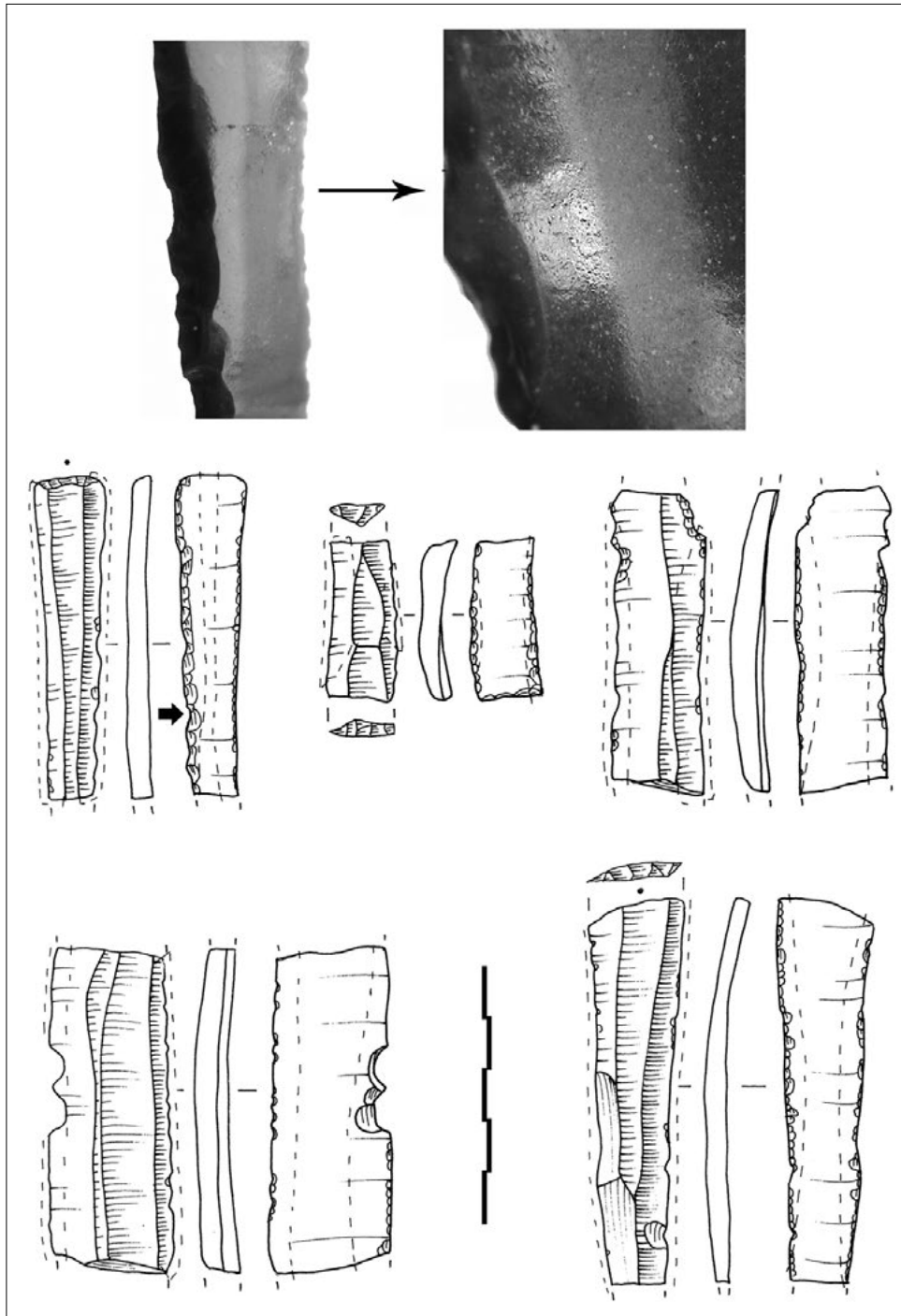


Fig. 8. Flint blades (sickles) from Hacilar Büyük Höyük (EBA layer).
Drawings and photos by M. Gurova.

(Gurova, 2013). It is however not excluded that some series of Canaanite blades from the northern Levant studied and published by P. Anderson and team were used as sickle blades and then eventually re-used as *tribulum* inserts (Anderson, Chabot and van Gijn, 2004; Anderson *et al.*, 2006). The problem is certainly open to further investigation.

4. Discussion and Conclusions

There are several trajectories of thinking and considering the problem of the Bronze Age denticulates as characteristic cereal processing toolkits.

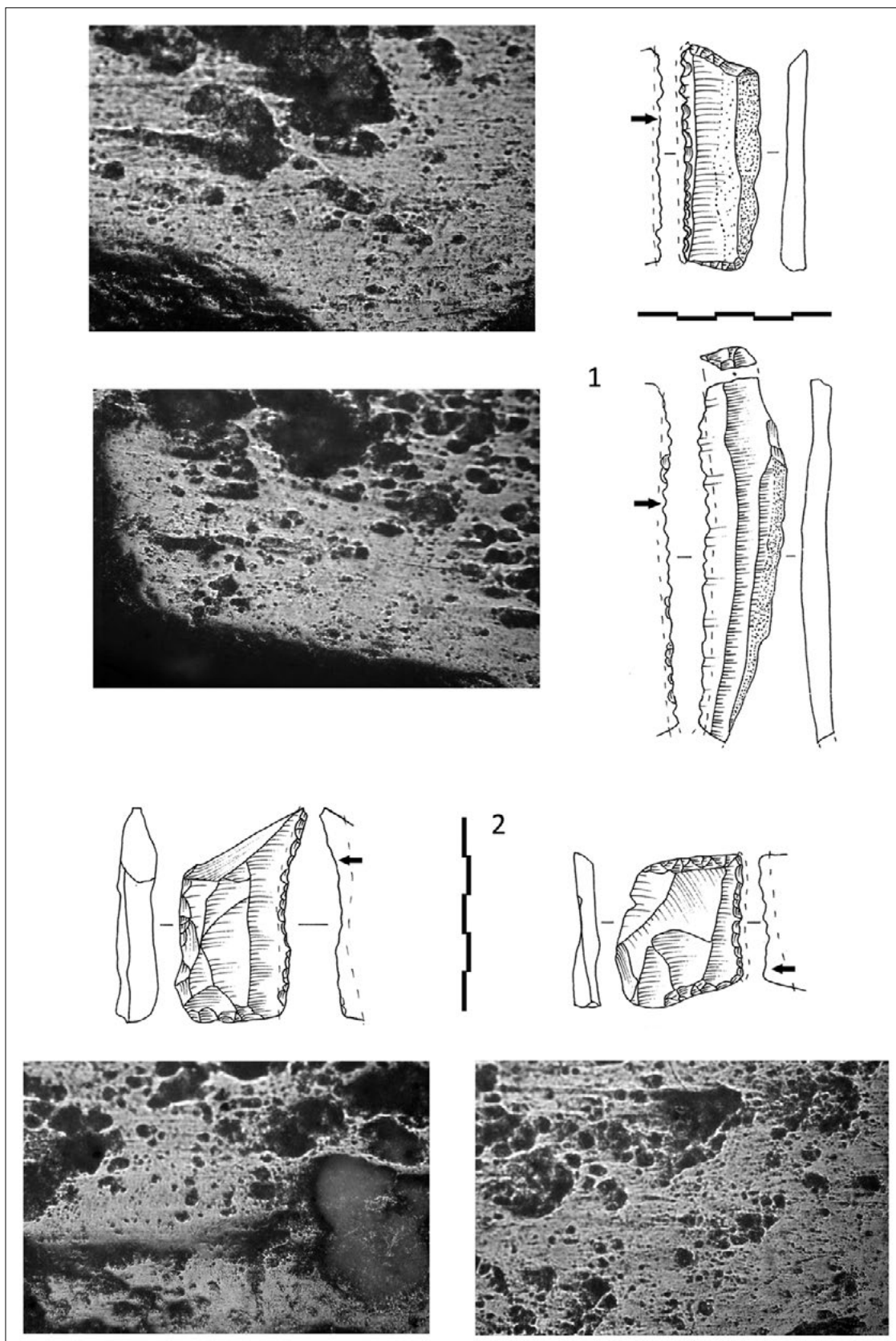


Fig. 9. Flint denticulates (sickles) from the southern Levant: 1 – Canaanite blades from the site of Ashkelon-Afridar; 2 – large geometrics from Tell Jemeh; photomicrographs (x100) of cereal polish. Drawings and photos by M. Gurova.

A series of questions arise regarding the origin, distribution patterns and local adaptations and variations of BA denticulates. Based on the similar spectrum of the basic cereal crops in the Bronze Age at the supra-regional scale (at least from western Anatolia to the Balkans), a polycentric and simultaneous technological and stylistic change in agricultural toolkits can be envisaged, considering of course the environmental impact of each locality and context. On the other hand, the interrelation and exchange of know-how and technology should not be excluded between neighbouring regions offering a '*milieu favorable*' for acculturation and adaptation.

Unfortunately, there are not sufficiently studied (included functionally) and published Bronze Age assemblages with long, secure and detailed chronological sequences. Reliable chronocultural contexts and detailed techno-typological and functional determinations are needed for establishing a possible evolution/transformation of Bronze Age harvesting tools and the role and place of denticulates within the agricultural technical equipment. Better documented archaeological evidence and proper interpretation are needed to resolve the problem of the ubiquitous Bronze Age denticulates.

Another set of questions relates to the methodological and cognitive aspects of studying various assemblages. Some of the analytical challenges can be listed as follows: morphological and typological diversity vs restrictive functional application and *vice-versa* – typological uniformity vs functional variability; use-wear traces variations and factors related to raw material choice and use – predetermined or *ad hoc* decision; harvesting tools – restricted use or a case of tool polyfunctionality and recycling etc.?... Part of this query is how reliable is the interpretation of prehistoric sickles if some of their microtraces of use, owing to different factors, are seemingly ambiguous? Reasoning and examples of the topic can be found in some of my preceding publications (Gurova, 2008, 2014b).

Some of the questions formulated above could be answered relatively easily if more specialised functional studies of Bronze Age assemblages were available, at least for the Balkans and northwest Anatolia. Unfortunately, there are very few such studies and one is based on a small collection from the Middle and Late Bronze Age site of Sovjan in Albania (Kourtesi-Philipakkis and Astruc, 2006). Some further, more intensive and extensive use-wear investigations of BA assemblages in a regional and supra regional perspective would facilitate the resolution of some of the problems related to typological variability vs functional diversity/uniformity of Bronze Age denticulates.

I would like to conclude with a statement that I consider as very relevant in archaeological enquiry: 'With the long-term evolution of archaeological research, and shifts in emphasis from culture-historical systematics to the explanation of cultural processes at many levels, our understanding of changes in the sickles, originally perceived as logical developments toward increasing efficiency and improved agricultural practices, has been replaced by more holistic approaches incorporating economic, social, and cultural structures and organisations' (Manclossi and Rosen, 2019, p. 16). Our task is to try to make this mosaic and palimpsest clearer whilst retaining its colourful nuances.

Acknowledgements

I would like to thank F. Manclossi and F. Marchand for organizing a stimulating UISPP session in 2018 and for providing the opportunity to publish the contributions. My thanks also to Clive Bonsall for his suggestions to improve the English of the paper.

References

Alexandrov, S., Sirakov, N., Petkov, E., and Gajdarska, B. (1998). Trial excavations of a Bronze age site near Tutrakan, north-east Bulgaria. *Archaeologia Bulgarica*, II, 3, pp. 7-30.

- Anderson, P.C., J. Chabot, J., and Van Gijn, A. (2004). The functional riddle of 'glossy' Canaanian blades and the Near Eastern threshing sledge. *Journal of Mediterranean Archaeology*, 17, pp. 87-130.
- Anderson, P. C., Georges, J.-M., Vargiolu, R., and Zahouani, H. (2006). Insight from a tribological analysis of the tribulum. *Journal of Archaeological Science*, 33, pp. 1559-1568.
- Atanasov, B., Gatsov, I., Gurova, M., and Nedelcheva, P. (2012). Kremachni artefakti ot selishteto ot kasnata bronzova epoha na Golemia ostrov v durankulshkoto ezero, Severoiztochna Balgaria. Sastoiannie na prouchvaniyata. *Godishnik na Departament Arheologia, Nov Balgarski universitet*, VII, pp. 48-67 (in Bulgarian).
- Baykal-Seher, A. (1996). Die lithischen Kleinfunde. In M. Korfmann, ed., *Demircihüyük, IV*. Mainz: Philipp von Zabern, pp. 5-206.
- Boyadziev, Y. (1995). Chronology of Prehistoric Cultures in Bulgaria. In D. Bailey, I. Panayotov, eds, *Prehistory of Bulgaria*. Monographs in World Archaeology 22. Madison Wisconsin: Prehistory Press, pp. 149-191.
- Boyadzhiev, Y. (2014). Tel Yunatsite i problema perehoda ot eneolita k epohe bronzy vo Frakii. In R. Munchaev, ed., *Drevnie kultury Yugovostochnoi Evropy i Zapadnoi Azii. Sbornik k 90-letiu so dnia rozhdenia i pamiati N. Merperta*. Moskva: Institut Arheologii, RAN, pp. 203-211 (in Russian).
- Gatsov, I. (1998). Technical and typological analysis of the chipped stone assemblages from Troia. *Studia Troica*, 8, pp. 115-140.
- Grigorov, V., Hristov, M., Zaneva, M., Dimitrov, P., Todorova, L., and Ivanov, S. (2016). Spasitelnoarheologicheskoto prouchvane na obekt N5 pri s. Dragovishtitsa, obshtina Kostinbrod. *Arheologicheski otkritia i razkopki prez 2015*, pp. 536-539 (in Bulgarian).
- Gurova, M. (2001). Flint assemblage of the prehistoric site of Michalich (excavations 1998-1999). *Annuary of the Institute of Archaeology with Museum*, 1, pp. 192-203 (in Bulgarian with English summary).
- Gurova, M. (2002). Flint material from Saite site (Chirpan district). *Annuary of the Institute of Archaeology with Museum*, 2, pp. 135-139 (in Bulgarian with English summary).
- Gurova, M. (2006). Flint assemblage from a pit sanctuary of the Iron Age and settlement of the EBA near Svilengrad. In V. Nikolov, G. Nehrizov, Y. Tsvetkova, eds, *Arheologicheski razkopki po traseto na zhelezopatna linia Plovdiv-Svilengrad prez 2004*. V. Tarnovo: Faber, pp. 512-517 (in Bulgarian with English summary).
- Gurova, M. (2008). Typology, function, use-wear and context: where is the common vision? In L. Longo and N. Skakun, eds, *Prehistoric Technology 40 years later: Functional Studies and the Russian Legacy*. BAR International Series 1783. Oxford: Archaeopress, pp. 539-543.
- Gurova, M. (2013). Tribulum inserts in ethnographic and archaeological perspective: case studies from Bulgaria and Israel. *Lithic Technology*, 38(3), pp. 179-201.
- Gurova, M. (2014a). Some Examples of Technological Change in Prehistoric Bulgaria. In A. Van Gijn, J.C. Whittaker and P. Anderson, eds, *Exploring and Explaining Diversity in Agricultural Technology. Early Agricultural Remnants and Technical Heritage (EARTH): 8,000 Years of Resilience and Innovation*. Volume 2, Oxford: Oxbow Books, pp. 342-351 (362-365).
- Gurova, M. (2014b). Cereal Polish: Diagnosis, challenge or confusion. In J. Marreiros, N. Bicho and J. Gibaja, eds, *International Conference on Use-Wear Analysis: Use-Wear 2012*. Newcastle: Cambridge Scholars Publishing, pp. 90-102.
- Gurova, M. (2014c). Kremniovy ansambl epohi rannei bronzy tellia Yunatsite: funktsionalny analiz. In R. Munchaev, ed., *Drevnie kultury Yugovostochnoi Evropy i Zapadnoi Azii. Sbornik k 90-letiu so dnia rozhdenia i pamiati N. Merperta*. Moskva: Institut Arheologii, RAN, pp. 212-226 (in Russian).
- Gurova, M. (2016a). Troy I-V Chipped Stone Assemblages: Functional Connotations. In E. Pernicka, S. Ünlüsoy and S. Blum, eds, *Early Bronze Age Troy: Chronology, Cultural Development and Interregional Contacts*. Studia Troica, Monographien 8. Bonn: Verlag Dr. Rudolf Habelt GmbH, pp. 379-395.
- Gurova, M. (2016b). Flint assemblages. In G. Umurtak and R. Duru, eds, *Hacılar Büyük Höyük 2015 Yılı Kazılarının Sonuçları (Hacılar Büyük Höyük – results of the 2015 excavations)*. *Arkeoloji ve Sanat (Journal of Archaeology and Art)*, 151, pp. 40-43.
- Gurova, M. (2018). Prehistoric agricultural toolkits in diachronic perspective: A case study from Bulgaria. In M. Ivanova, B. Atanasov, V. Petrova, D. Takorova and P. Stockhammer, eds, *Social Dimensions of Food in Prehistoric Balkans*. Oxford and Philadelphia: Oxbow books, pp. 190-214.

- Gurova, M. (in press). Troy VI-VII chipped stone assemblages: functional connotations. In E. Pernicka, P. Jablonka, P. Pavúk, M. Pieniżek and D. Thurn-Dograyan, eds, *Troia 1987-2012: Grabungen und Forschungen III. Die Spätbronzezeitlichen Schichten*. Studia Troica Monographien 7.
- Gurova, M., and Chabot, J. (2007). Typologie, fonction, traces d'usure et contexte: ou est le juste milieu? Exemples de Bulgarie, de Troie et de Mésopotamie septentrionale. In A. Bain, J. Chabot and M. Moussette, eds, *La mesure du passé : contributions à la recherche en archéométrie (2000-2006)*. BAR International Series 1700. Oxford: Archaeopress, pp. 75-87.
- Ivanov, G., and Dzhurkowska, G. (2017). Archaeological excavations of a Bronze Age site in Popska mogila locality, Dolni Dabnik municipality *Archaeological discoveries and excavations in 2017*, pp. 75-78 (in Bulgarian with English summary).
- Kourtessi-Philippakis, G., and Astruc, L. (2006). Les industries lithiques taillées du Bronze moyen et récent en Grèce du nord et en Albanie : l'exemple de Sovjan. *Bulletin de correspondance Hellénique*, 42, pp.73-84.
- Manicossi, F., Rosen, S., and de Miroschedji, P. (2016). The Canaanite Blades from Tel Yarmuth Israel: A technological analysis. *Paléorient*, 42(1), pp. 49-74.
- Manicossi, F., Rosen, S. and Lehmann, G. (2018). The decline and disappearance of Chipped-stone tools: New insights from Qubur el-Walaydah, a Late Bronze/Iron Age site in Israel, *Lithic Technology*, 43(2), pp. 93-124.
- Manicossi, F., and Rosen, S. (2019). Dynamics of change in flint sickles of the age of metals. New insights from a technological approach. *Journal of Eastern Mediterranean Archaeology and Heritage Studies*, 7(1), pp. 6-22.
- Manolakis, L. (2005). *Les industries lithiques néolithiques de Bulgarie*. Internationale Archäologie, Band 88. Rahden/Westf: Verlag Marie Leidorf GmbH.
- Nekhrizov, G. (2006). Spasitelni razkopki na trakiiskoto svetilishte Ada Tepe. *Arheologireski otkritia i razkopki prez 2005*, pp. 140-142 (in Bulgarian).
- Nekhrizov, G. (2008). Trakiisko svetilishte 'Aul Kaya' pri s. Dolno Cherkovishte, Haskovsko. *Arheologireski otkritia i razkopki prez 2007*, pp. 130-134 (in Bulgarian).
- Panayotov, I. (1995). The Bronze age in Bulgaria: Studies and problems. In D. Bailey and I. Panayotov, eds, *Prehistory of Bulgaria*. Monographs in World Archaeology 22. Madison Wisconsin: Prehistory Press, pp. 243-252.
- Rosen, S. (1997). *Lithics After the Stone Age. A Handbook of Stone Tools from the Levant*. Altamira Press. Walnut Creek, London, New Delhi: Altamira Press.
- Semenov, S. (1957). *Pervobytnia tehnika (opyt izuche drevneishih orudii i izdelia po sledam raboty)*. Materialy i issledovaniya po arheologii SSSR, № 54. Moskva, Leningrad: Izdatelstvo Akademii nauk SSSR. (in Russian).
- Sirakov, N., and Tsonev, T. (1995). Chipped-stone Assemblage of Hotnitsa-Vodopada (Eneolithic/Early Bronze Age Transition in Northeastern Bulgaria) and the Problem of the Earliest 'Steppe Invasion' in Balkans. *Préhistoire Européenne*, 7, pp. 241-264.
- Stefanovich, M., and Bankoff, H. (1998). Kamenska Čuka 1993-1995. Preliminary report. In M. Stefanovich, H. Todorova and H. Hauptman, eds, *In the steps of James Harvey Gaul. James Harvey Gaul - in memoriam*. Sofia: The James Harvey Gaul Foundation, pp. 255-338.
- Todorova, H. (1986). *Kameno-mednata epoha v Balgaria (peto hiliadolitie predi novata era)*. Sofia: Nauka i izkustvo (in Bulgarian).
- Umurtak, G., and Duru, R. 2016. Hacilar Büyük Höyük 2015 Yılı Kazılarının Sonuçları (Hacilar Büyük Höyük – results of the 2015 excavations). *Arkeoloji ve Sanat (Journal of Archaeology and Art)*, 151, pp. 19-43.
- Van Gijn, A. (2010). *Flint in Focus. Lithic Biographies in the Neolithic and Bronze Age*. Leiden: Sidestone Press.
- Zlateva-Uzunova, R. (2002). Flint assemblages of Early Bronze Age in 'Maritsa-Iztok' region, Tell Madrets and Tell Galabovo. *Annuaire of the Institute of Archaeology with Museum*, 2, pp. 120-128 (in Bulgarian with English summary).
- Zlateva-Uzunova, R. (2005). Kremachni ansambli ot rannata bronzova epoha v Gornotrakiiskata nizina. *Godishnik na Departament Arheologia, Nov Balgarski universitet*, VI, pp. 39-73 (in Bulgarian).

Tell Arqa, Bronze Age macro-blade debitage with a lever: archaeological and experimental approaches

Florine Marchand ¹, Jérémie Vosges ² and Frédéric Abbès ³

¹ : Université Libre de Bruxelles, Belgique, fmarchan@ulb.ac.be

² : Archéorient, Maison de l'Orient et de la Méditerranée, UMR 5133, Lyon, France, jeremie.vosges@laposte.net

³ : Archéorient, Maison de l'Orient et de la Méditerranée, UMR 5133, Lyon, France, frederic.abbes@mom.fr

Abstract:

Tell 'Arqa is situated in the Akkar Plain, North Lebanon. The site stratigraphy offers a complete sequence from the Neolithic to the Mamelouk period. Due to its long and rich chronological occupations, Tell 'Arqa is a reference site for the Levantine coast. Particularly, the Early Bronze Age IV level is marked by imported macro-blades made by pressure flake removal with the help of a lever. This paper aims to present the development of an experimental approach concerning the lever-pressure system conducted by a research team formed at Archéorient Laboratory (Jalès Antenna). This exploratory work is inspired by Tell 'Arqa macro-blades stigmata, previous pioneer experimentations and other ancient technologies that use a lever, such as traditional oil pressing systems. The results suggest a new type of easy to use lever-system able to reproduce the laminar products of the Bronze Age IV found on the Levantine coast.

Key words:

EARLY BRONZE AGE, EXPERIMENTAL ARCHAEOLOGY, LEVER-PRESSURE SYSTEM, MACRO-BLADES, NEAR EAST.

Résumé :

Tell 'Arqa se situe dans la plaine du Akkar, au Liban Nord. La stratigraphie du site offre une chronologie complète allant du Néolithique à la période Mamelouk. À cause de sa longue séquence chronologique et de la richesse de ses occupations, Tell 'Arqa est un site de référence pour la côte levantine. Le niveau Bronze ancien IV est marqué par l'apparition de macro-lames importées débitées par pression au levier. Ce papier a pour objectif de présenter l'évolution d'une démarche expérimentale de débitage par pression au levier menée par un groupe de chercheurs au laboratoire Archéorient (Antenne de Jalès). À partir des stigmates techniques des macro-lames de Tell 'Arqa, des expérimentations pionnières et d'anciennes technologies utilisant des leviers, comme des presses à huiles traditionnelles, un travail exploratoire a permis de mettre au point un nouveau type de levier facile d'utilisation capable de reproduire les produits laminaires du Bronze ancien IV de la côte levantine.

Mots-clés :

ÂGE DU BRONZE ANCIEN, ARCHÉOLOGIE EXPÉRIMENTALE, PRESSION AU LEVIER, MACRO-LAMES, PROCHE-ORIENT.

1. Tell 'Arqa site

Excavated since 1995 by Dr. J.-P. Thalmann, the Tell of Arqa is situated in North Lebanon, about 20 kilometers north of Tripoli, in the south of the Akkar plain. The tell, with an area of 7 ha, has a rich stratigraphy of 40 meters which includes various occupations ranging from the Neolithic to the Mamelouk Period. The Akkar plain provides access to the sea from the Homs Gap; the region is the principal strategic and commercial path through the mountain range isolating the Mediterranean coast from inner Syria and the Mesopotamian world. In 2010, based on all available documentation, a multidisciplinary project was undertaken to reconstruct the technical, economic and social evolution of the Akkar plain during the 3rd and 2nd millennia BCE.

For the Bronze Age period, 10 strata were found on the site ranging from Early Bronze Age II to Late Bronze Age (Thalmann, 2006, 2016). We will focus on the imported macro-blade production from strata 16/15 of the Early Bronze Age IVA-B (2500-2000 Cal. BC) and their production system.

2. Tell 'Arqa imported Macro-blade production

In the case of Tell 'Arqa, the raw material is exogenous, of very high quality and heterogeneous. We considered this production as imported because no debitage waste products were found in Tell 'Arqa assemblage. The products are representative of '*plein débitage*' (Abbès, 2003) and they are both complete blades or segments of blades. Resulting from an unipolar knapping method, their size is impressive, more than 25 cm long up to 4 cm wide. The butts are dihedral and the bulbs are thin. The ridges are extremely rectilinear and parallel to the edges. The sections are trapezoidal, but in a few cases triangular sections are also attested. Usually, the retouches are made on both edges, the extremities can be fractured and/or truncated. At Tell 'Arqa, the blades show considerable glossy edges with longitudinal grooves due to the cutting of cereals. The macro-blades were used as sickle segments, none of them were used as tribulum/threshing sledge inserts. The knapping technique proposed for this production is the pressure flake removal with the help of a lever (Marchand, 2016, 2017, 2018).

The origin of these blades found at Tell 'Arqa is quite difficult to determine. Workshops were found in Anatolia, such as at Titriş Höyük (Hartenberg, Rosen and Matney, 2000; Algaze and al. 2001; Hartenber, 2002) or at Hassek Höyük (Behm-Blancke, 1992; Pelegrin and Otte, 1992), in the Southern Levant, such as at Tell Halif (Futato, 1990, 1996) or Har Haruvim (Meyerhof, 1960; Shimelmitz, Barkai and Gopher, 2000), or as far as in Iran like at Pasar (Müller-Neuhof, 2013).

In order to better define this blade production and its socioeconomic system, we have attempted to understand all the technical aspects of the manufacturing process, using an experimental approach.

3. Presentation of the lever-system

In the 1990s, the lever-pressure systems were used in two ways: Pelegrin's system, with a long lever arm, was designed to be used by one person (Malling and Pelegrin, 1993-1994; Pelegrin, 2012a) and Volkov's system with a rope, was designed to be used by two people (Volkov and Guiria, 1991). From the first tests, our system was designed to be used by multiple users and requires a synergy of skills. That's why our purpose was to use the lever-pressure system (mechanical processing) inside a workshop focused on collective work involving an experimented knapper and apprenticed helpers. The system presented here requires, therefore, a minimum of two people and reaches its highest level of performance, for the management of all parameters, with the participation of three users.

The system presented here is the result of exploratory experimentations in relation to pressure flake removal with the help of a lever, started in 2012 by Frederic Abbès and Florine Marchand and continued with Jérémie Vosges's help from 2015 at the Archéorient Laboratory, Jalès Antenna (Berrias-et-Casteljau, Ardèche, France).

Inspired by both 19th century traditional oil presses from Morocco (Camps-Fabrer, 2000) and Pelegrin's experimental lever-pressure system (Malling and Pelegrin, 1993-1994 ; Pelegrin, 2012), our final system is composed of four parts: a wood base with a cavity to immobilise the core, two wood lateral studs positioned on both sides of the base and fitted in the upper part with a boxwood axis, a shaped oak lever arm, and boxwood compressors of different sizes in lengths and diameters equipped with a copper point.

The pressure flake removal with the help of a lever can be used with two types of points which exert the pressure: a copper point or an antler point (Pelegrin, 2006; Altınbilek and al. 2012). We chose to use a copper point on the basis of observations made on Tell 'Arqa archaeological products: the fineness both in width and thickness of the blades requires an extremely reduced contact point on the dihedral butt. Furthermore, a copper point was discovered in a knapping kit with cores and macro-blades at the site of Tell Chuera (Helms, 2014) in Northern Syria. Finally, a 1 mm micro cavity is visible on all the dihedral butts of products from Tell 'Arqa, which is why a copper point was preferred as part of our experiments.

In light of recurrent traces on Tell 'Arqa macro-blades, of the different pressure-systems previously proposed (e.g., Pelegrin, 1984a-b-c, 1988; Clark, 2012), and of our exploratory tests, we have been working on the different parameters needed to obtain this type of blade: (a) The immobilisation of the core (locking of the core), (b) the axis (to maintain the lever arm), (c) the lever arm (flexibility/rigidity of the arm), (d) the compressor (flexibility/rigidity of the compressor), (e) the copper point (the nature of the alloy and its resistance to the pressure), (f) the contact point between the compressor and the lever arm, (g) the position of the compressor on the lever arm (close to the point where maximum thrust is created), (h) the type of thrust (gradual or sudden), (i) the stability.

4. Type of raw materials

Where possible, we used flint of good mechanical quality without large inclusions: in this case, cretaceous flint from Normandy and Dordogne. To test the lever-system potential, we have also used lower quality flint, which is dryer and contains inclusions. While the core preparation had, at times, to take into account the flint quality, the lever proved to be powerful enough to handle all raw material types.

5. Description and development of the lever-pressure system parameters

Shaping of the core is fundamental to design the core stabilisation (the cavity inside the base), they are completely interdependent. Before starting the experiments, we choose to preform the core by a combination of direct and indirect percussion techniques. The front of the core is fitted with a crest which allows the starting of the reduction sequence, and a plain striking platform is prepared in order to have an orthogonal angle (90 degrees or slightly more acute). The back and the flanks of the core are little prepared or not at all. This type of preform corresponds to the macro-blade cores found at Titriş Höyük (Hartenberger, 2002).

In the following section, we will explain the development of our experimental approach to the lever-pressure system, and the development of the different parameters (a-i) until we obtained an efficient system. During our tests, the responsibilities inside the workshop are shared, but the core preform adapted for the lever system base is made by an experimented knapper.

5.1. Experimental approach from 2012 to summer 2015

(a) To stabilise the core, a section of tree trunk was used as a base, with a triangular opening on a portion for expelling the blades positioned in front of the knapping surface. A round hole was dug in the middle of the tree trunk and numerous wood spacers were used to position and secure the core. A small number of wood spacers caused poor core retention and a large number of wood spacers blocked the core. However, they were time-consuming for the placement and the release of the core, stuck regularly in the opening.

(b) No axis was used because the lever arm was inserted in a wall cavity to apply the pressure.

(c) The huge lever arm in kadd was 2 meters long and unworked (huge brunch with the bark still intact). The lack of shaping provided instability because the arm twisted due to a sliding contact

between the arm and the compressor. The lever arm was also very rigid and difficult to handle because of its length and weight.

(d) Two to three compressors 15 to 20 cm high and 7 to 10 cm in diameter were fitted with a copper bar directly inserted into the wood. This type of wide and large wood compressor was expelled on the striking platform during the thrust and could damage it. When the copper point was twisted or went too far into the wood, the point was difficult to repair or to change.

(e) The copper point inserted in the wood compressor used was a piece of copper bar slightly rounded with a large contact point.

(f) Due to the unworked lever and the rounded edges of the compressor, the contact between the compressor and lever was not optimal (slipping occurs).

(g) The position of the compressor on the lever arm was difficult to manage because the compressor was not close enough to the point where maximum thrust is created.

(h) Because the system was not fully controlled, we used a forced type of thrust with blows (discontinuous movement) to obtain the blades.

(i) The stability of the system was ensured by wood spacers between the trunk section and the floor to avoid lateral movements due to floor irregularity.

This first prototype highlights a medium-efficiency to obtain blades: knapping mistakes, blade fractures, lack of regularity due to a wrong position and an approximate stability of the core beside the lever arm generating a loss of thrust and a general instability of the system. We have to emphasise the whole experimental team was still in learning process to use the lever-pressure system. (*fig. 1*)

5.2. First prototype in Winter 2015

(a) For immobilizing the core, a wooden log with a leaf-shaped cavity eradicated the use of the trunk and wood spacers. The inside of the cavity was in the form of a step. A groove was dug in the log to place a wooden fork; it supports the cores in order to prevent it falling when the pressure was applied on the striking platform. This type of blockage is inspired by the work of H. Arrok and his research on small lever-pressure systems (Abbès, 2013).

(b) The axis was used here to fix the lateral studs of the lever arm to a back stud. This type of axis was not very efficient because the lateral stud fixations of the lever arm broke rapidly.

(c) The wooden lever arm was shortened to 1,5 m in length and prepared with flat surfaces in order to bring more stability between the compressor and the lever arm.

(d) For the compressors, their length increased and only boxwood was used. Two or three compressors ranging from 30 to 40 cm in length were used to allow us to manage changes in the core heights. The compressor's extremities were also narrowed to avoid touching the core. Unfortunately, rebounds were still frequent.

(e) The point of pure and unalloyed copper (smelted from chalcopyrite) then hammered was made by Jérémie Vosges and was not directly inserted into the wood. The point equipped with a stop bumper was retractable from the wood and could pass easily from one compressor to another.

(f) The regularisation of the lever arm helped to have a better contact between the compressor and lever arm, and no more slipping accidents.

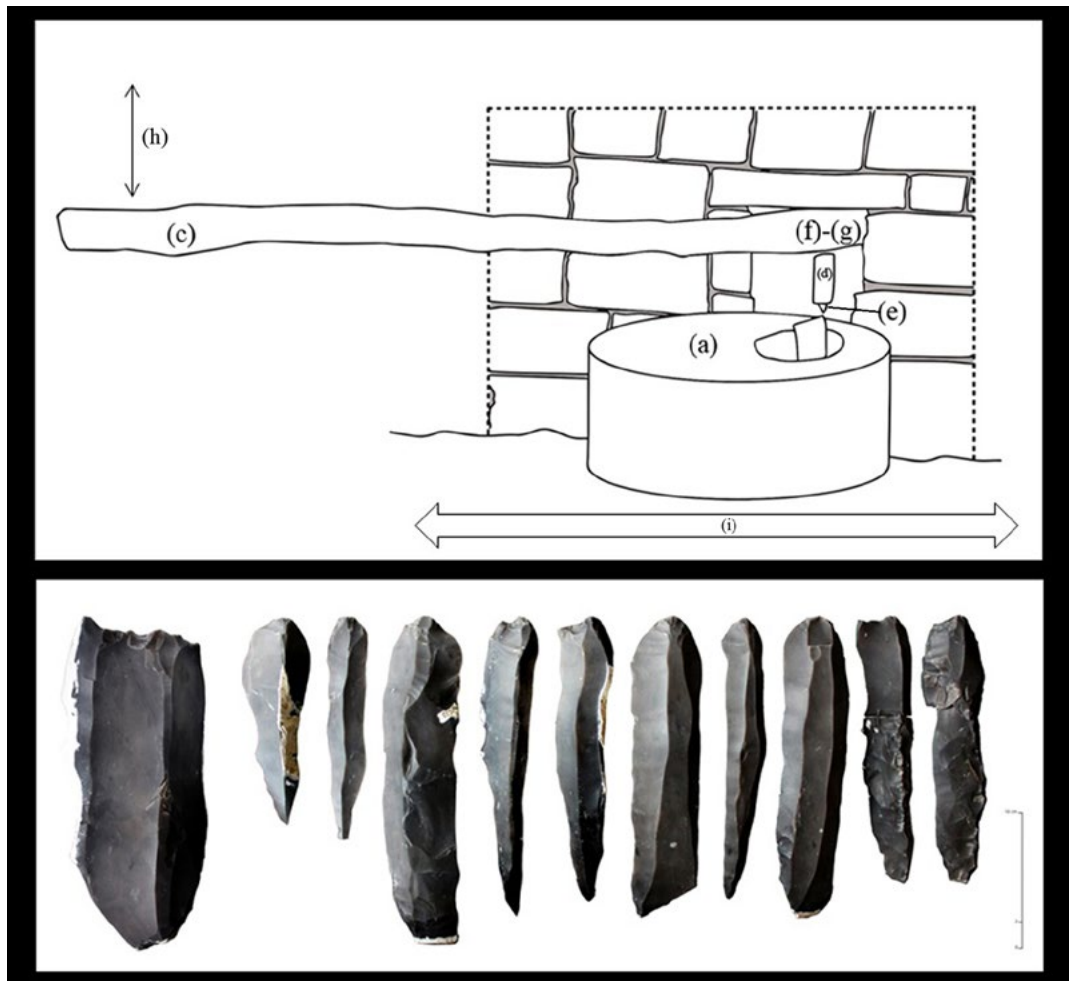


Fig. 1. Lever system used between 2012 and summer 2015 and the blade production obtained (drawing by J. Vosges, pictures by F. Marchand).

(g) The compressor was positioned before the axis. The pressure was applied but we didn't reach, at that point, the most force that we could get with the system.

(h) The type of thrust depends on the type of product. To obtain a thick blade or to clean inclusions/defects in the raw material (core adjustments of the debitage surface), a forced thrust was applied. However, the target blades of the main production sequence were obtained by a progressive thrust.

(i) For the general stability of the system, we used sliders perpendicular to the base. (fig. 2)

The second prototype shows a better stability of the core. However, some improvements were still necessary for the whole system stability in order to eliminate the loss of thrust. Another important step was reached at this point for the person that manipulated the lever arm. Guided by the indications of the two other participants, the lever arm pusher was able to dose the thrust according to the needs. We went beyond the simple action of making blades and started to anticipate a real blade production.

5.3. Second prototype in Winter 2015

(a) The system for securing the core remained similar to the previous prototype.

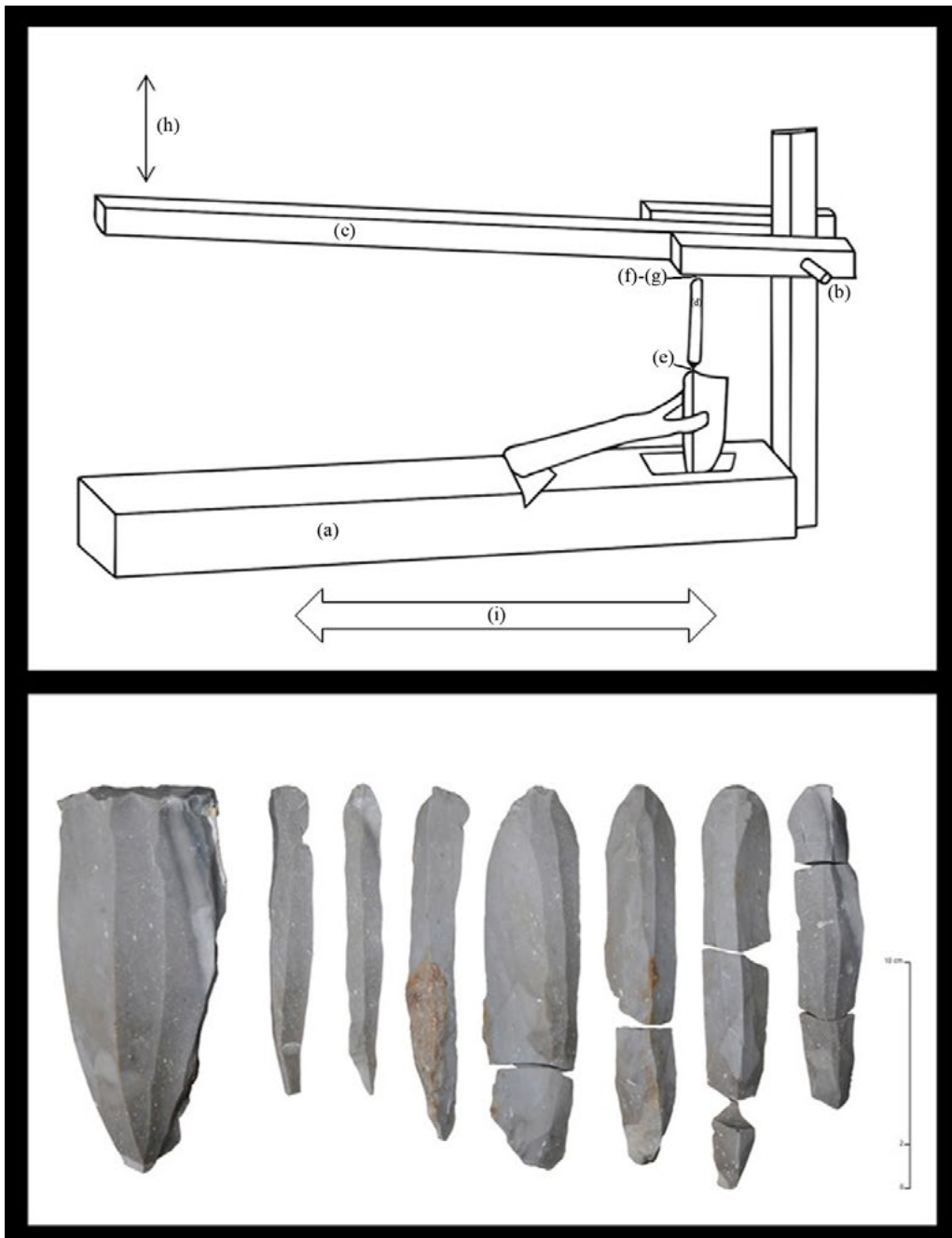


Fig. 2. First lever prototype from winter 2015 and the blade production obtained (drawing by J. Vosges, pictures by J. Vosges).

(b) During this experimental session, the breaking of the lateral stud of the lever arm obliged us to modify the axis fixation-system. The boxwood axis was positioned in two lateral studs that were perforated with several holes which permitted to change the axis height depending on the variability of the core size.

(c) The lever arm remained the same, but it was fixed to the axis with a rope or a leather strap.

(d) The compressors were equally used, but they were fixed to the lever arm by a rope in order to definitively avoid the rebounds on the striking platform.

(e) The copper point remained unchanged.

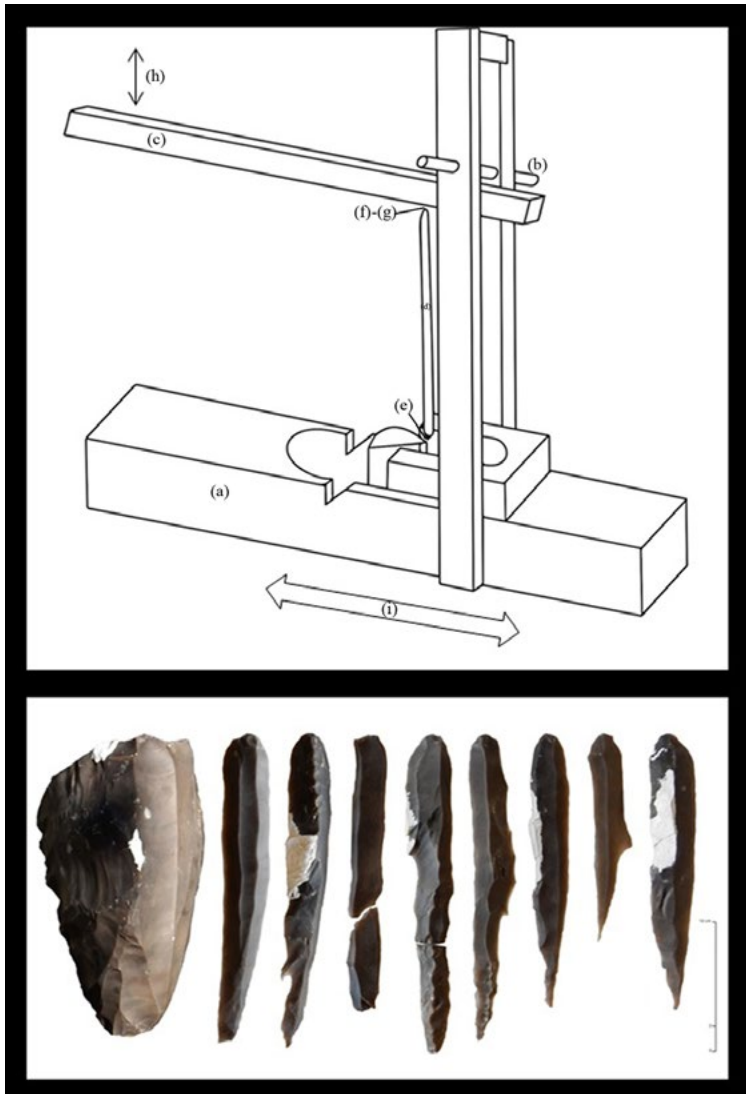


Fig. 3. Second lever prototype from winter 2015 and the blade production obtained (drawing by J. Vosges, pictures by J. Vosges and F. Marchand).

- (f) The contact between the compressor and the lever arm was optimal.
- (g) The compressor was moved as close as the axis to obtain the most pressure.
- (h) The type of thrust was controlled.
- (i) The stability was still ensured by perpendicular sliders.

With these modifications, the improvement of the preform bases and the experience acquired for the manipulation of the lever, two helpers observing the system and guiding the lever pusher led to obtain series of blade.

The different parts of this second prototype restricted the extraction of long blades to a maximum of 25 cm in length. The final lever-pressure system was enlarged to increase this length (fig. 3). Recently, the compressor range was broadened to easily adapt them to core varieties. 11 pieces of boxwood were used ranging from 46 cm to 63.5 cm. Regarding the hardness of the metal, several alloys for the copper points were tested: 2%, 4% and 6% of tin combined with pure copper. The alloy with 2 percent of tin or the hardened copper offered the best results. The harder alloys slipped on the striking platform or broke under the pressure applied (fig. 4). The bronze (copper and tin) alloys was not in used during the Early Bonze Age, but rather pure copper or alloys containing arsenic or antimony that, for safety reasons, cannot be actually used for our experiments.



Fig. 4. Compressors and copper points used for the lever system (pictures by J. Vosges).

6. Conclusion

While it is possible to imagine a lever supported by a small natural cavity, in a tree stump or against a tree, our experimentations reveal that the use of a 'wood machine' is slightly preferable for meticulous laminar production. This observation implies wood working and does not leave room for improvisation.

A lever can be used and produced blades even with one person and a basic blocking system because it depends on the knapper expertise and his adaptability. The group work option increases our production potential. With our approach, we don't have to adapt our work to specific situations, the uncertain margin is reduced or eliminated. The system can be more complex and each task is handled by a different person. The lever-pressure system become 'mechanic'. Series of products are easier to obtain, and we gain productivity with this conceptualisation of our work. This option has also impacts on the organisation of work and on society itself.

The core stabilisation system is intended for a specific type of preform. The use of different preforms leads to further constraints. Likewise, core reduction during production ended up rendering the latter unusable. It is then necessary to change the core or to finish production using another system, for example by using punches.

The '*plein débitage*' products actually obtained by this lever system with a copper point correspond to the blades of Tell 'Arqa (fig. 5). We also found micro cavities on the dihedral butts of the experimental products, like those observed on the archaeological objects.

The experimental work presented here is still preliminary, it is a fact the system we developed is working and allowed us to extract long blades. However, the next step and final goal of our experimentations should be a precise control of the lever system to create extraction rhythms to finally achieve laminar series similar to the archaeological pieces of Tell Arqa.

From a general perspective, the Metal Ages was a period when mechanisation flourished, as we can see by the conception of the lever-pressure system for stone tools, the use of the tribulum for agricultural tasks, the drilling rig for stone vessels (Morero, 2014) and the use of the potter's wheel (Roux and Thalmann, 2016). Man attempted to amplify his force and increase his technical skills by designing machines to multiply and standardize production. This new lever-pressure system



Fig. 5. On the left, Macro-blade from Arqa ; On the right, upper pictures showing Arqa blades butts, lower pictures showing experimental blades butts (pictures by F. Marchand and J. Vosges).

and our experimentations allow us to gain a better understanding of the production technique of Tell 'Arqa's macro-blades but also to show a socio-economic framework, through the workshop productions, productivity and the volume of production, group work, spreading of know-how, etc.

Bibliography

- Abbès, F. (2003). *Les outillages néolithiques en Syrie du Nord: Méthode de débitage et gestion laminaire durant le PPNB*, BAR International series 1150. Oxford : Archaeopress and Maison de l'Orient et de la méditerranée.
- Abbès, F. (2013). Quelques réflexions sur les débitages de lame de silex par pression. *ArchéOrient-Le Blog*, 27 September 2013. <https://archeorient.hypotheses.org/1672>.
- Algaze G., Dinckan G., Hartenberger B., Matney T., Pournelle T.J., Rainville L., Rosen S., Rupley E., Schlee D. and Vallet R. (2001). Research at Titriş Höyük in Southeastern Turkey: The 1999 Season. *Anatolica*, 27, pp. 23-106.
- Altinbilek C., Astruc L., Binder D., and Pelegrin J. (2012). Pressure blade production with a lever in the Early and Late Neolithic of the Near-East. In P.M. Desrosiers, ed., *The Emergence of the pressure blade making, From origin to modern experimentation*. New York: Springer, pp. 157-179.
- Behm-Blancke, M.R. (1992). Katalog Der Abgebildeten Silexartefakte. In M.R. Behm-Blancke, ed., *Hasek Höyük. Naturwissenschaftliche Untersuchungen und litische Industrie, Istanbul Forschungen, Band 38*. Tübingen: Ernst Wasmuth Verlag, pp. 179-215.
- Camps-Fabrer, H. (2000). 'Huile'. *Encyclopédie berbère*, 23 | Hiempsal – Icosium, Aix-en-Provence, Edisud, pp. 3521-3553.
- Clark, J. E. (2012). Stoneworkers' approaches to replicating prismatic blades. In P.M. Desrosiers, ed., *The Emergence of the pressure blade making, From origin to modern experimentation*. New York: Springer, pp. 43-135.
- Hartenberger B.E., Rosen S.A. and Matney T. (2000). The Early Bronze Age Blade Workshop at Titris Höyük in an Urban Context. *Near Eastern Archaeology*, 63(1), pp. 51-58.
- Hartenberger B.E. (2002). Organization of Flint Sickle Blade Production at an Early Bronze Age Workshop in Anatolia. In P. Vandiver, M. Goodway and J.L. Mass, eds, *Materials issues in art and archaeology VI, Symposium Held November 26-30, 2001*. Massachusetts, U.S.A, Materials Research Society Symposia Proceedings, 712, pp. 185-191.
- Helms, T. (2014). The economy of chipped stone: Production and use of stone tools at Early Bronze Age Tell Chuera (northern Syria). In F. Buccellati, T., Helms and A. Tamm, eds, *House and Household*

- Economies in 3rd millennium B.C.E. Syro-Mesopotamia*. Oxford: BAR International Series, 2682, pp. 61-82.
- Marchand, F. (2016). L'industrie lithique de Tell 'Arqa (Plaine du Akkar, Liban Nord). In R.A, Stucky, O. Kaelin, H.P. Mathys, eds, *Proceedings of the 10th International Congress on the Archaeology of the Ancient Near East: June 9-13, 2014, University of Basel, Vol.3: Reports*. Harrassowitz Verlag, pp. 503-513.
- Marchand, F. (2017). Étude des grandes lames de Tell 'Arqa (Plaine du Akkar, Liban Nord). *ArchéOrient - Le Blog*, 12 May 2017. <https://archeorient.hypotheses.org/7464>.
- Marchand, F. (2018). Use-wear Analysis of Bronze Age Lithics in Tell Arqa (Akkar Plain, North Lebanon). In B. Horejs, C., Schwall, V., Müller, M., Luciani, M., Ritter, M., Giudetti, R.B., Salisbury, F., Höflmayer, and T. Bürge, eds, *Proceedings of the 10th International Congress on the Archaeology of the Ancient Near East, 25-29 April, 2016, Vienna, Vol.2*. Harrassowitz Verlag, pp. 369-376.
- Meyerhof, E. (1960). Flint cores at Har Haruvim. *Journal of Israel Prehistoric Society*, 1, pp. 23-26.
- Morero E. (2014). Reconstitution expérimentale des techniques de forage de la pierre en Crète minoenne. *ArchéOrient-Le Blog*, 25 September 2014. <https://archeorient.hypotheses.org/3151>.
- Müller-Neuhof, B. (2013). Southwest Asian Late Chalcolithic/Early Bronze Age demand for 'Big-Tools': Specialized flint exploitation beyond the fringe of settled region. *Lithic Technology*, 38(3), pp. 220-236.
- Pelegrin, J. (1984a). Approche technologique expérimentale de la mise en forme du nucléus pour le débitage systématique par pression. In J. Tixier, ed., *Préhistoire de la pierre taillée, 2. Economie du débitage laminaire : technologie et expérimentation. IIIe table ronde de technologie lithique*. Paris : Editions du CNRS, pp. 93-103.
- Pelegrin, J. (1984b). Systèmes expérimentaux d'immobilisation du nucléus pour le débitage par pression. In J. Tixier, ed., *Préhistoire de la pierre taillée, 2. Economie du débitage laminaire : technologie et expérimentation. IIIe table ronde de technologie lithique*. Paris : Editions du CNRS, pp. 105-116.
- Pelegrin, J. (1984c). Débitage par pression sur silex : nouvelles expérimentations. In J. Tixier, ed., *Préhistoire de la pierre taillée, 2. Economie du débitage laminaire : technologie et expérimentation. IIIe table ronde de technologie lithique*. Paris : Editions du CNRS, pp. 117-127.
- Pelegrin, J. (1988). Débitage expérimentale par pression : du petit au plus grand. In J. Tixier, ed., *Technologie Préhistorique*. Paris : Editions du CNRS, pp. 37-53
- Pelegrin, J. (2006). Long blade technology in the Old World: An experimental approach and some archaeological results. In J. Apel and K. Knutsson, eds, *Skilled production and social reproduction: Aspects on traditional stone-tool technology, proceedings of a symposium in Uppsala, August 20-24, 2003*. Uppsala: Societas Archaeologica Upsalensis, pp. 37-68.
- Pelegrin J. (2012). New experimental observations for the characterization of pressure blade production techniques. In P.M. Desrosiers, ed., *The emergence of the pressure blade making, From origin to modern experimentation*. New York: Springer, pp. 465-500.
- Pelegrin, J., and Otte, M. (1992). Einige Bemerkungen zur Präparation und Ausbeutetechnik. In M.R. Behm-Blancke, ed., *Hassek Höyük. Naturwissenschaftliche Untersuchungen und litische Industrie, Istanbul Forschungen, Band 38*. Tübingen, Ernst Wasmuth Verlag, pp. 219-224.
- Roux V., and Thalmann J.-P. (2016). Evolution technologique et morpho-stylistique des assemblages céramiques de Tell Arqa (Liban, 3ème millénaire av. J.-C.) : Stabilité sociologique et changement culturels. *Paléorient*, 42(1), pp. 95-121.
- Shimelmitz, R., Barkai, R. and Gopher, A. (2000). A Canaanite Blade Workshop at Har Haruvim, Israel. *Tel Aviv*, 27, pp. 3-22.
- Thalmann J.-P. (2006). Tell Arqa-1, les niveaux de l'âge du Bronze. *BAH 177*, Beyrouth.
- Thalmann, J.-P. (2017). Rapport préliminaire sur les campagnes de 2008 à 2012 à Tell Arqa. *BAAL*, 16, pp. 15-78.
- Volkov P. V., and Guiria E. I. (1991). *Recherche expérimentale sur une technique de débitage, In 25 ans d'études technologiques en préhistoire. XIe Rencontres Internationales d'Archéologie et d'Histoire d'Antibes*. Juan-les Pins : Ed. APDCA, pp. 379-390.

Videography

- Malling O., and Pelegrin J (1993-1994). *Flint experiments at Lejre 93-94*. Mediaworkshop, Lejre Research Centre, Denmark.

Going to the source: New perspectives in the study of the Canaanean blade technology from Iraqi Kurdistan

Cecilia Conati Barbaro ¹ and Daniele Moscone ²

1 : Sapienza University of Rome, Department of Classics, cecilia.conati@uniroma1.it
(corresponding author)

2 : Sapienza University of Rome, Department of Classics, daniele.moscone@uniroma1.it

1

Abstract:

This paper presents a preliminary overview of the outstanding evidence of chert mining and specialised lithic workshops found on the southern slopes of the Jebel Zawa, in the Dohuk Governorate, northern Iraqi Kurdistan. Technical features observed on lithic materials - such as cores and waste products - led to the identification of this mining complex as the source of raw materials used to produce the large standardised blades known in the literature as 'Canaanean'. According to northern Mesopotamian archaeological records, these blades were widespread from the late 5th to 3rd millennia BCE. However, little is known about the raw material provenance and no analysis has been attempted in order to identify the supply areas. Our research constitutes a unique opportunity to fill this gap, providing fresh data and a new regional perspective for investigating the phenomenon of large blades production and consumption in northern Mesopotamia, from the source to the settlements.

Key words:

CANAANEAN BLADES; RAW MATERIALS; CHERT MINING; LATE CHALCOLITHIC; EARLY BRONZE AGE; IRAQI KURDISTAN.

Résumé :

Cet article propose une analyse préliminaire de mines de silex et d'ateliers de taille découverts sur les flancs sud du Jebel Zawa, dans le gouvernorat de Dohuk dans le nord du Kurdistan irakien. Les caractéristiques techniques observées sur les matériaux lithiques - nucléus et déchets - ont permis d'identifier ce complexe comme une des sources de matières premières utilisées pour produire de grandes lames régulières, connue comme 'cananéennes'. Ces lames étaient répandues entre le 5^{ème} et le 3^{ème} millénaire av. J.-C. Cependant, peu d'informations concernant la provenance des matières premières sont disponibles, et aucune analyse n'a été tentée pour identifier les zones d'approvisionnement. Cette recherche représente une occasion unique de fournir des données et des perspectives nouvelles dans l'étude de la production de grandes lames en Mésopotamie du Nord : de l'origine et l'extraction des matières premières jusqu'à la distribution dans les sites à l'échelle régionale.

Mots-clés :

LAMES CANANÉENNES; MATIÈRES PREMIÈRES; MINES DE SILEX; CHALCOLITHIQUE; ÂGE DU BRONZE; KURDISTAN IRAKIEN.

1. Introduction

Raw material procurement and craft specialisation at the dawn of the urbanisation process are currently core issues in northern Mesopotamian archaeology. The development of large settlements along the Upper and Middle Euphrates valleys, as far as the Jezira desert and the Tigris valley, during the late 5th- 4th millennia BCE is strictly connected to growing social complexity and territorial re-organisation (Akkermans and Schwartz, 2003; Al Quntar, Khalidi and Ur, 2011). The establishment of large public and cult areas for administrative purposes and specialised

¹ C.C.B. designed and directed the research, D.M. performed the raw material characterisation and the lithic analysis. Both authors contributed to the writing of the manuscript.

activities within the settlements suggests the emergence of new needs and strategies of resource management in these communities (Frangipane, 2018).

Material culture, such as pottery and lithics, reflects these crucial social changes. The phenomenon is archaeologically more evident at the end of the Late Chalcolithic (LC) period. Indeed, an increasing demand for different raw materials through large-scale exchange systems is widely attested. Some raw materials were used to create prestige objects for the emerging *élites* (i.e., metals), while others were used to produce utilitarian items for subsistence activities, such as agriculture.

In this context, the material culture started to change not only its formal aspect but also its technological features, as in the case of the well-known in-series pottery production. With regard to lithic technology, the tool kits from northern Mesopotamian sites are characterised by the massive presence of standardised large blades that were exchanged on a region-wide basis, according to some scholars (Anderson and Inizan, 1994; Chabot and Eid, 2003), or within local district (Frahms, 2014; Helms, 2014). The development of a new technological system was then a necessary premise in order to increase tool productivity (Manclossi, Rosen and Boëda, 2019).

From a technical point of view, these blades feature a trapezoidal cross-section (created by in-series removals), parallel edges, an almost straight profile, and a well-developed bulb just under a carefully prepared butt (Rosen, 2018; Chabot and Pelegrin, 2012). As demonstrated by J. Pelegrin (2012), large blade production requires highly specialised techniques - such as the lever pressure system with a copper point - and methods for core-volume preparation and maintenance. Techno-functional analyses indicate that these blades were often intentionally broken in order to obtain segments used as sickle elements or threshing sledge inserts for agricultural purposes (Anderson and Inizan, 1994; Anderson and Chabot, 2001; Anderson, Chabot and Van Gijn, 2004; Lemorini, 2010), and were also used in pottery production (Anderson and al. 1989; Groman-Yaroslavski, Iserlis and Eisenberg, 2013).

Despite the wide distribution of Canaanite blades, the raw material procurement strategies linked to this craft production are not yet understood. Chert sources have been reported, but not extensively investigated, from the site of Pasar in the Kermanshah province of Iran (Müller-Neuhof, 2013) and from the territory of Tigris Höyük in the Middle Euphrates region (Hartenberger, Rosen and Matney, 2000) (*fig.1*). This site provides evidence of *in situ* blade production, as testified by a large cache of cores located in an area dedicated to craft activities outside the Early Bronze Age (EBA) city walls. Some scholars assumed the existence of specialised workshops in the foothills of the Taurus mountains, where good quality Eocene chert outcrops are attested (Otte and Behm-Blancke, 1992), and in the Bingöl district of south-eastern Anatolia (Anderson, Chabot and Van Gijn, 2004; Chabot and Eid, 2009). So far, the primary source of information about the Canaanite blade production process is the presence of cores and waste products within dedicated areas in settlements, which allowed the identification of specialised workshops. At Hassek Höyük, 40 chert cores were stored in a room in a large LC building used for cereal storage and processing (Behm-Blancke, 1991-1992; Pelegrin and Otte, 1992). Moreover, at Hacinebi *in situ* blade production is testified by a number of cores in a layer dated to 4000-3300 cal. BCE (Edens, 1999). Moving to the Jazira desert, *in situ* production of large blades is attested at Tell Brak during the 5th - 4th millennia BCE (layers TW-20 and TW-12) (Oates and al. 2007; Oates and Oates, 1993).

Recent data on knapping techniques and equipment come from the EBA site of Tell Chuera (3100-2900 BCE), where hard-stone hammers, a cache with complete and unused blades and a chisel-like copper point - possibly the tip of a lever pressure device - have been found in close proximity to each other in a domestic and productive context of the upper town. Four large-blade cores were also found in area P (mid-3rd millennium BCE) (Helms, 2014). In the Tigris region, the archaeological evidence is less conspicuous. The well-known site of Tepe Gawra provided evidence of one core (Tobler, 1950) in phase IX, dated to the LC 3 (Rothman, 2002), while Tell Karrana 3, located on the eastern side of the River Tigris, yielded several cores dated to the LC 5 (Brautlecht, 1993).

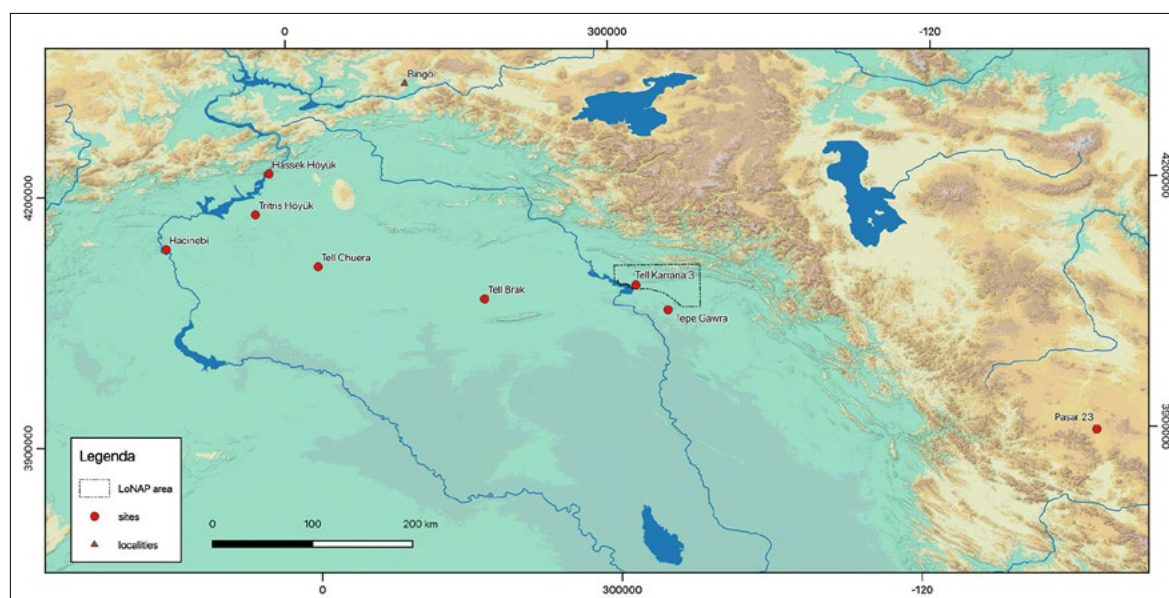


Fig. 1. Map of northern Mesopotamia and neighbouring regions showing sites and localities cited in the text (map by D. Moscone).

Despite the large number of settlements in which Canaanian blades were produced, the available documentation is not sufficient to support the hypothesis that these sites acted as redistribution centers, except perhaps the EBA site of Titris Höyük due to the large quantity of cores. At other sites, instead it seems more probable that the large Canaanian blades served to satisfy the demand of the local communities, fostering their production and exchange, possibly under the control of the emerging élites. Indeed, most of the Canaanian blades discovered in LC and EBA sites were not produced *in situ* but imported. From this perspective, the need to create datasets on chert availability and suitability at a regional scale is of crucial importance for a better understanding of these dynamics, not much considered in archaeological interpretation.

2. The Jebel Zawa mining district

The first complex of chert mines in the Jebel Zawa was identified during the 2015 survey campaign within the Land of Nineveh Archaeological Project (LoNAP). At the same time, analyses of large blades collected on the surface at sites featuring LC and EBA occupations spurred us to investigate possible links between the chert outcrops and the artefacts that were found on sites, in particular those located in close proximity to the Jebel. Thereafter, a three-year (2016-2018) intensive survey was carried out in the Jebel Zawa, one of the most promising procurement areas for good quality chert supplies (Conati Barbaro and al., 2016 ; Conati Barbaro and al., 2019).

2.1. Geology and environment

The Jebel Zawa, Ciya Zawa in Kurdish, is an isolated relief standing to the south of the modern city of Dohuk, in the northern Kurdistan Region of Iraq (fig. 2). It lies a few kilometers from the former course of the Tigris, which today flows into the Mosul lake. This low mountain has a NW-SE orientation and reaches a maximum height of 1000 m asl ; it has an irregular profile which gradually increases in height in the easternmost part. The geology of the area is characterised by the Middle-Upper Eocene (40 Ma) Pila Spi limestone formation (Khadim and Hussein, 2016), deposited in suspended basins on a passive plate margin configured by an extensional tectonic regime during the Alpine orogeny (Numan, Hammoudi and Chorowicz, 1998). From the top downwards, this formation consists of a succession containing a series of lithified limestones to well-bedded chalky limestones and massive cherty limestones interbedded with marls (fig. 3.a). The overall carbonate content of the Pila Spi is extremely high, with dolomitisation (Numan,

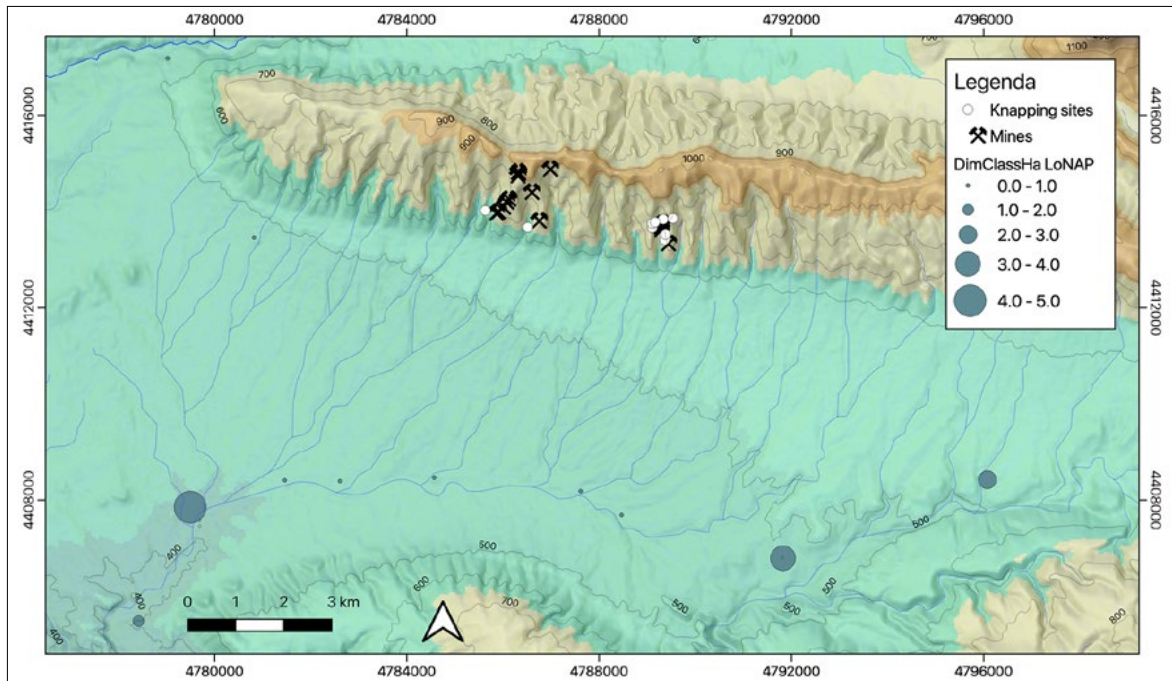


Fig. 2. Map of the Jebel Zawa chert mines, knapping areas and distribution of the sites in the Jebel Zawa plain divided according to size (map by D. Moscone).

Hammoudi and Chorowicz, 1998). The soluble nature of these rocks led to the development of strong karstification (Stevanović, Iurkiewicz and Maran, 2009), although not as intensive as that observed in the Zagros mountains. The karstic system consists of galleries, caves and springs, some of which are still seasonally active in the south-eastern part of the Jebel (*fig. 3.b*).

Due to uplifting and folding movements, the formation is very visible and accessible in the southern valleys; it is characterised by strong inclination. Moreover, the wadis flowing from the Jebel form steeply downcut valleys with eroded slopes, filled with rock debris and colluvial sediments transported by seasonal wadi floods to the foothills.

2.2. Chert outcrops

The horizon containing chert nodules reaches a maximum thickness of 20 m towards the top of the Jebel. Chert veins can be easily recognised from the valley bottoms following the sloping geological strata from the base to the top of the mountain. Even today chert is still available in quantity, especially in the central valleys of the Jebel where the mountain reaches its greatest height, and



Fig. 3. The chert horizon of the Pila Spi formation in one of the Jebel Zawa valleys (a); detail of the karst forms inside the formation (b).

the chert-bearing layers are totally exposed. The raw material is thus easily accessible, following the limestone beds and the modern shepherds' paths along the cliffs.

The chert veins feature a large quantity of closely spaced nodules of various sizes. Large nodules up to 1 m across are sub-circular or lenticular in shape (fig. 4. a-c). Tabular chert, fractured and patinated, has been recorded at higher altitudes along eroded ridges. Macroscopically, the Jebel Zawa chert varies from light to dark grey in colour, with shaded and spotted structures. It sometimes exhibits black laminations under the cortex or mottled inclusions.

Despite their non-translucent and medium-textured features, these chert types are well suitable for knapping. Smaller and exposed nodules are mostly affected by post-genetic alterations that give rise to uneven fractures during knapping, while larger blocks may be of good quality after decortication. The systematic sampling of the outcrops along the valleys was performed in order to better understand the chert's variability by means of macroscopic descriptions, and petrographic and chemical analyses (Moscone and al., 2020). This work is still ongoing with the aim of building up an extensive dataset for future comparisons.

3. Mining evidence

Four out of the seven valleys explored so far revealed evidence of chert extraction (fig. 2). These valleys were selected on the basis of their accessibility and the nature of the chert outcrops. Chert occurs sporadically on the western part of the Jebel, along the small and less deeply cut valleys which correspond to the highest part of the Pila Spi formation. Conversely, chert layers are very well exposed in the central part of the Jebel along the deeply cut valleys.

Chert mining evidence relates to two different excavation strategies: open-air quarries in which limestone strata were directly excavated in order to isolate and extract the nodules, and natural



Fig. 4. A chert nodule visible inside one of the karstic galleries (a); large chert nodules bearing traces of extraction (b); large chert nodules inside a niche (c); detail of the artefact density in a knapping area (d).

karstic cavities which were exploited by following the inclination of the strata containing the nodules.

The exploitation of natural cavities containing good quality chert, less weathered than open-air outcrops, may be considered an opportunistic strategy, and has been documented in the Near East in other contexts (e.g., Gopher and Barkai, 2006). Given the frequent occurrences of both types of evidence, it appears that very intensive chert exploitation occurred in the Jebel Zawa.

3.1. Open-air quarries

Mining of open-air chert outcrops is very well documented in the Jebel Zawa. As the raw material is clearly visible and easy to approach, it seems likely that this kind of excavation was the first to be performed. The exploitation of vertical limestone walls has left distinguishable digging traces on the rock surface. Niches of various size in the limestone walls attest the nodules' removal: their dimensions might correspond to the size of single nodules or to multiple extractions (*fig. 4.c*). The horizontal excavation of nodules located on strata interfaces is also documented.

3.2. Karst cavity exploitation

The Jebel Zawa karst system is characterised by small openings and rock shelters in the limestone walls, in correspondence to a more permeable horizon consisting of massive cherty limestones interbedded with grey marls. These openings (mean length= 1-1.90 m; mean height= 0.80-0.90 m) are often present in clusters which create deep and convoluted galleries interconnected with each other. Karst forms are testified by traces left by flowing water on their rounded roofs and walls, and occasionally by the deposition of thick layers of white carbonates on the floors.

Human modifications of the natural cavities are indicated by the countless signs of excavation made for enlarging the galleries and extracting the chert nodules. Broken nodules, flakes and micro-debris have been found on the floors also in the innermost parts of the cavities.

4. Knapping-sites

The waste products of knapping activities are widely scattered along the valleys. The distribution, in most of the cases, is not of great significance and has been affected by rapid erosion processes. Nevertheless, eight major lithic concentrations of archaeological deposits were identified during the 2016-2017 surveys (*fig. 2*). These sites are often located either at the valley entrances on wide and flat open areas, or within the valleys at higher altitudes. These last sites are located close to the chert veins, unlike the knapping-sites recognised at the valley entrance, which lie several meters from the first visible nodule horizon.

Moreover, during the 2018 field campaign, a large lithic workshop was identified and systematic investigations have been carried out, including the excavation of test pits. The collected data are currently under study.

The lithic assemblages consist of several hundreds of artefacts which testify the *in situ* reduction of nodules for the production of large blades (*fig. 4.d*). In most cases unworked nodules, rough-outs, and cores with large-blade removals have been recorded, spatially associated with the by-products of the knapping stages, such as tablets, crested or neo-crested items, and cortical and non-cortical flakes. Furthermore, blades coming from full-production stages of core exploitation are very rare and often represented only by some fragments. The lithic materials on the whole indicate that after extraction, chert nodules were transported to these places in order to start the knapping process.

Although the lithic assemblages reveal a clear reduction sequence, it is difficult to establish exactly which products were exported: whether these were finished products (blades) or even cores, or both.

4.1. *By-products and blades*

The technological analysis of knapping products has allowed a preliminary interpretation of their position and significance within the reduction sequence (*fig. 5*). Cortical items, such as flakes and laminar flakes, are the most attested class associated to the block decortication and core-shaping activities. The preparation of the core-volume took place by removing large elongated flakes from a platform following the axis of the block. Subsequently, the preparation of a crest allowed the initialisation of the blade production. The re-configuration of the lateral convexities is testified by neo-crests both in antero-lateral or postero-lateral positions. Full production blades are virtually absent. A few fragments and knapping accidents exhibit trapezoidal or triangular cross-sections, very regular dorsal ridges and parallel edges. Other blades, less regular, are difficult to interpret. Their morphology and technical attributes suggest the use of direct or indirect percussion.

4.2. *Cores*

Cores are sub-conical in shape, with a single platform and a flat or rounded base. In most cases they exhibit a large and straight knapping surface delineated by one or two lateral crests, which permit the enlargement of the production at their flanks. Cores featuring less developed and slightly curved surfaces are also attested. Platforms are often prepared, configuring a flaking angle of about 90-95 degrees. Only one flat platform is attested. Blade removal negatives are perfectly regular and wide (mean width of the last removals is 2-2.5 cm) and feature a well pronounced negative of the bulb just under the fracture initialisation point. These technical attributes are consistent with use of the lever pressure technique (Pelegrin, 2012).

5. The Canaanean blade phenomenon: a view from the mines

The first dataset deriving from the mining district of Jebel Zawa allows to consider the Canaanean blade phenomenon from a different perspective than the current approaches. The opportunity to investigate a specific lithic production strategy from the raw material procurement stage allows to tackle crucial topics, such as the organisation of production, the role of miners and knappers in resource access and control, and the territorial distribution of raw materials and/or finished products.

Angevin's recent overview of the northern Mesopotamian Canaanean blade phenomenon (2018) highlighted the variability of technical solutions in the production of large blades that may correspond either to different chronological periods, to regional traditions, or both. The analysis of the Jebel Zawa lithic workshops shows an evident variation in core architectures. At the present state of the research, it is difficult to assess whether this variability has a chronological explanation, or if it is linked to a different trajectory of technical development in the Tigris region.

However, despite these limitations, the cores and waste products found in workshops in proximity to mines and quarries clearly indicate that in the Jebel Zawa chert was processed on-site. It is therefore possible to hypothesise not only the local presence of specialist knappers, but also of the equipment required for blade production, such as the lever device. Consequently, the question arises as to whether the knappers were also miners, or whether two different specialised groups worked at the mines/quarries and lithic workshops. According to ethnographic data from Cyprus, the treshing-sledge elements were made by craftsmen from the timber-rich northern area, who used to produce blanks collecting good quality chert from the primary sources located in southern Cyprus (Whittaker, 2014). Until the first half of the last century at the Çakmak village in Turkey, chert-mining for the production of *tribulum* inserts was performed by teams of diggers and knappers (Whittaker, Kamp, and Yilmaz, 2009).

Data concerning this issue are provided by the preliminary results of the LoNAP survey. Several settlements featuring continuous occupation during 4th and 3rd millennia BCE have been

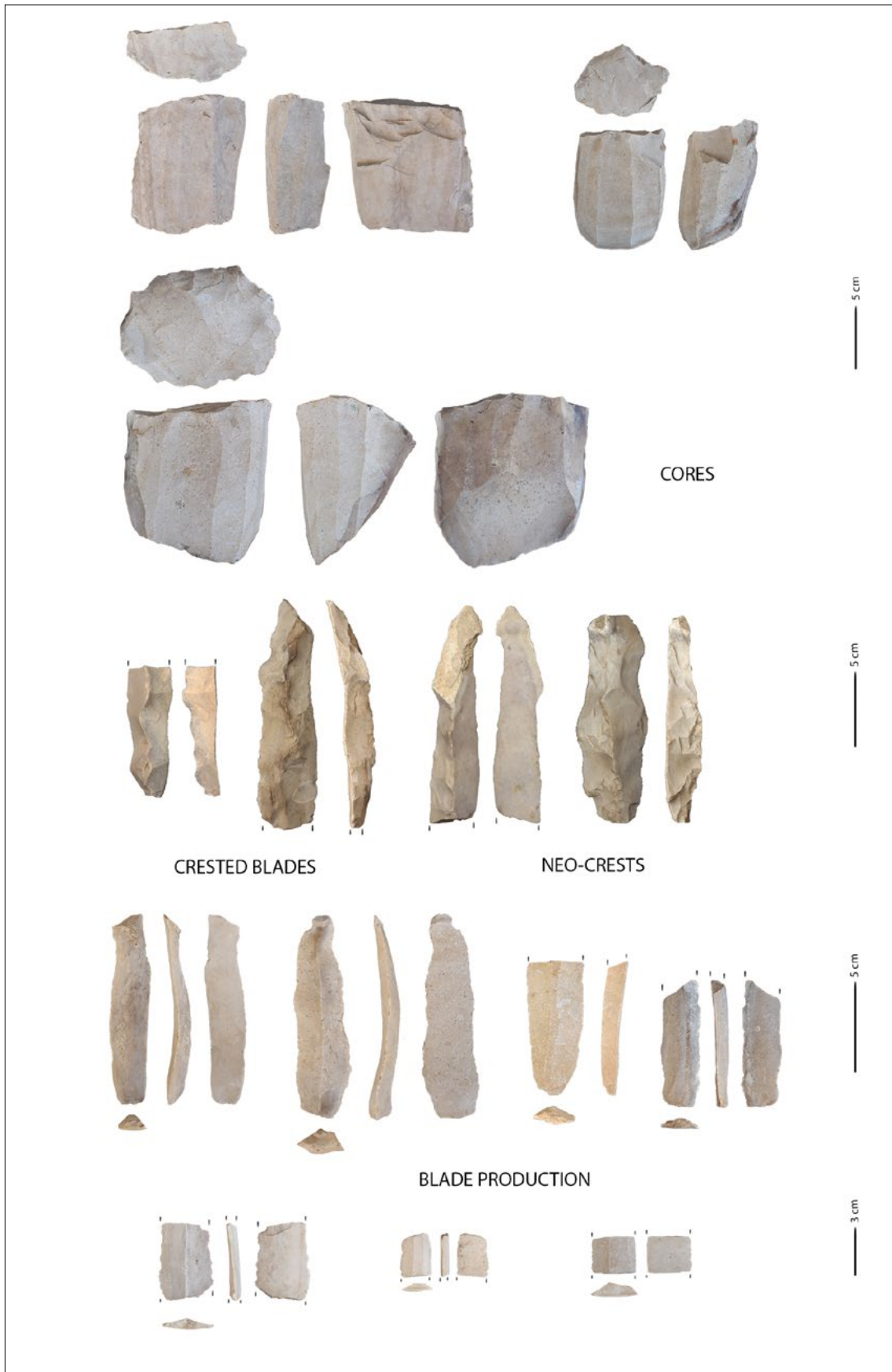


Fig. 5. Lithic materials collected at the knapping sites according to the identified reduction sequence.

identified in the valley at the foot of the Jebel Zawa. These sites are located along the course of a Tigris tributary, a few kilometers away from the slopes of the Jebel (*fig. 2*). This seems to correspond to a territorial choice, in which the following factors played a substantial role: the proximity to a watercourse, the distance from the unstable slopes of the Jebel and from the wadi floods, the availability of land for crops and above all, a perfect view of the Jebel. Moreover, the largest sites are located in strategic positions in the eastern Tigris plain, control of access to the Jebel Zawa valleys. It is also worth noting the high site density in the valley at the foot of the Jebel Zawa (Iamoni, 2018). This pattern seems to differ from that observed, for example, in the Navkur plain, where — during the LC — a shift in settlement position closer to perennial springs (Iamoni, 2018). If we admit that the settlement pattern of the Jebel Zawa and surrounding areas is strictly connected to the chert mines, can we assume that some of these sites controlled the access to the mines? Can the smaller sites be interpreted as specialized settlements connected to the mining system? The evidence of large blades, crests and waste products among the surface lithic collections from these sites could support these hypotheses (*fig. 5*). Furthermore, the proximal blade fragments from these lithic assemblages show diagnostic features, such as the dihedral-acute or faceted-convex preparation of the butts associated with prominent bulbs, that could be linked to the use of the lever pressure technique and that have been recognized by Pelegrin and Chabot (2012) as distinctive features of Canaanean blades in northern Mesopotamia. Moreover, on the dihedral preparation of the butt of one specimen has been observed a ‘V’ crack, which according to the literature (Chabot and Pelegrin, 2012) could indicate the use of a copper-tipped tool (*fig. 6*).

Another key issue that can be addressed, combining data from the chert mines with data from stratigraphic excavations in the nearby settlements, is the role played by central authorities in controlling this specialized craft production. Some authors (Manclossi, Rosen and de Miroschedji, 2016; Zutovski and Bar, 2017) have claimed that the production of Canaanean blades in the Levant was run by independent specialized knappers, who procured, worked and traded raw materials and finished products.



Fig. 6. Large blades collected at the sites in the Jebel Zawa plain and detail of a V-shaped crack on the butt of a large blade.

The ongoing research shows the high potential of the primary sources of lithic raw materials for understanding the urbanization process in the Tigris area. The study of this complex system of interactions between the sources and settlements needs to be addressed with further research in key sites, combined with the characterization of the chert raw materials. This integrated methodology will help to understand time, space and actors - independent versus controlled specialized knappers - with regard to these lithic productions and their role within a hierarchical and centralized social system at the onset of state formation in northern Mesopotamia.

Acknowledgments

The Land of Nineveh Archaeological Project is extremely grateful to the General Directorate of Antiquities of the Kurdistan Regional Government (Dr. Kak Kaify Ali), the Directorate of Antiquities of Dohuk (Dr. Hasan Qasim Ahmad) and the State Board of Antiquities and Heritage in Baghdad for granting all necessary work permits. Our deepest thanks go to Prof. Kamal Haji Karim, director of the Department of Geology at Sulaimani University for his valuable advice and support. We also thank M. Mulargia for his assistance in exploring and surveying the karstic cavities of the Jebel Zawa. This study was accomplished within the framework of the Prin 2015 4X49JT – SH6 research grant ‘Archaeological Landscapes of Ancient Iraq between Prehistory and Islamic period (ALAI): Formation, Transformation, Protection and Management’ funded by the Italian Ministry of Education, University, and Research. Funding was also provided by FFABR Grants – MIUR.

Bibliography

- Akkermans, P. M., and Schwartz, G. M. (2003). *The archaeology of Syria: From complex hunter-gatherers to early urban societies (c. 16,000-300 BC)*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Al Quntar, S., Khalidi, L., and Ur, J. (2011). Proto-Urbanism in the late 5th millennium BC: Survey and excavations at Khirbat Al-Fakhar (Hamoukar), Northeast Syria. *Paléorient*, 37(2), pp. 151-175.
- Anderson, P. C., and Inizan, M. L. (1994). Utilisation du tribulum au début du IIIe millénaire : des lames ‘canaanéennes’ lustrées a Kután (Ninive V) dans la région de Mossoul, Iraq. *Paléorient*, 20(2), pp. 85-103.
- Anderson, P. C., and Chabot, J. (2001). Functional analysis of glossed blades from northern Mesopotamia in the Early Bronze Age (3000-2500 BC): The case of Tell Atij. *Cahiers d'Archéologie du CELAT*, 10, pp. 257-276.
- Anderson, P. C., Chabot, J. and Van Gijn, A. (2004). The functional riddle of ‘glossy’ Canaanite blades and the Near Eastern threshing sledge. *Journal of Mediterranean Archaeology*, 17(1), pp. 87-130.
- Anderson-Gerfaud, P.C., Inizan, M.L., Lechevallier, M., Pelegrin, J. and Pernot, M. (1989). Des lames de silex dans un atelier de potier harappéen: interaction de domaines techniques. *Comptes rendus de l'Académie des sciences de Paris* 308 (II), pp. 443-449.
- Angevin, R. (2018). Le phénomène des lames cananéennes en Mésopotamie du nord (Ve-IIIe millénaires) (1/4). *ArchéOrient - Le Blog*. <https://archeorient.hypotheses.org/8657>.
- Behm-Blancke, M.R. (1991-1992). Hassek Höyük. Eine Uruk-Station im Grenzland au Anatolien. *Nürnberger Blätter zur Archäologie*, 8, pp. 82-94.
- Brautlecht, B. (1993). The lithic material. In G. Wilhem and C. Zaccagnini, ed., *Tell Karrana 3, Tell Jikan, Tell Khirbet Salih*. Mainz am Rhein: P. von Zabern, pp. 145-199.
- Chabot, J., and Eid, P. (2003). Le phénomène des lames ‘ cananéennes ’: état de la question en Mésopotamie du nord et au Levant sud. In P. C. Anderson, L. S. Cummings, T. K. Schippers and B. Simonel, eds, *Le traitement des récoltes: un regard sur la diversité du Néolithique au présent*. Antibes: Centre National de la Recherche Scientifique, pp. 401-415.
- Chabot, J., and Eid, P. (2009). Tell Mozan: le matériel lithique. In A. Bianchi and A. Wissing, ed., *Die Kleinfunde. Studien zur Urbanisierung Nordmesopotamiens. Ausgrabungen 1998-2001 in der zentralen Oberstadt von Tall Mozan/Urkeš*. Wiesbaden: Harrassowitz, pp. 803-820.
- Chabot, J., and Pelegrin, J. (2012). Two examples of pressure blade production with a lever: Recent research from the Southern Caucasus (Armenia) and Northern Mesopotamia (Syria, Iraq). In Desrosiers, P. M., ed. *The emergence of pressure blade making: From origin to modern experimentation*. New York: Springer, pp. 181-198.

- Conati Barbaro, C., Moscone, D., Zerboni, A., Cremaschi, M., Iamoni, M., Savioli, A., and Morandi Bonacossi, D. (2016). The Prehistory of the Land of Nineveh. *Antiquity Project Gallery*, 90 (346), pp. 1-3. <http://antiquity.ac.uk/projgall/barbaro349>.
- Conati Barbaro, C., Iamoni, M., Morandi Bonacossi, D., Moscone, D., Qasim, H.A. (2019). The Prehistory and Protohistory of the northwestern region of Iraqi Kurdistan: Preliminary results from the first survey campaigns. *Paléorient*, 45(2), pp. 207-229.
- Edens, C. (1999). The chipped stone industry at Hacinebi: Technological styles and social identity. *Paléorient*, 25(1), pp. 23-33.
- Frahm, E. (2014). Buying local or ancient outsourcing? Locating production of prismatic obsidian blades in Bronze-Age Northern Mesopotamia. *Journal of Archaeological Science*, 41, pp. 605-621.
- Frangipane, M. (2018). From a subsistence economy to the production of wealth in ancient formative societies: a political economy perspective. *Economia Politica*, 35(3), pp. 677-689.
- Gopher, A., and Barkai R. (2006). Flint extraction sites and workshops in prehistoric Galilee, Israel. *Stone Age - Mining Age*, 19, pp. 91-98.
- Groman-Yaroslavski, I., Iserlis, M., and Eisenberg, M. (2013). Potters Canaanite flint blades during the Early Bronze Age. *Mediterranean Archaeology and Archaeometry*, 13(1), pp. 171-184.
- Hartenberger, B., Rosen, S.A., and Matney, T. (2000). The Early Bronze age blade workshop at Titris Höyük: Lithic specialization in an urban context. *Near Eastern Archaeology*, 63(1), pp. 51-58.
- Helms, T. (2014). The economy of chipped stone: Production and use of stone tools at Early Bronze Age Tell Chuera (northern Syria). In F. Buccellati, T. Helms and A. Tamm, eds, *House and household economies in 3rd millennium BCE Syro-Mesopotamia*. Oxford: BAR International Series, 2682, pp. 61-83.
- Kadhim, L.S., and Hussein, S. A. (2016). Petrography and geochemistry of Pila Spi formation (Middle-Late Eocene) in selected sections / Northern Iraq. *Iraqi Journal of Science*, 57(3), pp. 2291-2306.
- Iamoni, M. (2018). A vital resource in prehistory: Water and settlement during the Pottery Neolithic and Chalcolithic periods. A preliminary analysis of the Eastern Upper Tigris basin area. In H. Kühne, ed., *Water for Assyria*. Wiesbaden: Harrassowitz, pp. 7-24.
- Lemorini, C. (2010). Daily and ritual activities during the palatial phase. Wear traces analysis of chipped and ground stone industries, In M. Frangipane, ed., *Economic centralization in formative states. The archaeological reconstruction of the economic system in 4th millennium Arslantepe*. Roma: Sapienza Università di Roma, pp. 241-252.
- Mancossi, F., Rosen, S.A., and de Miroshedji P. (2016). The Canaanite blades from Tel Yarmuth, Israel: a technological analysis. *Paléorient*, 42 (1), pp. 49-74.
- Mancossi, F., Rosen, S.A. and Boëda E. (2019). From stone to metal: The dynamics of technological change in the decline of chipped stone tool production. A case study from the Southern Levant (5th-1st millennia BCE). *Journal of Archaeological Method and Theory*, 26, pp. 1276-1326.
- Moscone D., Eramo, G., Caggiani, C., Morandi Bonacossi, D., and Conati Barbaro, C. (2020). Compositional features of chert from the Jebel Zawa mines (Dohuk, Kurdistan Region of Iraq) and implications for exploitation strategies during the Late Chalcolithic and Early Bronze Age, *Journal of Archaeological Science: Reports*, 29: 102086.
- Müller-Neuhof, B. (2013). Southwest Asian Late Chalcolithic/Early Bronze Age demand for 'Big-Tools': Specialized flint exploitation beyond the fringes of settled regions. *Lithic Technology*, 38(3), pp. 220-236.
- Numan, N., Hammoudi, R., and Chorowicz, J. (1998). Pila Spi synsedimentary tectonics in the Eocene limestone formation in Iraq and its geodynamic implications. *Journal of African Earth Sciences*, 27(1), pp. 1-8.
- Oates, D., and Oates, J. (1993). Excavations at Tell Brak (1992-93). *Iraq*, 55, p. 155-200.
- Oates, J., McMahon, A., Larsgaard, P., Al Quntar, S., and Ur, J. (2007). Early Mesopotamian urbanism: A new view from the north. *Antiquity*, 81(313), pp. 500-585.
- Otte, M., and Behm-Blancke R. (1992). Die Rekonstruktion Technischer Verfahrensweisen. In M. Behm-Blancke, ed., *Hassek Höyük. Naturwissenschaftliche Untersuchungen und lithische Industrie*. Tübingen: Ernst Wasmuth Verlag, pp.165-215.
- Pelegrin, J. (2012). New experimental observations for the characterization of pressure blade production techniques. In P.M. Desrosiers, ed., *The emergence of pressure blade making: From origin to modern experimentation*. New York: Springer, pp. 465-500.
- Pelegrin, J., and Otte, M. (1992). Einige Bemerkungen zur Präparation und Ausbeutetechnik der Kernsteine aus Raum 29, in M.R. Behm-Blancke (ed.), *Hassek Höyük. Naturwissenschaftliche*

- Untersuchungen und Lithische Industrie*. Istanbuler Forschungen 38. Tübingen: Wasmuth, pp. 219-224.
- Rosen, S. (2018). Canaanite blades. In M. Lebeau and P. de Miroschedji, eds, *Arcane Interregional*, 2, Artefacts. Turnhout: Brepols, pp. 203-220.
- Rothman, M.S. (2002). *Tepe Gawra: The evolution of a small prehistoric center in Northern Iraq*, Philadelphia: Museum of Archaeology and Anthropology, University of Pennsylvania.
- Stevanović, Z., Iurkiewicz, A., and Maran, A. (2009). New insights into karsts and caves of Northwestern Zagros (Northern Iraq). *Acta Carsologica*, 38(1), pp. 83-96.
- Tobler, A. J. (1950). *Excavations at Tepe Gawra: Levels IX-XX*. Philadelphia: University of Pennsylvania Press.
- Whittaker, J.C. (2014). The manufacture and use of threshing sledges. In A. van Gjin, J.C. Whittaker and Anderson P.C., eds, *Explaining and exploring diversity in agricultural technology*, vol. 2. Oxford and Philadelphia: Oxbow Books, pp. 141-144.
- Whittaker, J.C., Kamp, K., and Yilmaz, E. (2009). Çakmak revisited: Turkish flintknappers today. *Lithic Technology*, 34 (2), pp. 93-110.
- Zutovski, K., and Bar, S. (2017). Canaanite blade knapping waste pit from Fazael 4, Israel. *Lithic Technology*, 42(2-3), pp. 109-125.

Les industries lithiques de la Ville I de Mari (Tell Hariri, Syrie, 2900-2650 av. J.-C.) : chaînes opératoires et premières perspectives techno-culturelles

Raphaël Angevin ¹

1 : Conservateur du patrimoine, Service régional de l'archéologie, DRAC Auvergne-Rhône-Alpes, UMR 7041-ArScAn –
équipe VEPMO, mission archéologique française de Mari, raphael.angevin@culture.gouv.fr

Abstract:

The recent researches on the City I of Mari (Tell Hariri, Syria, *circa* 2900-2650 BC) emphasised the intensity of craft activities. If metallurgy and ceramics have been regularly investigated by recent studies, lithic industries were rarely precisely analyzed, whereas they represent sources of primary importance for determining the cultural influences of the site. This article aims to establish a first state of knowledge on these productions, through the description of the main *chaînes opératoires*, and to clarify the contribution of this documentation to the characterisation of the City I, from a techno-economic and functional perspective. In a second time, this reflection will be carried on to clarify the modalities of contact between Mari, the Syrian Desert and Northern Mesopotamia during the first third of the 3rd millennium BCE, in a relation network whose the Euphrates seems to constitute very early the major axis.

Key words:

MARI (TELL HARIRI); SYRIA; EARLY BRONZE AGE; LITHIC TECHNOLOGY; CHAÎNES OPÉRATOIRES; TECHNICAL AND CULTURAL GEOGRAPHY.

Résumé :

Les travaux récents consacrés à la Ville I de Mari (Tell Hariri, Syrie, *circa* 2900-2650 av. J.-C.) n'ont eu de cesse d'insister sur l'intensité des activités artisanales qui s'y exerçait. Si la métallurgie ou la technologie céramique ont été régulièrement investiguées par ces études, les industries lithiques ne sont que trop rarement citées à comparaître, alors même qu'elles constituent des sources de première importance pour déterminer les influences qui s'expriment dans la culture matérielle de la Ville I. Cet article aura pour objectif de dresser un premier état des connaissances sur ces productions, dans une perspective tout à la fois techno-économique et fonctionnelle. Dans une seconde étape, la réflexion sera poursuivie afin d'éclaircir la nature des contacts qui s'établissent entre Mari, la Steppe syrienne et la Mésopotamie du nord au cours du premier tiers du III^e millénaire, dans un tissu de relations dont l'Euphrate semble constituer très précocement l'axe privilégié.

Mots-clés :

MARI (TELL HARIRI) ; SYRIE ; ÂGE DU BRONZE ANCIEN ; TECHNOLOGIE LITHIQUE ; CHAÎNES OPÉRATOIRES ; GÉOGRAPHIE TECHNIQUE ET CULTURELLE.

1. Introduction

Le déploiement des industries de la première ville de Mari s'inscrit dans un contexte historique qu'il nous faut succinctement rappeler car il permet d'aborder sous un prisme original la problématique posée par ce colloque, tout en soulignant les paradoxes. Il n'est nul besoin de rappeler ici l'exceptionnelle situation stratégique qu'occupe la métropole de l'Euphrate au contact de la Mésopotamie alluviale et du domaine syro-anatolien (*fig. 1*). Elle se présente en cela un poste d'observation privilégié pour apprécier, dans la longue durée, les modalités et les rythmes du contact entre le monde sémitique et les cités-états suméro-akkadiennes.

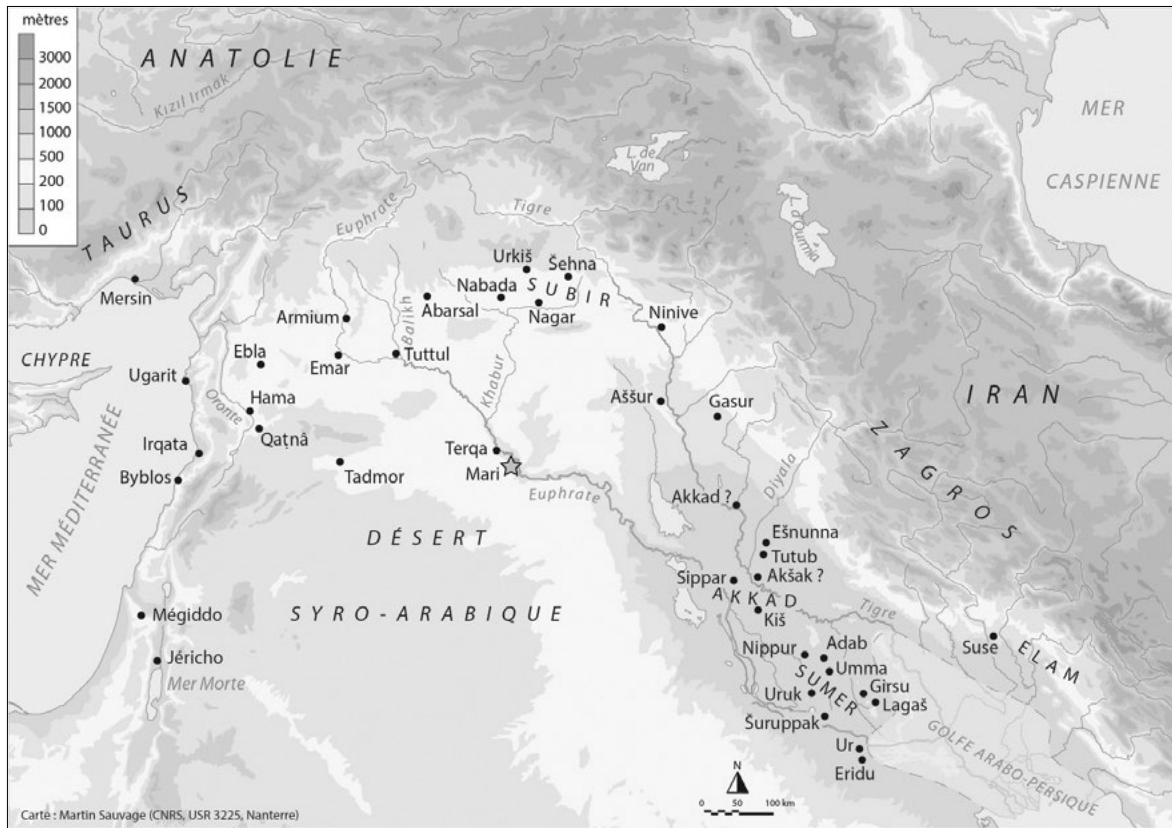


Fig. 1. Situation géographique de Mari, au contact de la Haute et de la Basse-Mésopotamie, et principaux sites contemporains (III^e millénaire). Carte M. Sauvage 2017.

Conçue tour à tour comme un avant-poste méridional en terre sémitique puis comme une ville nouvelle fondée pour contrôler le trafic sur le fleuve, elle est parfois présentée comme le prototype des grandes cités marchandes du Proche-Orient, au carrefour de deux mondes : la Mésopotamie et le Golfe persique d'une part et le monde Méditerranéen au sens large d'autre part (Butterlin et Lecompte, 2014). De ce fait, la fondation de cette cité, au début du III^e millénaire, s'inscrit dans une histoire complexe dont les ressorts procèdent avant tout d'une historiographie des cultures matérielles (fig. 2). Cette situation, inconfortable sous bien des aspects, induit de sérieuses difficultés méthodologiques car elle suppose de raisonner en l'absence de toute source épigraphique et donc de toute référence à une histoire événementielle, ce qui n'est pas le cas pour la Ville II (2550-2250 av. J.-C.) et *a fortiori* pour les différents avatars de la Ville III (2250-1760 av. J.-C.).

À cet obstacle épistémologique s'ajoute un problème de géographie culturelle qui suppose de faire sans cesse varier la focale et de décentrer notre objet pour en prendre pleinement la mesure. Mari apparaît ainsi, au cours des trois siècles que couvre l'histoire de la Ville I, comme le lieu de convergence de plusieurs traditions issues de la décomposition supposée de la grande *koinè* urukéenne (Margueron 2004 ; Butterlin et Lecompte 2014. ; Butterlin, 2018, 2019).

La situation culturelle qui se fait jour au début du III^e millénaire place en effet la ville au cœur d'un complexe réseau de relations, au point de tension de plusieurs aires de répartition : au sud, les Cités-États sumériennes du Dynastique archaïque I-II ; à l'est le domaine de la *Scarlet Ware* ; au nord-est, le monde de Ninive V ; à l'ouest, les marges désertiques de Syrie et de Jordanie ; au nord enfin, la zone de développement des céramiques 'post-Uruk' du Moyen-Euphrate (*Plain Simple Ware*, RSW, *Cyma Recta Cup*) et des cultures transcaucasiennes et apparentées (céramiques peintes rouges et noires).

Chronologie – Périodisations			Périodisation urbaine	Stratigraphie – Chantiers					
3000	BA I	LC 5 / DA I		C5	Ishtar	L	NI	Palais	Temples
2900			<i>Fondation</i> →		T	?		T	?
2800	BA II	DA I	Ville I	1	f	← 7 6 5 4 3 2 1		A B1 B2 B3 C1-C2 D1-D2 E1-E2 F-G-H	Pec
2700					d	C			
2600		DA II				T.P.	A	?	
2500	BA III	DA IIIA		<i>Arasement</i> →		Ishtar b-c	Souk 1-2	IV	P 3
2400		DA IIIB	Ville II (niveau récent)	2	Ishtar a		III	P 2	État 1
2300	BA IVA	Akkad	<i>Incendie</i> →					P 1	État 2
2200			Ville III : Šakkanakku (ancien)	3a				P 0	Terrasse
2100	BA IVB	Ur III	Ville III : Šakkanakku (récent)	3b				GPR	Temple aux Lions
2000			Ville III : Šakkanakku (tardif)						
1900	BM I	Isin-Larsa	Ville III : Lim	3c					
1800								amorrite	Šamaš
1700	BM II	Babylone I							

Fig. 2. Mari (Tell Hariri, Syrie) – Chronologie, périodisation et stratigraphie du site. D'après Rey 2012, fig. 7 modifiée.

La rupture du ‘ système-monde ‘ urukéen – dans des conditions historiques qui appellent de plus amples explications – semble donc avoir provoqué un éclatement culturel dont les lignes de faille reprennent presque trait pour trait les limites des aires culturelles du LC2-LC3 ancien, antérieures à ‘ l’expansion ‘ urukéenne. La signification de ces aires reste en l’état difficile à établir mais une chose est sûre : Mari occupe une place centrale dans la donne géoculturelle qui se met en place au début du III^e millénaire. P. Butterlin a postulé ailleurs que Mari marquait sans doute une ‘ frontière tribale ‘, au contact de la zone d’influence de Kish, au sud, dont on suppose qu’elle fut le grand centre politique du Dynastique archaïque I, et d’un monde nord-mésopotamien dans les grands pôles de décision restent pour une large part à identifier, à l’exception de Chuera et Tell Brak (Butterlin, 2019).

Dans ce contexte, les conditions de la création d’une hypothétique ‘ ville ronde ‘ dans la moyenne vallée de l’Euphrate autour de 2900 av. J.-C. puis de son abandon autour de 2650 av. J.-C. restent encore à éclaircir (Margueron, 2004). Ce décryptage passe en premier lieu par une lecture stratigraphique fine des grands chantiers directeurs (Butterlin, 2008, 2010) : de ce point de vue, des profondes incertitudes pèsent encore sur la morphologie initiale de la Ville I et l’ampleur de son système de fortification *princeps*, à double ligne de défense, puisque l’enceinte intérieure identifiée par J.-C. Margueron ne semble pas relever du parti initial (Butterlin, 2019).

Dans la réalité, les points d’observation de la Ville I de Mari restent par ailleurs extrêmement limités (fig. 3) : sa surface diagnostiquée était estimée en 2004 à environ 2100 m² par J.-C. Margueron, soit un infime échantillon de sa contenance initiale, puisqu’elle représente à peine 0,07% des 283 ha théoriquement couverts par la ville ronde, dans son estimation la plus haute (Margueron, 2004). Par conséquent, il apparaît extrêmement difficile de livrer une vision globale de l’organisation et de la nature des activités mises en œuvre en son sein.

Les mobiliers céramiques et métalliques ainsi que les témoignages d’orfèvrerie ont, pour une part déjà, été versés au dossier (Margueron, 2004 ; Mathot, 2007 ; Müller-Margueron, 2014) mais d’autres documents se révèlent diversement susceptibles de participer à la caractérisation de la Ville I et à la restitution de son histoire pluriséculaire : en cela, les assemblages lithiques constitués depuis les fouilles d’A. Parrot (1933-1974) composent un matériau de première importance. Ils n’ont fait jusqu’ici l’objet que de brèves mentions ou de références lapidaires : en conséquence, nous chercherons à en établir une revue liminaire, sous un prisme technologique, afin d’en apprécier par la suite les inférences culturelles.

2. La documentation de la Ville I : présentation générale du corpus archéologique

Avant de dérouler le fil de cette documentation, il convient au préalable d'en estimer la fiabilité et les limites. Dans le cadre de ma thèse de doctorat, j'ai pu procéder à une étude techno-économique détaillée du mobilier lithique provenant de la Ville I. L'inventaire établi rassemble 1282 artefacts mis au jour, pour l'essentiel, à la faveur des recherches de J.-C. Margueron sur le site (*tab. 1*). Le potentiel documentaire de ces industries n'est toutefois pas équivalent d'un secteur à l'autre, puisqu'il dépend, pour une part, de leur contexte archéologique de découverte. Partant de ce constat, nous avons procédé à un examen systématique des conditions de mise en place de ces assemblages, combinée à une analyse critique des processus de stratification. Pour ce faire, la

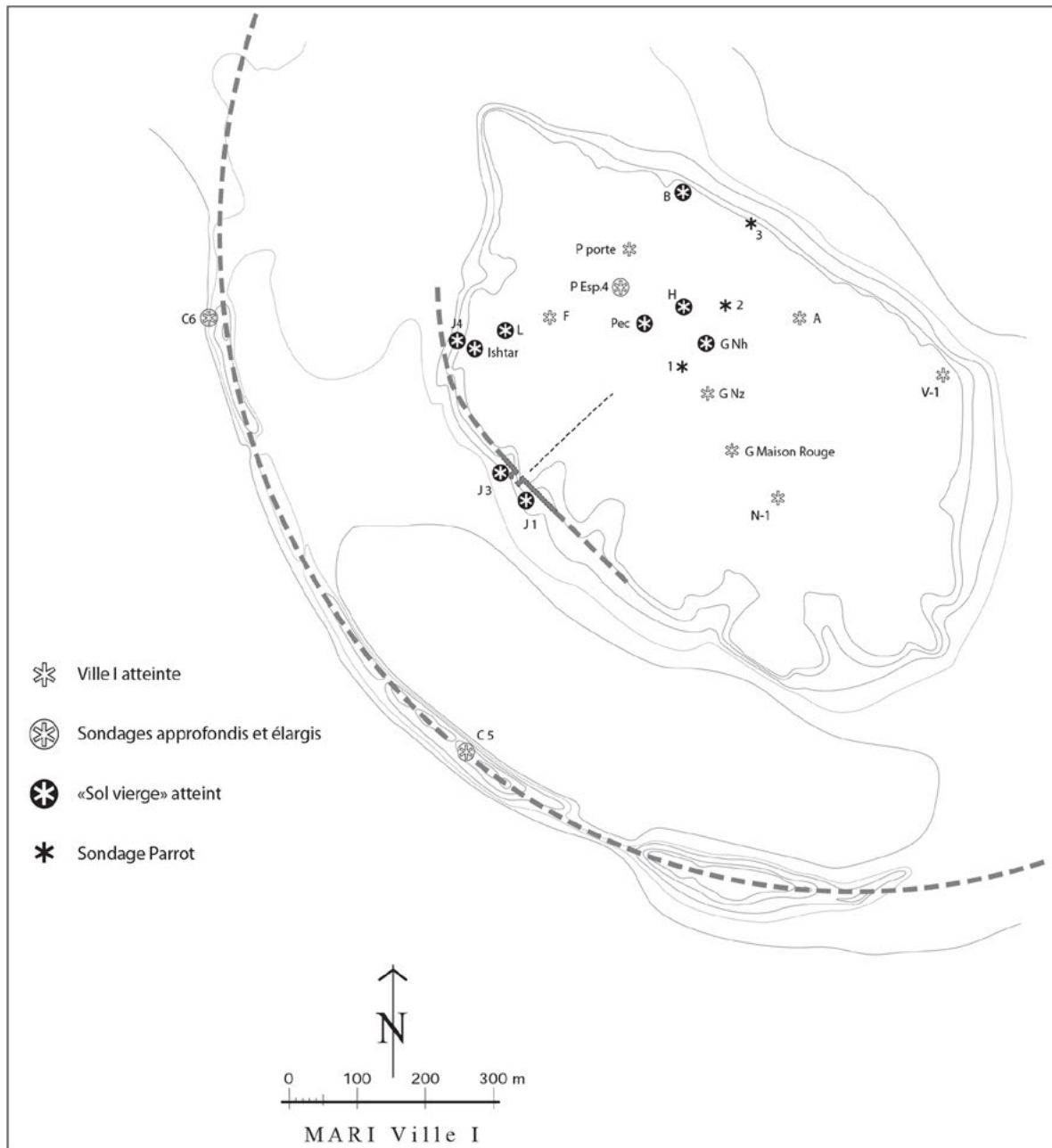


Fig. 3. Mari I (Tell Hariri, Syrie) – Localisation des chantiers où des occupations de la Ville I ont été reconnues. Chiffres : chantiers Parrot ; Lettres : chantiers Margueron et Butterlin. 1 : fosse du temple de Shamash (pseudo-Gigunu) ; 2 : sondage dans le ' Massif Rouge ' ; 3 : tranchée stratigraphique de 1933 ; GNh : temple de Ninhursag ; GNz : temple de Ninni-Zaza ; Pec: Palais – espace central. D'après Margueron 2004, fig. 43 modifiée.

CONTEXTE D'INTERVENTION	N	%
Fouilles Parrot (1933-1974)	8	0,62%
Fouilles Margueron (1979-2004)	1250	97,50%
Fouilles Butterlin (2005-2010)	24	1,88%
TOTAL	1282	100%

Tab. 1. Mari I (Tell Hariri, Syrie) – Classement général de l'industrie lithique par contexte d'intervention et campagnes de fouille (en effectif).

description rigoureuse du matériel retrouvé *in situ* – à l'exception du mobilier du Chantier Pec, étudié par E. Coqueugniot – nous a permis de préciser quelques 'tendances lourdes' des systèmes techno-économiques associés à chacune de ces trois grandes phases urbaines (Angevin 2018b). Nous avons ainsi pu démontrer que la transition de la Ville I vers la Ville II signait une rupture technologique majeure dans l'histoire de Mari, comme nous pourrions le mettre en lumière par la suite.

Nous avons alors sérié le matériel en position secondaire en fonction des contextes de découverte et détecté la présence de mobiliers résiduels de la Ville I dans certains niveaux ou structures attribués à la Ville II ou à la Ville III (*tab. 2*). Leur inventaire, fondé sur la reconnaissance des caractères les plus discriminants des industries de la Ville I, ne fournit toutefois qu'une estimation basse de ces éléments, à l'instar des rares éléments intrusifs de la Ville II qui ont été retirés de ce catalogue. Pour près des deux tiers, les séries de la Ville I renvoient donc des témoignages retrouvés en position secondaire : comblement des structures en creux, séquences de remblais, couches de rejet ou de recharge des sols, aménagement des niveaux de circulation, etc. Lorsque leur contexte n'était pas clairement explicité, les matériaux ont été classés par défaut dans cette dernière catégorie qui livre une information à faible résolution sur l'évolution des traditions techniques de la Ville I.

In fine, les corpus les plus abondants et les plus significatifs correspondent logiquement aux chantiers dont les niveaux profonds ont été les plus régulièrement explorés. Au sein de ce corpus, quatre ensembles forment ainsi exception, d'un point de vue quantitatif mais également qualitatif : il s'agit des séries constituées au Chantier B, sur le rebord septentrional du tell, à la faveur de l'exploration de la séquence pluristratifiée conservée sous une résidence de la Ville II, entre 1979 et 1984 (Margueron, 2004 ; Müller-Margueron, 2014) ; des matériaux rassemblés en 1994 au chantier Pec (Coqueugniot, 2006, *fig. 4*), sous l'*Enceinte Sacrée* du complexe monumental du

CONTEXTE ARCHEOLOGIQUE	Massif Rouge	Temple de Shamash	Chantier A (Petit Palais oriental)	Chantier B	Chantier C (enceinte extérieure)	Chantier F	Chantier G (Quartier des temples)	Chantier H	Chantier J (rempart interne)
<i>Matériel en position primaire (in situ)</i>				88	4	13	5	3	9
<i>Matériel en position secondaire dans les niveaux de la Ville I</i>			3		3	8	1		6
<i>Matériel en position résiduelle dans les niveaux des Villes II et III</i>	3	3	8	14			4	1	
TOTAL	3	3	11	102	7	21	10	4	15

CONTEXTE ARCHEOLOGIQUE	Chantier L	Chantier N-1	Chantier Pec	Chantier P-4	Chantier P-nord	Chantier P (Enceinte sacrée)	Chantier P (P-O et GPR)	Chantier V-1	TOTAL
<i>Matériel en position primaire (in situ)</i>	251		74	14					461
<i>Matériel en position secondaire dans les niveaux de la Ville I</i>	697		2	3	7				730
<i>Matériel en position résiduelle dans les niveaux des Villes II et III</i>		7	33		5	6	6	1	91
TOTAL	948	7	109	17	12	6	6	1	1282

Tab. 2. Mari I (Tell Hariri, Syrie) – Répartition de l'industrie lithique par contextes taphonomique et archéologique (en effectif).

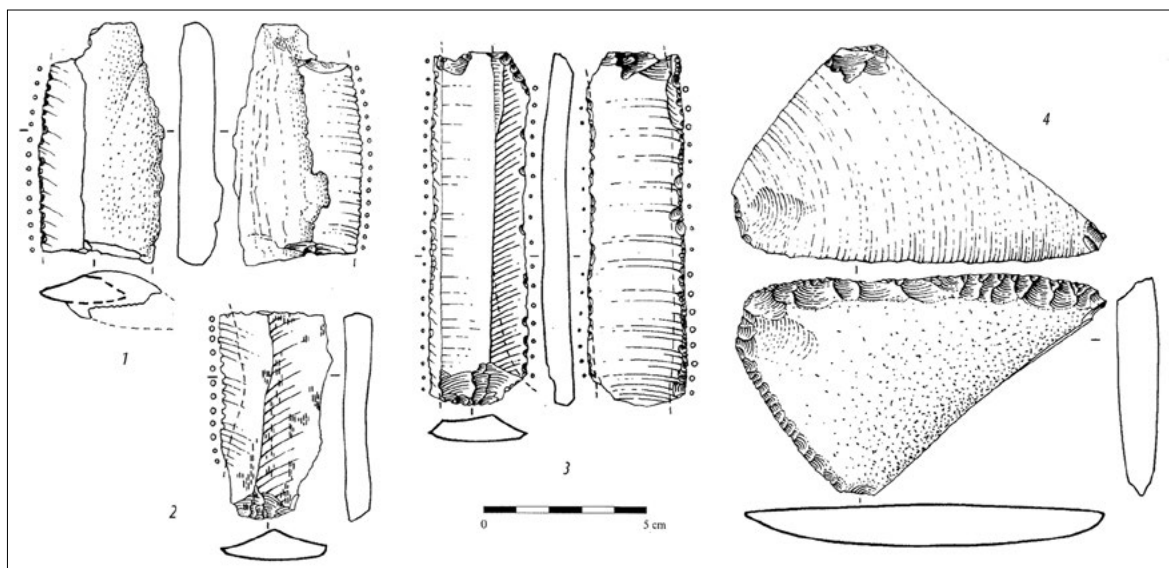


Fig. 4. Mari I (Tell Hariri, Syrie) – Outils de transformation et supports utilisés découverts dans les niveaux inférieurs du Chantier Pec en 1994. 1: lame robuste lustrée et bitumée; 2 : lame lustrée ; 3 : lame cananéenne lustrée et tronquée ; 4: racloir tabulaire sur grand éclat cortical. D'après E. Coqueugniot 2006.

Dynastie archaïque III (*Palais présargonique/* Temple-Manufacture ' : Parrot, 1965 ; Margueron, 2014) ; des mobiliers provenant du sondage P-4 ouvert en 1999 dans l'espace correspondant à la Cour IV de ce même ensemble architectural (fig. 5 ; Margueron, 2014.) ainsi que des assemblages provenant de la fouille extensive du Chantier L (fig. 6), sous le quartier du Souk de la Ville II, au contact du temple d'Ishtar (Butterlin, 2008). Son exploration et celle de ses abords ont notamment permis d'étudier une réduction d'atelier de débitage regroupant plusieurs centaines d'artefacts en position secondaire sous le système de voirie du second tiers du III^e millénaire (Ville II).



Fig. 5. Mari I (Tell Hariri, Syrie) – Lames robustes lustrées et bitumées collectées à la faveur du sondage réalisé en 1999 et 2000 dans l'Espace P-4 du complexe monumental de la Ville II (Palais présargonique/ Temple-Manufacture '). III-T6-SE27. © R. Agevin/Mission archéologique de Mari 2010.

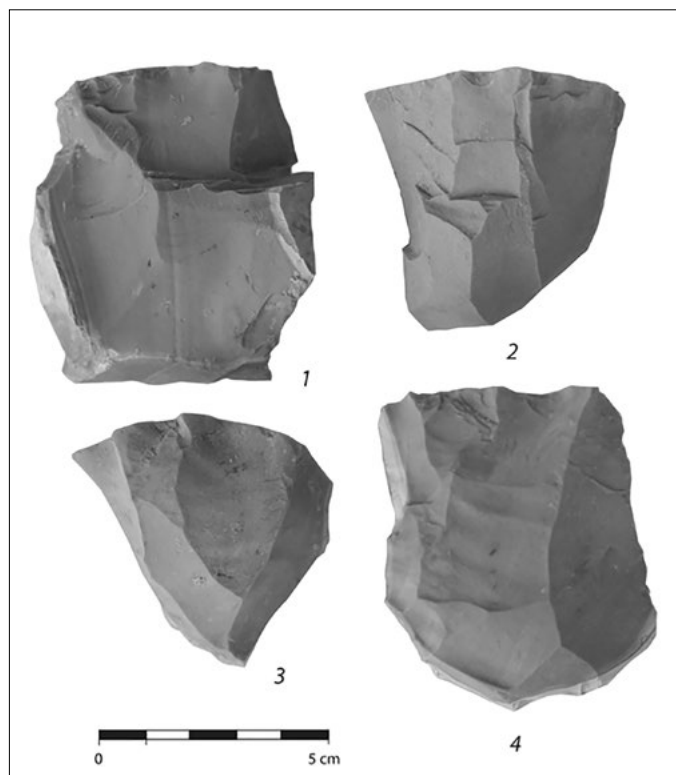


Fig. 6. Mari I (Tell Hariri, Syrie) – Nucléus à lames robustes et éclats laminaires convergents mis au jour au Chantier L en 2002. VII-U49-NE14. © R. Angevin/Mission archéologique de Mari 2010.

MATIERE PREMIERE	N	%	
Type 1 <i>(silex des alluvions quaternaires de l'Euphrate)</i>	45	3,50%	Sources locales
Type 2 <i>(silex gris clair des calcaires pliocènes du plateau de Shamiyeh : R'mah Flint ?)</i>	925	72,15%	
Type 3 <i>(silex brun clair ou beige de la vallée du Khabour ou du Moyen-Euphrate)</i>	90	7,00%	Sources régionales
Type 4 <i>(silex brun-noir de l'oasis d'el Kowm, des Palmyrénides ou du bassin de Douara : Arak Flint)</i>	35	2,75%	
Type 5 <i>(silex gris-beige zoné des formations éocènes de la région du Karababa)</i>	17	1,30%	Sources extra-régionales
Type 6 <i>(silex brun des formations éocènes des marges désertiques de Jordanie)</i>	1	0,10%	
Type 7 <i>(quartz)</i>	1	0,10%	?
Silex indéterminé	168	13,10%	
TOTAL	1282	100,00%	

Tab. 3. Mari I (Tell Hariri, Syrie) – Inventaire général de l'industrie lithique par matière première siliceuse (en effectif).

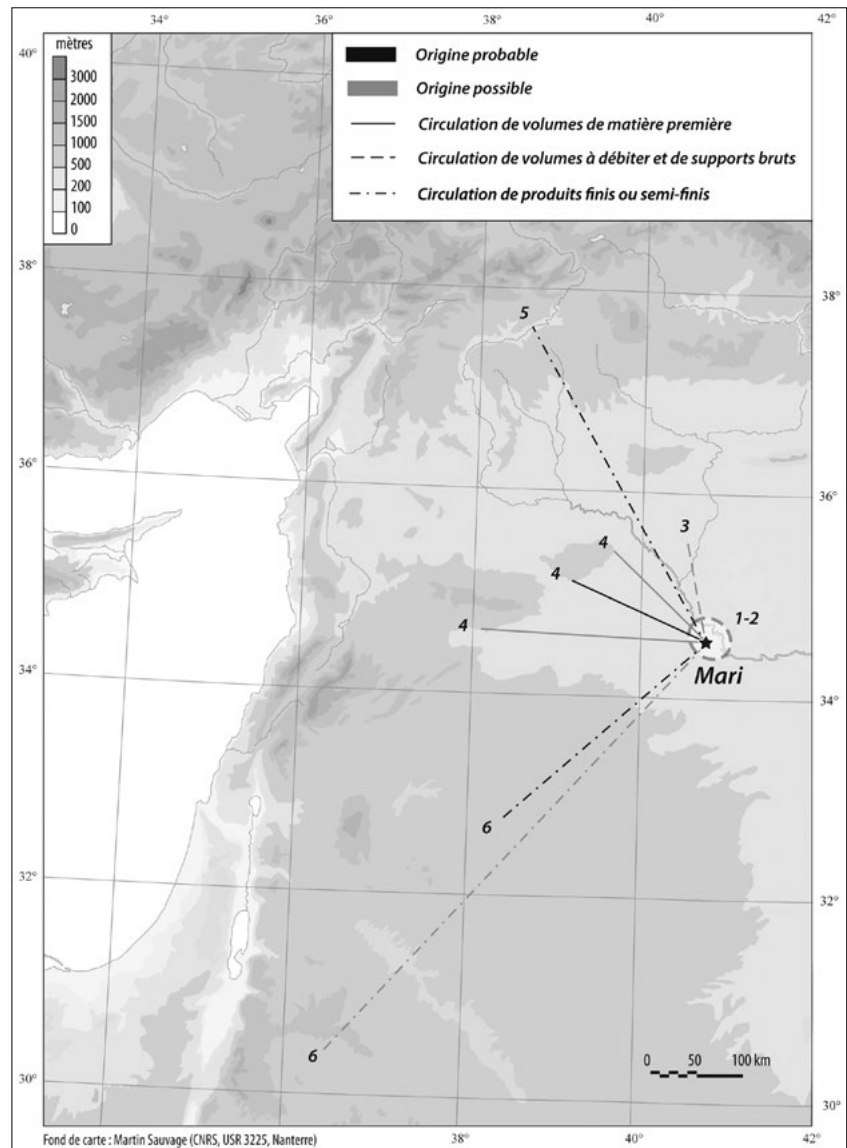


Fig. 7. Mari I (Tell Hariri, Syrie) – Provenance des matières premières siliceuses identifiées. DAO R. Angevin 2018.

3. L'économie des matières premières

Ces séries forment l'essentiel du contingent des industries que nous nous proposons de présenter ici. D'un point de vue économique, elles renvoient à des stratégies d'acquisition nettement différenciées (tab. 3 et fig. 7). De ce point de vue, notre caractérisation des matières premières se fonde sur le strict examen macroscopique des artefacts : ce dernier vise à décrire les caractéristiques primaires des matériaux (teinte, grain, homogénéité, etc.), mais également leurs états de surface (cortex, patine) afin de préciser les conditions de leur évolution post-génétique.

La première catégorie de matériaux exploités, faiblement représentée dans les industries de la Ville I, provient des galets des alluvions de l'Euphrate et de ses tributaires : témoignant de l'exploitation de volumes réduits, ces silex sont disponibles dans l'environnement immédiat de Mari et présentent des surfaces profondément altérées par le transport fluvial et le séjour dans les terrasses alluviales où ils ont été prélevés. Le second type de matière première répertorié correspond à un silex gris-beige, de grain moyen à grossier et à cortex granuleux qui atteste sa collecte sur des gîtes primaires ou sub-primaires. Ce type de ressource a été signalé par B. Geyer dans les dépressions formées par les wadis proches de Mari qui incisent les calcaires pliocènes du plateau de Djézireh au nord-est et du plateau de Shamiyeh au sud-ouest (Coqueugniot, 1993).

Les types 3 et 4 s'inscrivent quant à eux dans une aire régionale large, comprise entre 80 et 150 km autour de Mari. Des matériaux homogènes brun-clair à beige similaires au type 3 ont été répertoriés sous forme de rognons plus ou moins volumineux dans la basse vallée du Khabour et sur le Moyen-Euphrate, près de leur confluence. Le type 4 s'inscrit pour sa part dans la variabilité des silex éocènes noirs ou brun-noir opaques, dénommés *Arak flint*, disponibles sur une vaste couronne qui s'étire depuis le massif des Palmyrénides et le bassin de Douara à l'ouest jusqu'à la vallée du Balikh à l'est, en passant par l'oasis d'el-Kowm (Long et Julig, 2007 ; Borrell et Vicente, 2012).

Enfin, les variétés 5 et 6 renvoient à des circulations à très longue distance et à la mobilisation de réseaux d'approvisionnement extra-régionaux. Le type 5 correspond au silex beige zoné à grain fin affleurant dans la région du Karababa, entre Hassek Höyük et Tiriş Höyük, sur le Moyen-Euphrate turc, où sont extraits d'importants volumes présentant une bonne aptitude à la taille laminaire (Otte et Behm-Blancke, 1992 ; Schmidt, 2014). Le silex brun homogène formant la catégorie 6 coïncide quant à lui avec les grandes dalles de silex éocène des marges de Jordanie, disponibles dans la région du Wadi Ruwayshid, à 300 km au sud-ouest de Mari, ou au-delà, dans le bassin d'al-Jafr (Quintero, Wilke et Rollefson, 2002 ; Abe, 2008 ; Müller-Neuhof, 2013a, 2013b).

Signalons enfin que la provenance de 13,10% des artefacts mis au jour n'a pu être déterminée avec précision et qu'un objet en quartz a pu être répertorié. Aucune pièce en obsidienne n'a en outre été enregistrée dans les contextes attribués à la Ville I.

Ces choix d'approvisionnement sous-tendent une organisation socio-économique particulière, s'appuyant sur un vaste réseau de communication et d'échange qui semble pour une large part tourné vers la steppe syrienne, les marges désertiques de Jordanie et, dans une moindre mesure, la Mésopotamie du nord. Ils trahissent des stratégies d'acquisition différenciées qui sont pour partie fonction de l'éloignement des gîtes de matières premières : ainsi, les silex d'origine lointaine ne sont représentés que par quelques exemplaires correspondant à des produits finis (outils) ou semi-finis (supports bruts) ayant fait l'objet d'une diffusion à longue distance. Les matériaux d'origine régionale relèvent quant à eux d'un modèle que l'on pourrait qualifier d'hybride ou, pour être précis, de combiné : leurs circulations intéressent tout à la fois des volumes à débiter et des supports d'outils, dans des proportions variables en fonction des contextes. Dans cette logique, une partie au moins de la chaîne de débitage est représentée sur le site. Les ressources locales, enfin, ont fait l'objet d'une exploitation au sein même de la Ville I, l'ensemble des séquences de production étant documentées *in situ*, depuis le décortilage des blocs jusqu'à la transformation et le raffûtage des supports.

4. Analyse des chaînes opératoires : objectifs et exécution des débitages

L'inventaire techno-économique du mobilier permet en outre de décrypter les objectifs du débitage et de préciser l'affectation de chacune de ces matières premières (tab. 4 et fig. 8).

La première chaîne opératoire (CO1) mise en œuvre – et la plus représentée sur le site (56,9% des assemblages) – se traduit par la présence significative de lames ou d'éclats laminaires irréguliers. Elle intéresse indistinctement les types 2, 3 et 4, soit l'essentiel des ressources locales et régionales. Dans le détail, les produits de première intention détachés sur des matériaux distants semblent toutefois surreprésentés dans l'assemblage en miroir des déchets de production, ce qui témoigne d'une segmentation partielle du processus dans le temps et dans l'espace.

La seconde chaîne opératoire identifiée (CO2) éclaire l'obtention en *continuum* de lames légères et/ou de lamelles, parfois extrêmement régulières, dont l'essentiel a été effectué aux dépens des galets de l'Euphrate (6,1%). Des convergences existent entre cette série et les industries de Basse-Mésopotamie, mais aussi avec les productions de la Ville II et, en toute hypothèse, ce schéma pourrait traduire la présence de mobiliers intrusifs non clairement discriminés.

TECHNO-ECONOMIE	TYPE 1	TYPE 2	TYPE 3	TYPE 4	TYPE 5	TYPE 6	TYPE 7	IND.	TOTAL
éclat brut	11	145	14	7			1	10	188
outil sur éclat		3	1					2	6
nucléus à éclats		1							1
outil sur éclat cortical						1			1
éclat laminaire brut	5	79	1	1				1	87
outil sur éclat laminaire		13	1						14
nucléus à éclats laminaires		17							17
lame robuste irrégulière brute	1	359	20	6				4	390
lame à crête		6							6
outil sur lame robuste irrégulière		96	36	5				9	146
nucléus à lames robustes		7	1						8
grande lame (cananéenne)					1				1
outil sur grande lame cananéenne					16				16
lame légère/lamelle	16	18	6	5				8	53
outil sur lame légère/lamelle	2	1	3	1				2	9
nucléus à lames légères/lamelles	3	2		2				3	10
tablette ou éclat de ravivage de plan de frappe	1	3							4
casson/débris/esquille de débitage	6	174	7	8				8	203
outil de façonnage bifacial								1	1
autre		1						11	12
TOTAL	45	925	90	35	17	1	1	59	1173

Tab. 4. Mari I (Tell Hariri, Syrie) – Classement techno-économique de l'industrie lithique par matière première siliceuse (en effectif, hors Pec).

La troisième chaîne opératoire (CO3) s'inscrit dans la variabilité de la *Long Blade Technology* de Mésopotamie du nord et se traduit par la production de grandes lames régulières dites *cananéennes* (1,5% ; Chabot et Eid, 2003 ; Angevin, 2018a).

La quatrième méthode de débitage (CO4) fait écho aux productions de grands éclats corticaux, supports des raclours tabulaires caractéristiques du Chalcolithique et du Bronze ancien (0,1% ; Rosen, 1997 ; Quintero, Wilke et Rollefson, 2002 ; Abe, 2008 ; Müller-Neuhof, 2013b). Enfin, une chaîne opératoire de façonnage bifacial (CO5) est documentée à travers la présence d'un macro-outil (pic) dont la chaîne de production et la destination fonctionnelle demeurent inconnues (0,1%).

Les éclats présents dans les collections semblent, pour la très grande majorité d'entre eux, issus de la mise en œuvre de l'une ou l'autre de ces chaînes opératoires et doivent être considérés comme des sous-produits du débitage, à l'instar des esquilles et cassons. Seuls quelques nucléus portés à exhaustion évoquent la mise en œuvre d'un débitage opportuniste de type discoïde centripète sur surfaces alternantes, vraisemblablement à l'issue d'une première séquence de production d'éclats laminaires. Dans ce contexte, il est délicat d'isoler une chaîne opératoire particulière, attendu que les matières premières exploitées et les techniques utilisées sont identiques à ceux reconnus pour la CO1. De même, il serait risqué de sérier de manière trop nette les éclats bruts qui ne trahissent que très rarement la conception et la dynamique initiales de leur débitage.

Ces différentes chaînes opératoires renvoient à des méthodes et des modalités d'exécution spécifiques, souvent déployées de manière concomitante et qui éclairent la diversité des techniques et des savoir-faire mobilisés. Leur diagnostic se fonde sur l'examen des propriétés morphologiques des supports ainsi que sur une analyse détaillée des parties proximales (stigmates de taille, propriétés des talons et des bulbes : Pelegrin 2006, 2012).

La première d'entre elle – qui domine nettement le sous-système technique lithique – se caractérise par la mise en œuvre d'un débitage facial sur table convergente. Les nucléus associés affectent le plus souvent une morphologie pyramidale et témoignent du faible investissement consacré à la mise en forme du volume initial des blocs. Les supports de première intention, détachés par percussion directe dure, à des lames irrégulières et des éclats convergents à l'issue de la phase de plein débitage. Plus rarement, l'usage de la percussion indirecte est attesté : certains supports de première intention présentent un talon large signant une percussion en retrait de la table, sans

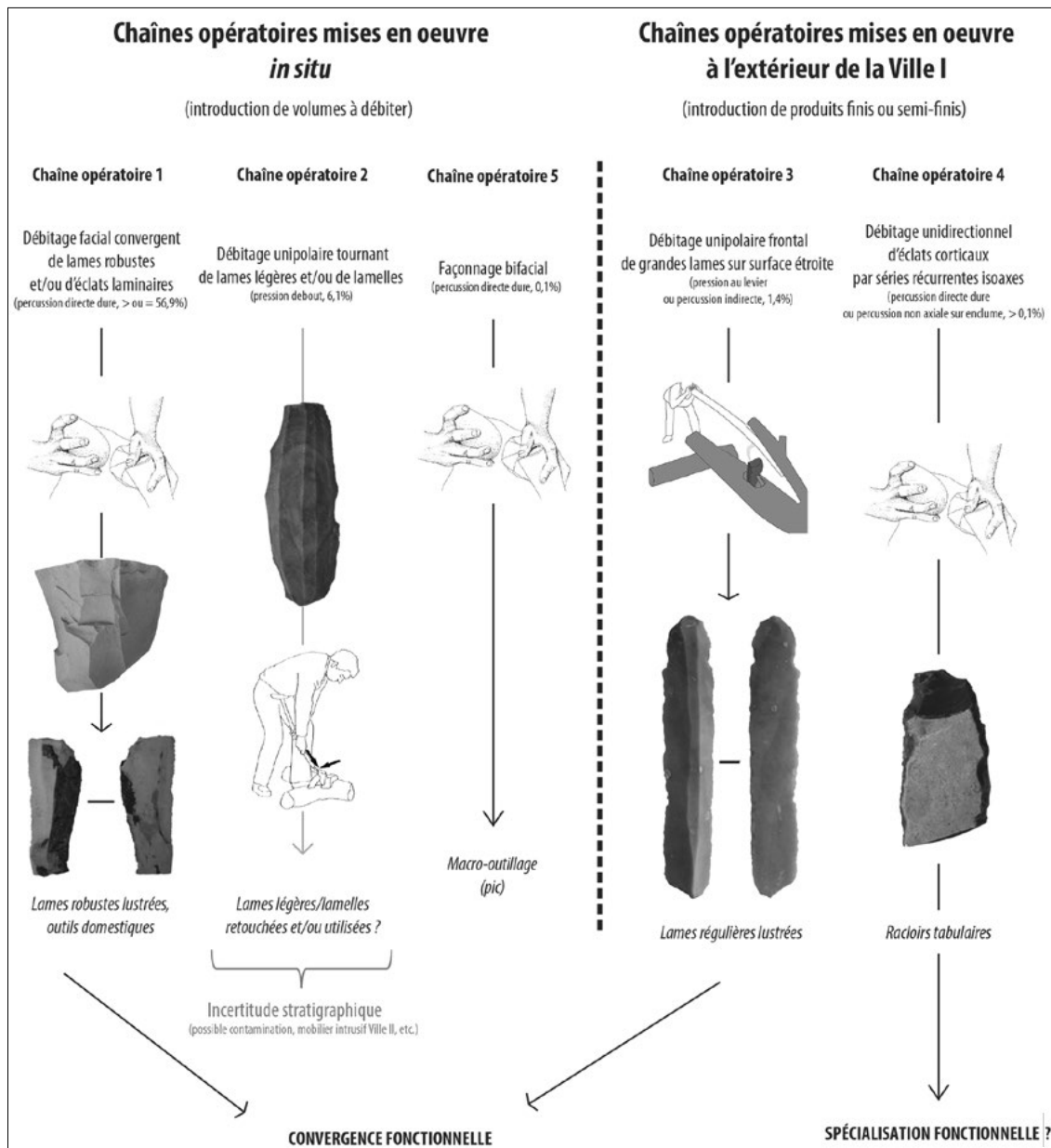


Fig. 8. Mari I (Tell Hariri, Syrie) – Modalités d'introduction et de traitement des matières premières siliceuses sur le site en fonction des chaînes opératoires identifiées. DAO R. Angevin 2018.

abrasion préalable de la corniche. Le point de contact avec le *punch* peut être marqué par des fissurations ainsi que par la présence d'un bulbe saillant et de fréquentes esquilles bulbaires.

Le second schéma mis en œuvre fait écho aux débitages classiques de lames légères et lamelles exécutés au chasse-lames ou, de manière plus systématique, par pression debout à la béquille abdominale sur des nucléus prismatiques ou, en dernière instance, en 'balle de fusil' (Pelegrin, 2006). Ils trahissent une conception strictement unipolaire et une dynamique tournante du débitage qui garantissent le détachement en séries de supports graciles réguliers. La troisième chaîne opératoire, déployée en dehors de la ville, sans doute sur les gîtes mêmes de matières premières, s'inscrit dans la logique des débitages unipolaires frontaux sur tables quadrangulaires étroites reconnus en Mésopotamie du nord et destinés à la production de grandes lames régulières extraites par pression au levier ou, de manière plus confidentielle, au *punch* (Pelegrin, 2012 ; Angevin 2018a). La mécanisation du débitage autorise dans ce cas précis l'obtention de supports extrêmement réguliers et de grandes dimensions présentant d'évidentes propriétés de rectilinéarité (Angevin, 2018).

La quatrième chaîne opératoire témoigne de la mise en œuvre d'un débitage calibré au percuteur direct dur ou, plus discrètement, selon une méthode originale dite *non axiale sur enclume* permettant l'enlèvement de grands éclats corticaux, depuis des rognons de grandes dimensions ou sur des dalles de silex ne présentant pas de convexités naturelles favorables à l'initiation d'une fracture conchoïdale classique. Enfin, un pic aménagé par façonnage bifacial à la percussion directe dure atteste la production d'un macro-outillage sur blocs, selon un schéma opératoire qui reste toutefois à préciser à partir d'un échantillon élargi.

5. L'outillage de transformation

Il appartient désormais de s'interroger sur les finalités de ces débitages (*tab. 5 et fig. 8*). Si les chaînes opératoires 4 et 5 apparaissent corrélativement spécialisées d'un point de vue fonctionnel – pour la confection de grands racloirs tabulaires d'une part, même si leur destination reste en l'état délicate à établir ; pour la création d'armatures de projectiles d'autre part –, il n'en va pas de même des trois premières qui se présentent comme assez 'ubiquistes'. Le corpus de l'outillage, riche de 193 éléments – exception faite du Chantier Pec – est dominé par les pièces lustrées, au nombre de 110, qui s'inscrivent dans une gamme typologique extrêmement vaste dont les modèles dominants sont les lames fracturées (type A), les lames bitronquées (type C), les lames à bord abattu (type D) et les segments géométriques (types E et F). Leurs comparanda sont à rechercher dans l'aire de diffusion des cultures 'post-Uruk' du Moyen-Euphrate, à Norşuntepe, Arslantepe, Hassek Höyük, Titriş Höyük, Lidar Höyük, Akziyaret, Tell Shiukh Fawqani, Nevali Çori, Tell Qara Quzâq, Tell Chuera ou Tell Bi'a (Otte et Behm-Blancke, 1992 ; Caneva, 1993 ; Schmidt, 1996 ; Chabot, 2002 ; Hartenberger, 2003 ; Helms, 2017 ; Angevin, 2018a). Ces artefacts concernent principalement les chaînes opératoires 1 et 3 qui ressortissent à un débitage local pour la première et à une production exogène pour la seconde.

En l'absence de toute analyse tracéologique, la fonction de ces segments reste spéculative mais il est probable qu'une part significative a été employée comme outils agricoles, armatures de faucille, couteaux à moissonner (Helms, 2017 ; Angevin, 2018a) ou, de manière moins convaincante au regard du gabarit et de l'investissement technique consacré à la transformation des supports, comme éléments de *tribulum*, autrement dit comme inserts de planche à dépiquer le grain et hacher la paille (Anderson et Inizan, 1994 ; Anderson, Chabot et Van Gijn, 2004). 31 pièces

TYPO-TECHNOLOGIE	CO 1	CO 2	CO 3	CO 4	CO 5	IND.	TOTAL
<i>racloir tabulaire</i>				1			1
<i>éclat retouché</i>						3	3
<i>éclat retouché et lustré</i>						3	3
<i>éclat laminaire utilisé</i>	2						2
<i>éclat laminaire lustré</i>	1						1
<i>éclat laminaire retouché</i>	5						5
<i>éclat laminaire retouché et lustré</i>	6						6
<i>lame retouchée</i>	21	5	2				28
<i>lame retouchée et tronquée</i>	5		1				6
<i>lame tronquée</i>	1						1
<i>lame bitronquée</i>	4						4
<i>lame retouchée et bitronquée</i>	14						14
<i>lame appointée</i>	2						2
<i>lame lustrée (type A)</i>	18		4				22
<i>lame lustrée tronquée (type B)</i>	12		2				14
<i>lame lustrée bitronquée (type C)</i>	18		1				19
<i>lame lustrée à bord abattu (type D)</i>	6						6
<i>lame lustrée à bord abattu et tronquée (type E)</i>	15		2				17
<i>lame lustrée à bord abattu et bitronquée (type F)</i>	10		1				11
<i>lame lustrée denticulée (type G)</i>	2						2
<i>lame lustrée tronquée et denticulée (type H)</i>	2						2
<i>lame lustrée bitronquée et denticulée (type I)</i>	3	3	1				7
<i>lame utilisée</i>	8	1	2				11
<i>lame bitumée</i>	4						4
<i>lame denticulée</i>	1						1
<i>pic</i>					1		1
TOTAL	160	9	16	1	1	6	193

Tab. 5. Mari I (Tell Hariri, Syrie) – Corpus typologique de l'outillage par chaîne opératoire de production des supports (en effectif, hors Pec).

typologiquement analogues aux précédentes mais non lustrées complètent cet inventaire et pourraient correspondre à des ébauches ou des produits semi-finis. Enfin, une variété de lames et d'éclats retouchés semble s'inscrire dans le cadre d'un outillage domestique dont la fonction reste à préciser. S'y ajoutent quelques supports dont les tranchants ont été altérés par l'usage (ébréchures localisées, esquillement marginal, uni- ou bidirectionnel du tranchant, stries parallèles, etc.). En l'absence de toute analyse tracéologique, l'inventaire de ces supports utilisés ne fournit qu'une estimation basse du nombre de ces outils. En dépit de ce constat, les tronçons de lames et les éclats laminaires, transformés ou diversement exploités, traduisent la polyvalence et la longue durée de vie des outils en silex.

6. Perspectives techno-culturelles

À l'issue de ce tour d'horizon, plusieurs constats peuvent logiquement être formulés : en premier lieu, nous pouvons constater que le système techno-économique de la Ville I de Mari s'articule autour de chaînes opératoires autonomes, mises en œuvre sur des matériaux différenciés, afin de produire un outillage à large spectre dont le corpus reste dominé par les pièces à vocation agricole. Son étude témoigne, pour une part, de l'intégration de la production de l'outillage en silex au sein même de la ville – comme l'illustre la réduction d'ateliers du Chantier L – mais également de la forte segmentation des productions allochtones dans le temps et dans l'espace.

La confrontation des chaînes opératoires 1 et 3, qui se caractérisent par des destinations fonctionnelles analogues, nous permet de ce point de vue de mesurer l'état de leurs différences, et ce à plusieurs niveaux. Cette rupture porte tout d'abord sur la caractérisation de populations morpho-dimensionnelles distinctes, en relation avec des schémas mis en œuvre sur des volumes diversifiés, suivant des modalités d'exécution spécifiques. Leurs identités respectives s'expriment également à travers la distribution spatio-temporelle des activités de taille, témoignant pour la première d'un *continuum* évident entre la production et l'utilisation de l'outillage et, pour la seconde – celle des lames dites *cananéennes* –, du haut degré de fractionnement de la chaîne opératoire, déployée depuis des ateliers spécialisés en vue de la production de supports à usage différé.

Cette diversité renvoie à la géographie complexe du Moyen-Orient au début du III^e millénaire (*fig. 9*). Si nous tentons d'apprécier la place de Mari I dans la vaste mosaïque des traditions techniques lithiques du Proche-Orient, nous ne pouvons que constater sa position originale, aux confins de plusieurs influences culturelles. Nous avons démontré par ailleurs qu'elle se plaçait sur les franges de la grande *koinè* cananéenne de Mésopotamie du nord dont elle marque l'extension méridionale, au contact de la Mésopotamie alluviale (Angevin 2018a). Elle s'inscrit en outre sur les marges orientales de l'aire de diffusion des supports tabulaires dont les occurrences les plus septentrionales ont été signalées sur le haut cours de l'Euphrate, à Arslantepe ou Norşuntepe par exemple (Caneva, 1993 ; Schmidt, 1996). Elle se situe enfin à l'écart des modèles de Mésopotamie du sud, tournés vers la production de lames légères par pression debout, qui devient dominante – voire quasi-exclusive – au milieu du III^e millénaire dans le contexte de la Ville II, signalant un changement profond dans les références et, partant, dans les *habitus* techniques.

En dépit de cette position de confluence – postulée de longue date sur le fondement d'autres matériaux, comme nous avons pu en rendre compte *supra* –, il n'en reste pas moins que les industries de la Ville I trahissent une originalité profonde que ne doit pas masquer la présence des rares attestations appartenant au 'fond commun international' des industries de l'âge du Bronze comme les lames *cananéennes* ou les raclours tabulaires. Sous cet aspect d'ailleurs, un important travail reste encore à accomplir pour tenter de préciser l'horizon chronologique de leur déploiement parmi ces industries ; émergence qui n'a jamais entraîné de substitution complète des assemblages ou de refonte globale du sous-système technique. Ainsi, l'irruption brutale des lames *cananéennes* sur la scène techno-culturelle autour de 2700 av. J.-C. – soit au cours d'une phase intermédiaire de l'histoire de la Ville I qui correspond au niveau C du Chantier L – semble

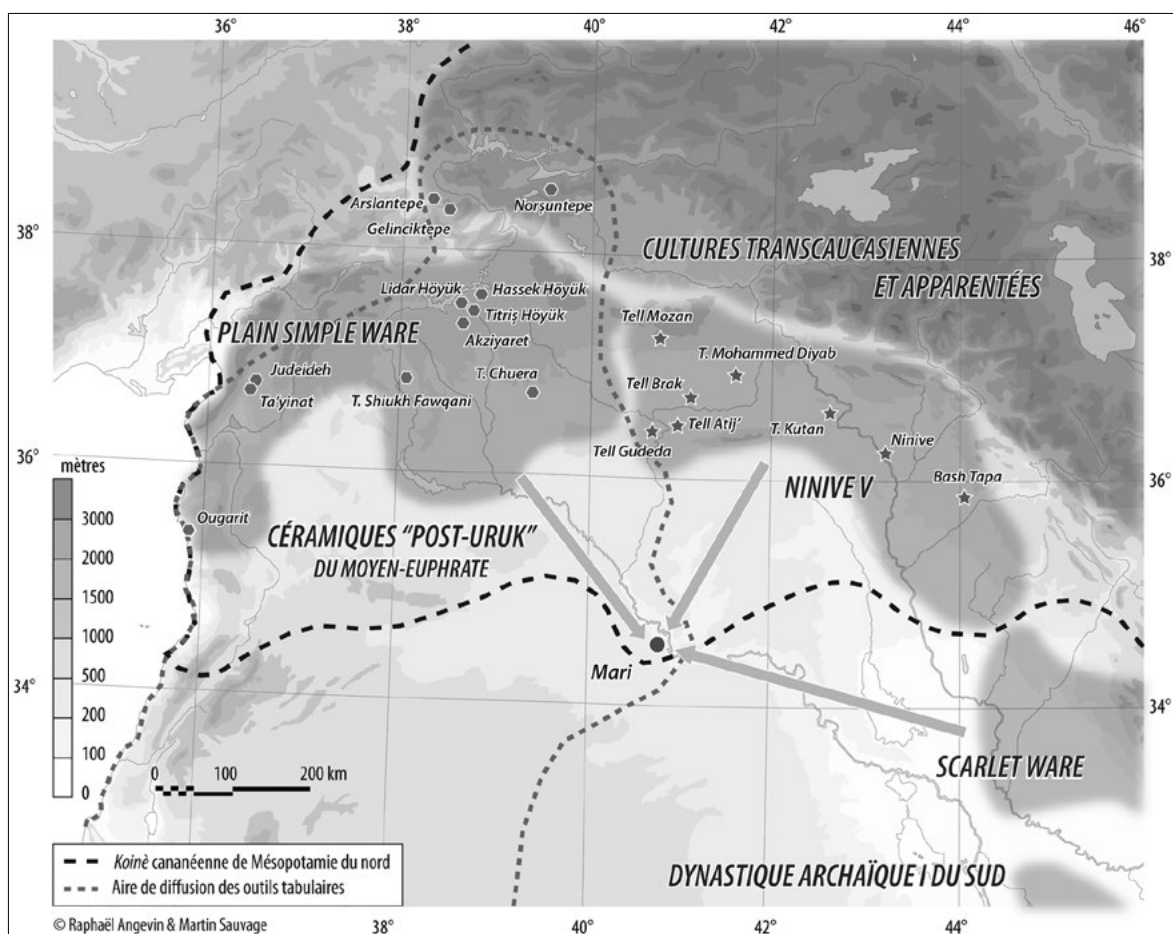


Fig. 9. Position de la Ville I de Mari dans la géographie technique et culturelle du Moyen-Orient (premier quart du III^e millénaire av. J.-C.), à la charnière des différents ensembles issus de la décomposition supposée de la koinè urukéenne. En grisé : faciès céramiques régionaux de l'EJ 0-1. DAO M. Sauvage et R. Angevin 2018.

strictement contemporaine de l'activité des ateliers locaux de production de lames irrégulières ou d'éclats laminaires convergents. La situation est différente pour les racloirs tabulaires puisque ces derniers sont associés, au Chantier Pec, aux niveaux les plus anciens reconnus sous l'*Enceinte sacrée* et semblent donc étroitement liés à l'ambiance culturelle de la fondation de grande ampleur, bien mise en lumière par J.-C. Margueron, qui s'opère au début du III^e millénaire (Margueron, 2004 ; Coqueugniot, 2006).

Ces constats liés à la circulation de certaines productions sur des distances parfois considérables lors de pulsations limitées dans le temps ne peuvent donc, à eux seuls, justifier la spécificité mariote. À rebours, le système technique lithique de la Ville I semble structuré, au cours des trois siècles que couvre son histoire, par des productions d'éclats ou de lames robustes qui ne sont pas sans rappeler les schémas décrits à Tell Atij' et Tell Gudeda, dans le Khabour (Chabot, 2002), ou de manière plus convaincante sans doute à Tell Ghanem al-Ali où ces modèles simplifiés côtoient de rares attestations de grandes lames spécialisées allochtones (Nishiaki, 2014). A une échelle plus large, ces chaînes de production, assez largement partagées, se retrouvent sur la quasi-totalité des sites d'occupation temporaire de Jordanie et de la steppe syrienne (Müller-Neuhof, 2013b).

Il se dégage de ce tableau que le Moyen-Euphrate syrien, depuis sa confluence avec le Balikh jusqu'à l'alvéole de Mari, participe d'un techno-complexe singulier qui s'établit très tôt – en réalité, dès les premiers temps de la Ville I – en étroite relation avec le monde des tribus semi-nomades installées à l'ouest du corridor de la vallée. Dans ce contexte, la position occupée par Mari au carrefour des mondes sémitique et sumérien, sur l'axe d'échange naturel que constitue l'Euphrate et à la

convergence des voies de circulation permettant la diffusion des matières premières d'Anatolie, du Zagros ou du haut Plateau iranien vers la grande plaine alluviale, a sans doute largement conditionné la création d'une 'ville nouvelle' à un emplacement considéré comme stratégique.

Son identité et son statut exacts restent pourtant largement inaccessibles, du fait de son exploration limitée, mais aussi des ambiguïtés qui subsistent au travers de ses références culturelles. Car l'appréhension de la Ville I, solidement charpentée par l'analyse morphologique du tell et l'approche systémique du premier urbanisme, est régulièrement contrariée par les observations réalisées sur les différents matériaux collectés à la faveur des 47 campagnes de fouille. De ce point de vue, l'étude du mobilier lithique fournit une nouvelle contribution, fondamentale sous plusieurs aspects. Sous un prisme déformant tout d'abord – celui des affinités culturelles –, les productions mises en œuvre à Mari I font écho à des traditions propres au domaine de la moyenne vallée de l'Euphrate, dans un système d'interactions étroites avec la steppe syrienne et les marges désertiques de Jordanie. Ce cadre général ne doit toutefois pas nous faire oublier l'une de ses spécificités les plus manifestes ; en l'occurrence, la prédominance des outillages agricoles dans le corpus typologique.

Nous l'avons constaté à plusieurs reprises : cette donnée trahit l'importance des pratiques de mise en culture de l'alvéole de Mari dès le début du III^e millénaire, mais aussi le raffinement des techniques de moisson et de traitement des récoltes. En cela, elle éclaire une distinction évidente avec les sites d'occupation temporaire du désert en miroir desquels la métropole de l'Euphrate ne peut être considérée comme une simple *place centrale* destinée au rassemblement de groupes semi-nomades venus échanger leurs productions, comme cela a parfois pu être postulé (Lyonnet, 2010). Il apparaît plutôt que Mari a opéré dès l'origine une forme de syncrétisme entre des influences contrastées et pour partie contradictoires, cristallisant un point de rencontre dont une des conséquences a été de stabiliser partiellement des populations venues de la steppe syrienne.

De ce point de vue, la Ville I se présente donc comme le lieu d'une mobilisation secondaire des forces productives : par la sollicitation des réseaux de contact, elle se place au cœur de dynamiques territoriales intenses et estompe la séparation parfois trop affirmée entre pôles consommateurs et producteurs, populations sédentaires et mobiles. Favorisant les échanges matériels mais également la transmission des modèles, des connaissances et des savoir-faire, elle valorise, au niveau régional et au-delà, une situation préexistante dans un réseau, c'est-à-dire une position relative dans une hiérarchie complexe de fonctions productives, sociales et jusque dans l'espace des représentations mentales collectives hérité, sur le Moyen-Euphrate, de la phase *coloniale* de l'Uruk récent (LC5 : Butterlin, 2018).

Dans ce schéma, la fondation de la première ville de Mari traduit un processus de mise en valeur de cette région marqué incidemment par une restriction de la mobilité de certains acteurs en présence et l'institutionnalisation des réseaux d'échanges établis, depuis le IV^e millénaire au moins, entre l'est sumérien, l'ouest sémitique et le monde anatolien, via la Mésopotamie du nord. Promoteurs d'une intensification des activités agricoles et artisanales, résolument engagés dans le commerce 'international' des matières premières et des productions à haute valeur ajoutée, les habitants de la Ville I ont en définitive développé un mode original de vie urbaine dont le consensus ne fut que tardivement remis en question, autour de 2650 av. J.-C. Après une période d'abandon dont la durée reste difficile à estimer, le site est finalement réoccupé et la ville refondée par des populations porteuses, dans le domaine des industries de la pierre, de traditions venues de Basse-Mésopotamie, sans doute à la faveur du puissant phénomène d'homogénéisation culturelle qui caractérise, entre Tigre et Euphrate, la période du Dynastique archaïque III. Mais il s'agit là d'une tout autre histoire.

Bibliography

Abe, M. (2008). *The Development of Urbanism and Pastoral Nomads in the Southern Levant: Chalcolithic and Early Bronze Age Stone Tool Production Industries and Flint Mines in the Jafr Basin, Southern Jordan*, Unpublished PhD Thesis, Liverpool: University of Liverpool.

- Anderson P. C., and Inizan M.-L. (1994). Utilisation du tribulum au début du IIIe millénaire : des lames ‘cananéennes’ lustrées à Kutan (Ninive V) dans la région de Mossoul (Iraq), *Paléorient*, 20, pp. 85-103.
- Anderson P. C., Chabot P., and Van Gijn A. (2004). The Functional Riddle of ‘glossy’ Canaanite Blades and the Near Eastern Threshing Sledge, *Journal of Mediterranean Archaeology* 17, pp. 87-130.
- Angevin R. (2018a). Le phénomène des lames cananéennes en Mésopotamie du nord (Ve-IIIe millénaire av. J.-C.) : petit précis de globalisation technique, *Archéorient - Carnet de recherche - Environnements et sociétés de l’Orient ancien*, billet en quatre volets, <https://archeorient.hypotheses.org/8657>
- Angevin R. (2018b). Les outillages en silex de Mari (Tell Hariri, Syrie). In P. Butterlin, ed., *Mari, ville des bords de l’Euphrate*, ministère de la Culture, patrimoine du Proche-Orient, collection Grands sites archéologiques, <http://archeologie.culture.fr/mari/fr/outillages-silex>
- Borrell F., and Vicente O. (2012). Sourcing the flint raw materials found at the Neolithic complex of Mamarrul Nasr (Douara Basin, Syria). In F. Borrell, M. Bouso García, A. Gómez Bach, C. Tornero Dacasa and O. Vicente, eds, *Broadening Horizons 3. Conference of Young Researchers Working in the Ancient Near East*. Barcelona: Universitat Autònoma, pp. 85-100.
- Butterlin P. (2008). Le Quartier L de Mari : stratigraphie et évolution du bâti (L’évolution de la Ville I de Mari : problème de stratigraphie au chantier L). In H. Kühne, R. M. Czichon, F. J. Kreppner, eds, *Proceedings of the 4th International Congress of the Archaeology of the Ancient Near-East (ICAANE4, Berlin, 2004)*, vol. 2 : Archaeological Field Reports (Excavations, Surveys, Conservation), Wiesbaden : Harrassowitz Verlag, pp. 293-300.
- Butterlin P. (2010). Cinq campagnes à Mari. Nouvelles perspectives sur l’histoire de la métropole de l’Euphrate. *Comptes rendus de l’Académie des inscriptions et belles-lettres*, 154 (1), pp.171-210.
- Butterlin P. (2018). *Architecture et société au Proche-Orient ancien. Les bâtisseurs de mémoire en Mésopotamie, 7000-3000 av. J.-C.* Paris : Picard.
- Butterlin P. (2019). Mari et l’histoire militaire mésopotamienne : du temps long au temps politico-militaire. In M. d’Andrea, M. G. Micale, D. Nadali, S. Pizzamenti and A. Vacca, eds, *Pearls of the Past. Studies on Near-Eastern Art and Archaeology in honour of Frances Pinnock*, marru 8, Münster : Zaphon, pp. 109-138.
- Butterlin P., and Lecompte C. (2014). Mari, ni Est, ni Ouest, et les statuettes de la cachette du temple du ‘Seigneur du Pays’. In P. Butterlin, J.-C. Margueron and B. Müller-Margueron, eds *Mari : ni Est, ni Ouest, actes du colloque international de Damas (Syrie, 2010)*, *Syria*, supplément 2, pp. 605-628.
- Caneva I. (1993). From Chalcolithic to Early Bronze Age III at Arşlantepe: A Lithic Perspective. In M. Frangipane, eds, *Between the Rivers and over the Mountains*, *Archaeologica Anatolica et Mesopotamica*, Rome, pp. 319-339.
- Chabot J. (2002). *Tell Atij’ et Tell Gudeda, Industrie lithique. Analyse technologique et fonctionnelle*. Québec : Université de Laval, Cahiers d’archéologie du Celat.
- Chabot J., and Eid P. (2003). Le phénomène des lames cananéennes : état de la question en Mésopotamie du Nord et au Levant Sud. In P. C. Anderson, L. S. Cummings and T. K. Schippers, eds, *Le traitement des récoltes : un regard sur la diversité du Néolithique au présent, Actes des XXIIIe Rencontres internationales d’Histoire et d’Archéologie d’Antibes, 17-19 octobre 2002*. Nice : CNRS édition, pp. 401-416.
- Coqueugniot E. (1993). Un atelier spécialisé dans le palais de Mari (Syrie). Outils de pierre taillée et travail de la nacre à la fin de l’Early Dynastic. *Mari : annales de recherches interdisciplinaires*, 7, pp. 205-250.
- Coqueugniot E. (2006). Mari, Larsa, Ougarit. Réflexions sur le rôle et le statut du travail du silex aux IIIe et IIe millénaires. In P. Butterlin and B. Müller-Margueron, eds, *Les espaces syro-mésopotamiens. Dimensions de l’expérience humaine au Proche-Orient ancien*. Brepolis Publisher, Subartu, XVII, pp. 341-357.
- Hartenberger B. (2003). *A study of craft specialization and the organisation of chipped-stone production at Early Bronze Age Titris Höyük, Southeastern Turkey*. Unpublished PhD Thesis, Boston: University of Boston.
- Helms T. (2017). *Steingeräteindustrien in frühurbanem Kontext. Eine wirtschaftsarchäologische Analyse der lithischen Funde aus Tell Chuēra und Kharab Sayyar (Nordsyrien)* Ausgrabungen in Tell Chuera V, Vorderasiatische Forschungen der Max Freiherr von Oppenheim-Stiftung 2-V, Wiesbaden, Harrassowitz.

- Long D. F. G., and Julig P. J. (2007). Distribution and petrographic characteristics of cherts in Syria. In C. Delage, ed., *Chert availability and prehistoric exploitation in the Near East*. Oxford: BAR International Serie 1615, pp. 18-28.
- Lyonnet B. (2010). Who lived in the third-millennium 'Round Cities' of Northern Syria? In J. Szuchman, ed., *Nomads, tribes, and the State in the Ancient Near-East*. Chicago: Oriental Institute Seminars 5, pp. 179-200.
- Margueron J.-C. (2004). *Mari, métropole de l'Euphrate, au IIIe et au début du IIe millénaire av. J.-C.* Paris : Picard.
- Margueron J.-C. (2014). Mari, Ville II : palais ou ' temple-manufacture ' ? In P. Butterlin, J.-C. Margueron and B. Müller-Margueron, eds, *Mari : ni Est, ni Ouest, actes du colloque international de Damas (Syrie, 2010), Syria, supplément 2*, pp. 265-289.
- Mathot H. (2007). *Poterie et spécialisation artisanale en Mésopotamie (fin Ve millénaire-fin IIIe millénaire)*, un-published PhD dissertation, 2 vol. : Université de Versailles-Saint-Quentin-en-Yvelines.
- Müller-Margueron B. (2014). La Ville I de Mari : un bilan (1933-2004). In P. Butterlin, J.-C. Margueron and B. Müller-Margueron, eds *Mari : ni Est, ni Ouest, actes du colloque international de Damas (Syrie, 2010), Syria, supplément 2*, pp. 43-79.
- Müller-Neuhof B. (2013a). Southwest Asian Late Chalcolithic/Early Bronze Age demand for 'Big-Tools': specialized flint exploitation beyond the fringes of settled regions. *Lithic Technology* 38, pp. 220-236.
- Müller-Neuhof (2013b). Chalcolithic/Early Bronze Age flint mines in Northern Badia. *Syria* 90, pp. 177-188.
- Nishiaki Y. (2014). Dating simple flakes: Early Bronze Age flake production technology on the Middle Euphrates Steppe, Syria. *Journal of Lithic Studies*, 1, pp.197-212.
- Otte M., and Behm-Blancke R. (1992). Die Rekonstruktion Technischer Verfahrensweisen. In M. Behm-Blancke, ed., *Hasek Höyük. Naturwissenschaftliche Untersuchungen und lithische Industrie, Istanbul Forshungen, Band 38*, Tübingen: Ernst Wasmuth Verlag, pp. 165-215.
- Parrot A. (1965). Les fouilles de Mari. Quatorzième campagne de fouille (printemps 1964), *Syria*, 42, pp. 1-24.
- Pelegrin J. (2006). Long blade technology in the Old World: An experimental approach and some archaeological results. In J. Apel and K. Knutsson, eds, *Skilled production and social reproduction: Aspects on traditional stone-tool technologies*. Uppsala: Societas Archaeologica Upsaliensis, pp.37-68.
- Pelegrin J. (2012). New experimental observations for the characterization of pressure blade production techniques. In P. M. Desrosiers, eds, *The emergence of pressure blade making. From origin to modern experimentation*. New York: Springer-Verlag, pp. 465-500.
- Quintero L. A., Wilke P., and Rollefson G. (2002). From flint mine to fan scraper: The Late Prehistoric Jafr industrial complex. *Bulletin of the American Schools of Oriental Research*, 327, pp.17-48
- Rey S. (2012). *La poliorcétique à l'âge du Bronze au Proche-Orient. Fortifications urbaines, procédés de siège et systèmes défensifs*, Beyrouth : Ifpo, BAH 197.
- Rosen S. (1997). *Lithics after the Stone Age: A handbook of stone tools from the Levant*. Walnut Creek: Altamira Press.
- Schmidt K. (1996). *Norşuntepe. Kleinfunde I. Die lithische Industrie. Archaeologica Euphratica* 1, Mayence : P. von Zabern.
- Schmidt K. (2014). Werkzeuge aus Silex, Quartzit und Obsidian, In E. Strommenger, D. Sürenhagen, D. Rittig, eds, *Die Kleinfunde von Habuba Kabira Süd, Ausgrabungen in Habuba Kabira Süd II (WVDOG 141)*, Wiesbaden, Harrassowitz, 1, pp. 215-233.

The decline and disappearance of chipped-stone tools: a case-study from the Southern Levant

Francesca Manclossi ¹

1 : Centre de Recherche Français à Jérusalem, francesca.manclossi@gmail.com

Abstract:

The shift from stone to metal is considered as one of the main technological changes in the history of the mankind. In the Southern Levant, although the first metal objects appeared during the Chalcolithic, flint tools continued to be produced through the Bronze Age and the beginning of the Iron Age. The coexistence of these technologies for more than three millennia represents a complex phenomenon, which can be analysed from different perspectives recognizing the various factors in the history of technological change: 1. The specific evolutionary path of the objects, technologies and techniques and 2. The socio-historical contingencies which explain the success or failure of a technique. The comparison between the chipped-stone tool productions and their contemporaneous metal objects allows us to observe the dynamics which explain the disappearance of flint industries in terms of their relationship with the development of metallurgy.

Key words:

FLINT, METALS, TECHNOLOGICAL CHANGE, SOUTHERN LEVANT, METAL AGES.

Résumé :

Le passage de la pierre aux métaux a été considéré comme un des changements techniques les plus importants de l'humanité. Au Levant Sud, même si les premiers objets en métal font leur apparition au Chalcolithique, les outils en silex continuent d'être produits et utilisés pendant tout l'âge du Bronze et le début de l'âge du Fer. La coexistence de ces deux techniques pour plus de trois millénaires représente un phénomène complexe, qui peut être analysé à partir de perspectives différentes reconnaissant les facteurs qui interviennent dans les changements techniques : 1. Les logiques évolutives propres des objets, techniques et technologies et 2. Les contingences socio-historiques qui expliquent le succès ou l'échec d'une technique. La comparaison des productions lithiques de l'âge des métaux avec les outils en métal contemporains permet d'observer les dynamiques qui expliquent la disparition du lithique et sa relation avec le développement de la métallurgie.

Mots-clés :

LITHIQUE, MÉTAUX, CHANGEMENTS TECHNIQUES, LEVANT SUD, ÂGES DES MÉTAUX.

1. Introduction

For a long time, the lithic industries of the Ages of Metals have been neglected. Chipped-stone tools were usually considered as a simple survival of prehistoric traditions, inevitably replaced by metal objects. As shown by the richness of analyses and researches, metallurgy was always more attractive. In the study of the shift from stone to metal, the idea that this substitution was a self-evident and automatic process explains why the main interests have been focused on the new materials and technologies. Following a 'positivist' vision of technological development, which implicitly recognised the greater efficiency of metal (Childe, 1951; Forbs, 1971), once metals were available and the technologies for their manipulation invented, they would have logically taken the place of stone. However, archaeological record reflects a more complex picture. Chipped-stone tools continued to be produced and used well after the discovery and development of metallurgy, their decline showed different rhythms, and the modalities of disappearance were not always the same.

In this paper I focus on the late lithic industries of the Southern Levant, from the Chalcolithic (when the first metal objects appeared in the region) to the beginning of the Iron Age (when the systematic production of chipped-stone tools ceased). The intent is to observe how they remained stable, changed and disappeared in relation to the development and spread of metallurgy. The long-term perspective (from the second half of the 5th to the beginning of the 1st millennium BCE) will permit to recognise the processes associated to the decline of lithics, reflecting the different factors intervening in this complex phenomenon. Beyond specific functional aspects which inevitably had some influence in technological change, I intent to show that, on the one hand, the shift from stone to metal implements represents one step in the evolutionary development of cutting-edge tools; on the other hand, that the adoption or rejection of a technology was a social choice that depended on the interaction of economic, social and cultural aspects which must be placed into precise historical circumstances. Historical trajectories do not necessarily reflect technological 'progress', but a plurality of factors which can be considered only in their specific contexts.

2. The stone-metal replacement process: how to compare two 'competing' technologies?

The theme of the substitution of chipped-stone tools by metal objects has traditionally addressed by focusing on the metallurgy. Archaeologists have usually considered obvious the fact that metal implements inevitably replaced the 'less efficient' tools made of flint. Despite the increasing number of research focused on proto- and early historic lithic industries (e.g., Caneva, 1993; Coqueugniot, 2006; Edens, 1999; Hartenberger, Rosen and Matney, 2000; Hermon, 2008; Manclossi, Rosen and de Miroschedji, 2016; Milevski, 2013; Rosen, 1997; Shimelmitz and Zuckerman, 2014; and beyond the Near East: Eriksen, 2010; Humphrey, 2004; Kardulias, 2003; Lech, Piotrowska and Werra, 2015; McLaren, 2008; Nicolas, Rousseau and Donnart, 2015; Runnels, 1982), only a few studies specifically deal with the relationship between their decline and the development of metallurgy (e.g., Manclossi, Rosen and Lehmann, 2018; Manclossi, Rosen and Boëda, 2019; Rosen, 1984, 1996; beyond the Near East e.g., Bailly, 2009; Ford et al., 1984; Rodríguez-Alegria, 2008; Young and Humphrey, 1999). The fact that lithics disappeared suggests some relationship between these two technical domains. However, this connection has been rarely considered into details. In this regard, the first aspect to take into account is to justify the idea that lithics and metallurgy were two 'competing' technologies, and to find the criteria to compare these two opposite technical systems.

Metallurgy was invented and adopted independently of the lithic system. Metal objects were not an answer for a 'necessity' originated by some deficiency or inappropriateness of the stone tools.

There is no direct evolution from stone to metals, and the processes which enabled the replacement of flint was actuated only after the recognition of the potentials of the new materials. At the beginning of its development, indeed, metallurgy was used to create objects different from those produced from stone, and their 'competition' emerged only after a functional convergence, that is the discovery that metals had 'cutting-edge' characters. This common technical feature permits to compare flint knapping and metallurgy, both used to produce objects whose functions (despite different tool morphologies and typologies) are equivalent: cutting, trimming, slicing, chopping, scraping, piercing, etc. (Manclossi, 2016). These materials can be exploited for other types of objects clearly produced without this intent; however, it is this 'cutting-edge' character which justifies a technical comparison between two technologies otherwise incompatible. Chipped-stone tools and metal cutting implements belong to the same technological family and, thus, they can be analyzed together. Many studies have compared the 'effectiveness' of stone and metal tools in specific actions, stressing the functional advantages that metal implements might have on flint equivalents (e.g., Mathieu and Mayer, 1997; Saraydar and Shimada, 1971). However, new tools and technologies were not necessarily adopted because 'better' than the previous one; technological changes cannot be simply perceived as inevitable 'progress', but rather the result of complex historical phenomena involving the social, economic and cultural structures of ancient societies.

3. The late lithic industries from the Southern Levant: a synthesis

Lithic industries during the Age of Metals can be divided in three principal chronological groups: 1. The Chalcolithic Period (ca. 4500-3900/3800 BCE), 2. the Early Bronze Age (ca. 3900/3800-2000/1900 BCE), and 3. the post-Early Bronze Age (from the Middle Bronze Age through the early stages of the Iron Age, ca. 2000/1900- 980/940 BCE). According to their techno-typological characters, chipped-stone tool productions can be divided into five different main industries (*fig. 1*):

Bifacial tools. This group is composed of tools defined as axes, adzes and chisels on the basis of their morphology and metric aspects. Relatively common in all the Chalcolithic sites, they often had polished edges that were re-sharpened during use by removing the damaged and/or blunt extremities. According to some use-wear analyses, they were used for tree-felling and wood working, although other functions cannot be ruled out. Known since the Natufian, in the Southern Levant they disappeared at the beginning of the Early Bronze Age.

Tabular scrapers. These tools are large retouched flakes detached by direct percussion from big cores showing intentional retention of cortex on the dorsal face. Made on high-quality flint available in the desert of western Negev, Sinai and eastern Jordan, they were imported into the settled zone by pastoral nomadic groups (Fujii, 2011; Rosen, 1983). Although dubbed ‘scrapers’, microwear studies attempting to define functions are not in accord, and they were probably multifunction tools used for butchering, bone or hide working, wool shearing, or reed scraping. Nevertheless, given the high proportion of such artifacts with patterned incisions and the special contexts in which they are sometimes recovered (i.e., cult sites, mortuary sites, caches, temple precincts, etc.), some of these pieces were not everyday tools, but had symbolic loading beyond the utilitarian domain. Attested since the Late Neolithic, they were typical artifacts of the Chalcolithic Period and Early Bronze Age, and disappeared in the second half of the 3rd millennium BCE.

Bladelet tools. This group is composed by microliths which are typologically divided in awls, micro-endscrapers and simple retouched bladelets. Produced using high-quality flint, the function of these tools is still unknown, with the exception of awls mainly used for manufacturing beads. Relatively common in all the Chalcolithic sites, these tools disappeared at the beginning of the 4th millennium BCE.

Blade tools. The production of blades mainly used for the manufacture of composite sickles is one of the diagnostic lithic industries of the Age of Metals. According to their morphological and technological characters it is possible to distinguish three main production systems.

Chalcolithic blades were knapped using the direct percussion with organic hammers. The blanks were transformed into standardised sickle elements through two principal operations; truncations shortened the blades and regulated their extremities, while backing reduced their width and created an abrupt edge necessary for hafting. Then, these elements were inserted lengthwise into a handle in order to create a continuous, long, composite blade. Flint teeth were fixed with bitumen, re-sharpened to a minor degree in the haft, and substituted with others when the working edge was no longer useable and became too blunt.

At the very beginning of the Early Bronze Age, Chalcolithic blades were replaced by a new large blade technology, the Canaanean blades. Observations of morphometric parameters and technical attributes indicate the use of the lever-pressure technique for the removal of these blades from the cores. Once knapped, Canaanean blades were snapped with a controlled and intentional breakage and/or truncated. Length varied considerably without any sign of standardisation, as this was determined according to the position of segments in curved hafts. Their use was prolonged first by re-sharpening the working edge, and then by reversing the blades in the haft, as the elements with two glossy edges suggest.



Fig. 1. The chipped-stone tools from the Age of Metals: 1: Axes; 2-5: Tabular scrapers; 6-8: Bladelet tools; 9-11: Chalcolithic sickle blades; 12-15: Canaanite sickle blades; 16-19: Large geometric sickle blades; 20-25: Ad hoc tools.

At the beginning of the 2nd millennium BCE, Canaanite blades were replaced by a new type of sickle blade, the large geometrics. These elements were manufactured from relatively large blanks produced by direct percussion using hard hammers. These blanks were fashioned into sickle elements through abrupt retouch which gave them the final shape and size varying according to their position into the haft. The truncations reduced and regularised their extremities, guaranteeing the perfect joint between the continuous pieces of composite sickles. The treatment of the side opposite the working edge, the back, was more varied because its nature (cortical, natural, retouched, etc.) was not so determinant in the hafting process. Deeply inserted in a layer of plaster, which immobilised the flint teeth and was more than a simple glue, the working edges of these elements (which were not reversible) were re-sharpened through repeated cycles of retouch, and when re-sharpening was no longer possible, they were replaced with new pieces.

Flake tools. During the Age of Metals lithic industries were dominated by a flake-oriented production of ad hoc tools which show little techno-typological variation through time. Although simple, the ad hoc tools comprised a coherent industry resulting from basic knapping strategies based on a few rules and simple flaking schemes. Without any specific preparation and using direct percussion with hard hammers, this production system was characterised by short sequences of flakes showing a large range of shapes and sizes, all useable as tools. Among the retouched flakes (which generally show simple retouch varying in delineation, extent, distribution, and position), only a small percentage can be defined using typological lists as notches, scrapers, drills, awls, borers or denticulates. Generally, the retouch did not significantly modify the original blanks, and it was present on the more suitable edges which required little transformation. The high percentage of flakes without intentional retouch might also indicate that this unretouched group composed the majority of flakes effectively used. The low incidence of re-sharpening retouch seems to indicate that these tools, after their utilisation, were quickly discarded.

Despite different tool types, knapping technologies and manufacturing processes, each industry represents a different sub-system characterised by its own production, distribution and consumption system (Rosen, 1989, 1997). Domestic and different degree of specialisation coexisted (for example, the sickle blade production system was an *intra-community* specialisation during the Chalcolithic, an *inter-community* specialisation during the Early Bronze Age, and a *vertical* specialisation during the Middle-Late Bronze and Iron Age [Manclossi and Rosen, 2019]), and through time these industries remained stable or changed at different rates, showing various relationships with the development of metallurgy.

4. The metal cutting-edge tools: an overview

The discovery and development of metallurgy is not the subject of this paper. However, in order to understand its relationship with the decline and disappearance of chipped-stone tools, it is important to compare them with contemporaneous and ‘antagonist’ metal cutting implements. In this regard, in their development it is possible to recognise three main steps (Manclossi, 2016), although this sequence inevitably represents a simplistic vision of a more complex phenomenon (e.g., Craddock, 2001; Ottaway and Robert, 2008; Roberts, Thornton and Pigott, 2009; Wertime and Muhly, 1980).

1. *The discovery of the metal cutting-edge properties.* In the nature, metals are not directly usable as cutting materials. The creation of cutting-edge is associated to specific chemical/physical transformations which are strictly connected to the discovery that metals could be melted and cast. The first metal objects were small beads or pendants made of cold-hammered and eventually heated native copper (i.e., Birch, Rehren and Pernika, 2013). Although these objects could have ‘cutting edges’, such as in the case of thin leaves used for producing rounded beads (Yalçın and Pernicka, 1999), this technical feature was not intentionally produced. The discovery and exploitation of the real cutting-edge properties of metal, instead, seems to be connected to the

development of melting, smelting and casting. These technologies were not exclusively used to produce cutting implements, but among the shapes that liquid metal could assumed, there were also tools clearly and specifically conceived with these cutting-edge properties (Manclossi, 2016).

2. *The technological transfer: Metal tools as 'replica' of existing lithic types.* Once the cutting-edge properties of metal were discovered (or in conjunction with this discovery) metal objects started to reproduce tools already made of flint. Copper, cast in open moulds and eventually hammered, took the shape of axes, chisels and awls which resembled contemporaneous chipped-stone tools.

3. *The development of new objects no comparable to lithics.* For the most part of their development, however, metals were exploited to produce implements which did not have lithic antecedents or parallels. They have been identified and labeled as knives, daggers, swords, spearheads or battle axes. Although their basic functions remained the same of chipped-stone tools (they were all cutting-edge implements), the configuration of these objects reflects new conceptions and constructions, which cannot be obtained from stone. Despite different morphologies and specific purposes, the analysis of the size of metal implements, the position of their cutting-edges, the hafting systems and their ergonomic characters show that metals permitted creation of objects which could not be produced from flint knapping (Manclossi, 2016). On the one hand, metal tools were characterised by big blades, which were much longer and wider than those made of flint. Differently from chipped-stone tools (which beyond a certain length necessitated a lateral hafting), moreover, metal implements permitted exploitation of both the cutting-edges and their extremity. Finally, the plasticity of metals allowed the development of new hafting systems which increased the integration of the cutting implements into their haft, until the creation of objects made of a single piece of metal. Thanks to their own properties, metals allowed development of cutting implements with new ergonomic features, which favored the exploitation of new gestures, movement and manual energy (Manclossi, 2019; Manclossi, Rosen and Boëda, 2019).

In the case of the Southern Levant, there are no clear evidences of the first phase. Metallurgy appeared during the Chalcolithic in an already 'developed' stage (Golden, 2010), and smelting and casting were used to create complex shapes, such as crown and scepters. Among the metal objects, only a small proportion of implements corresponded to cutting tools, notably axes, chisels and awls, which were 'replica' of equivalents flint chipped-stone tools (fig. 2.1). From their first attestations, these types continued to be produced, even if morphological and stylistic variations can be recognised through times. From the mid-3rd millennium, but especially from the beginning of the 2nd millennium BCE, copper and bronze implements increased in number.

Their presence does not only suggest a greater availability and circulation of metals, but the discovery of daggers, swords, spearheads, knives, battle axes, etc. reflects the spread of new types of objects which did not have any lithic parallels (fig. 2.2). Through time, these implements showed typological variations (e.g., Gernez, 2007; Miron, 1992; Philip, 1989; Shelev, 2004), and followed their own development independently of the lithic system. The only exceptions were the iron sickles which appeared and replaced the flint equivalents during the 10-9th century BCE.

This schematic sequence allows us to observe that, on the one hand, the stone-metal substitution was not only a replacement process, but represents two different steps in the evolution of cutting-edge tools (Manclossi, Rosen and Boëda, 2019); on the other hand, that a real 'competition' between flint and metal objects emerged only in specific cases, that is when a functional convergence occurred. Metallurgy followed its own dynamics, and only in a few circumstances affected the lithic system.

5. The decline and disappearance of lithics: Variability of trajectories and processes

In the Southern Levant, after a long period of technological overlap, metallurgy became dominant and chipped-stone disappeared; however, this was not a sudden change but occurred over a period

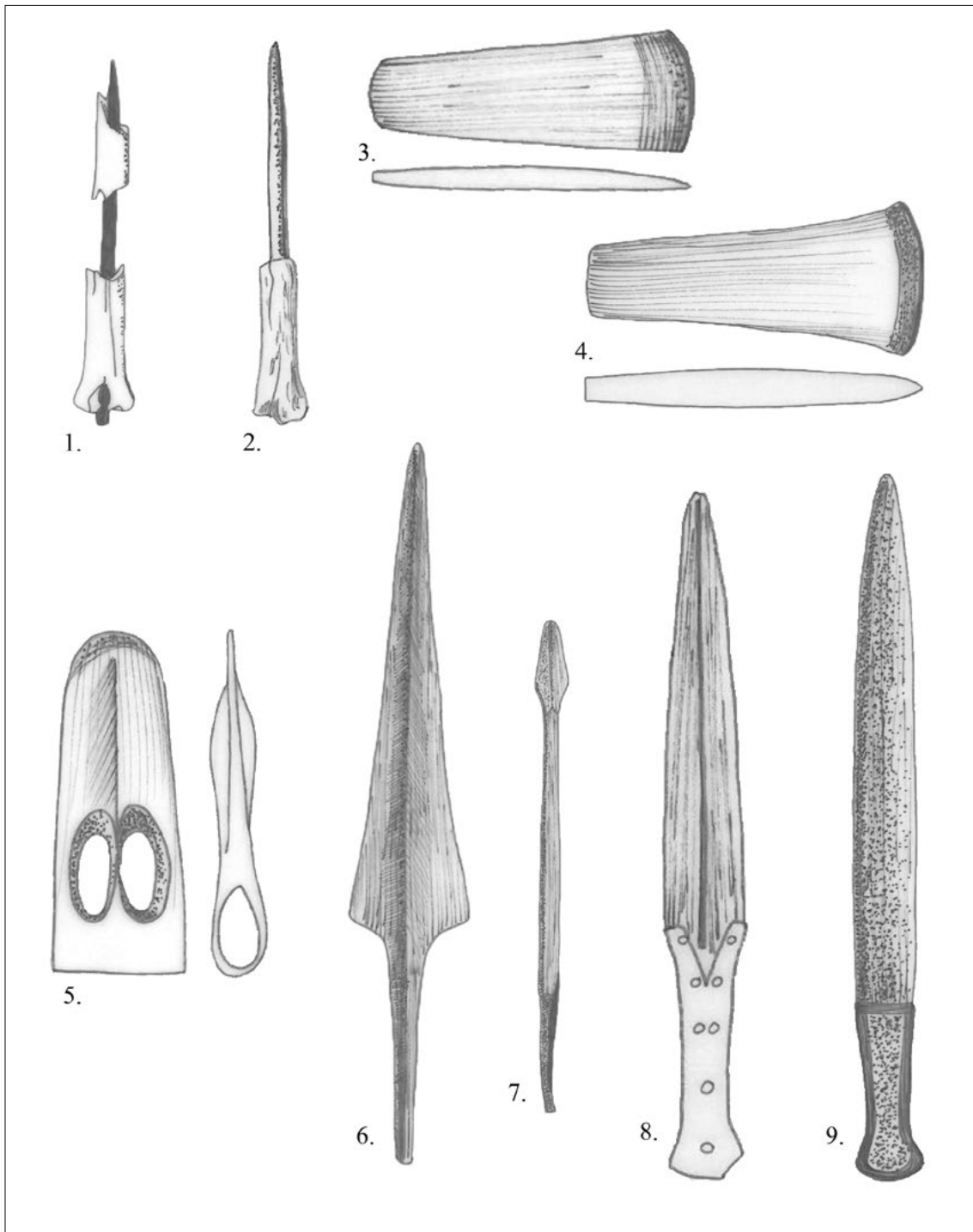


Fig. 2. Metal cutting implements (not in scale). 1-4. Copper objects replica of already existing flint awls and axes; 5-11. New cutting objects non-compatible with lithics (e.g., battle axes, spearheads, swords, daggers).

of some four millennia. The decline of flint has been mainly measured in terms of quantitative decline, typological or functional restriction, and an increase in expedient production and ad hoc use (Rosen, 1996). But measuring decline is not automatically understanding the mechanisms of decline, which was a long and complex process showing different trajectories and rhythms. Lithics was not a monolithic domain, and each sub-system differently ‘interacted’ with the development and spread of metallurgy. Three different main processes can be recognised (*fig. 3*): 1. Some chipped-stone tools disappeared without being substituted by metal implements; 2. Other lithic production systems changed through time without showing any decline, but innovation; 3. The

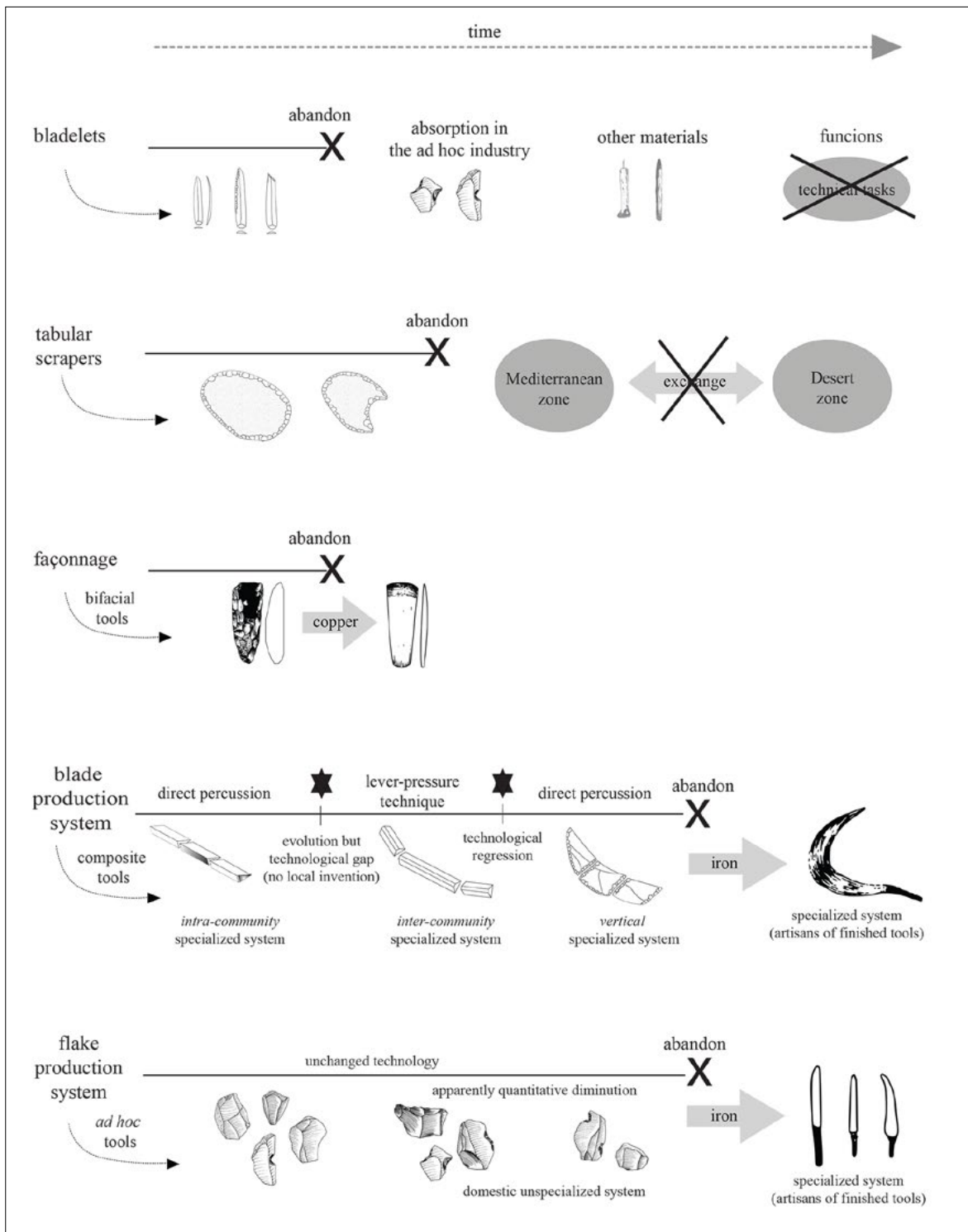


Fig. 3. Flint-stone replacement processes (modified after Manclossi, Rosen and Boëda, 2019, Fig. 9).

final replacement of flint tools with metal equivalents occurred at different times and involved different factors, which changed according to the specific tool type and associated production/consumption system.

Disappearance without substitution. Two categories of chipped-stone tools follow this process, the bladelets at the beginning of the 4th millennium, and the tabular scrapers at the end of the 3rd millennium BCE. In both the cases, these tool types disappeared without showing clear relationship

with the metallurgy. However, the mechanisms connected to their decline were related to different factors.

The decline of bladelets seems associated to a general transformation within the lithic system. If during the Chalcolithic microliths were mainly manufactured from bladelets specifically produced for this purpose, from the beginning of the Bronze Age they lose this specificity and become one of the functional groups recognizable in the ad hoc tools. Simple flakes were used for performing the activities previously made with bladelet tools. Not all the microliths, however, seem to follow the same trend, and the case of the awls is of interest. Flint awls made from bladelets disappeared in conjunction with the appearance of copper ‘equivalents’, reflecting an apparent stone-metal replacement process. However, considering the fact that copper was still rare and expensive when this ‘substitution’ took place, also other materials should be taken into account. Wood and bone, indeed, were used to produce the same category of piercing tools, and the process of flint disappearance might reflect a more complex picture. Finally, considering the technical tasks for which these microliths were used for, also the functional aspects (i.e., motions, worked materials, etc.) played an important role. Microliths might have ceased to be produced because of some transformations in the technical domain associated to their utilisation. However, without knowing the exact function of these bladelet tools, no definitive conclusions can be made.

The case of the tabular scrapers reflects another scenario. Their disappearance cannot be directly associated with the development of the metallurgy, neither with their absorption into another lithic system. Considering the ritual nature of these tools, and their production/distribution system involving contacts between the Mediterranean zone and the desert, their disappearance at the end of the EBA III might reflect a change in the relationship between sedentary people and pastoral groups.

The trade system of tabular scrapers declined, maybe in association with the loss of demand and use of this category of tools, notably their symbolic meaning (Rosen, 2017). Another possibility, which does not invalidate the previous one, might be the interruption of systematic exchanges between the two areas for other socio-economic reasons not directly connected with the lithic sphere. However, metals did not play any role in the disappearance of tabular scrapers.

Innovation instead of decline. It is often assumed that in proto- and early historic times chipped-stone tools were simple survivals of older traditions, which continued until their final replacement with metal objects. The case of sickle blades confutes this reconstruction. From the Chalcolithic to the beginning of the Iron Age, indeed, they changed, and no decline can be recognised. New knapping technologies and manufacture procedures were adopted, and the processes of innovation show complex phenomena. The dynamics underlying these transformations cannot be analyzed in this paper, but they are the subject of other studies (e.g., Manclossi and Rosen, 2019; Manclossi, Rosen and Boëda, 2019). However, it is important to stress that, in this case, the lithic system does not reflect a dying technology. Innovations occurred in parallel and independently to the development and spread of metallurgy, showing an apparent lack of contacts between the two technical systems.

Disappearance and replacement. The process of stone-metal substitution was not uniform, but varied depending on the type of tools, their function, and their production/consumption system. In this regard, it is possible to recognise two main trajectories: on the one hand, the axes and the sickle blades both terminate abruptly, and on the other hand, the ad hoc tools exhibit a gradual decline ultimately disappearing at roughly at the same time as flint sickles.

The first category of flint tools whose disappearance is related to the development of metallurgy are the axes which, co-existing with equivalent copper implements in the late 5th millennium, suddenly disappeared in the early 4th millennium BCE. Considering the low number of Chalcolithic copper axes, their softness (which makes them inferior to flint equivalents [Mathieu and Mayer,

1997]), and the high technical investment required for their production, they are usually considered as symbolic tools, not used in practical tasks but probably associated with ritual activities (Gošić, 2014). On the other hand, the absence of flint axes in Early Bronze Age contexts suggests that copper axes were effectively used, despite their technical ‘inefficiency’ (Jørgensen, 1985). However, there are other considerations. First of all, between Chalcolithic and EBA copper axes there is a strong technological continuity. These tools continued to be produced from unalloyed and pure copper cast in open mould, and most of the observations supporting the non-utilitarian nature of Chalcolithic metal axes are valid also for the EBA. Copper was still rare, precious and expensive (Genz, 2000), and only with the development of an ‘industrial-scale’ production (in the EBA II-III), it became more available (Levy *et al.*, 2002).

It is hard to find a single prime mover for this stone-metal substitution, but the techno-economic factors cannot completely explain this process, especially at its initial phase (EBA I). Other aspects such as the social and cultural value of these objects (that could and were used) have some influence. If the abandonment of flint axes depended on the fact that these tools were no longer requested (see also Manclossi, Rosen and Boěda, 2019), the demand of copper tools might indicate that these were objects which acquired some value, if not as ‘prestige goods’ (as they were probably during the Chalcolithic) at least as objects of ‘status’. Thus, the mover of stone-metal axes replacement is not related to the need for more efficient tools, but on their role in building and maintaining new social relationships between individuals (see also Klimscha, 2017), a feature that stone axes did not have before. Although the establishment of steady supplies and trade routes, as well as the technological advantages of cast metal (which, once available, permits mass production of tools and their continuous recycling) played an important role (Rosen, 1996), at the beginning of its development, the use of metal for tools having flint equivalents reflects a sociocultural choice. This cultural factor seems also to explain why, at that time, only the flint axes were substituted, while the other tools were not. Indeed, even if during the Bronze Age metal objects increased (and in most of the cases they were implements not directly comparable with those made of flint), the last step in stone-metal replacement process took place about two thousand years later, with the development of the iron/steel technology and the disappearance of flint composite sickles.

During the 3rd-2nd millennia BCE, despite the increasing availability of metals, sickles continued to be manufactured as composite tools using flint segments. This production does not reflect an unchanged technological heritage, but several important changes related to the technical, economic and cultural structures of proto- and early historic societies (Manclossi and Rosen, 2019). The long persistence of flint sickles has been traditionally explained by considering the value of copper and bronze, and by regarding the functional superiority of flint compared to copper-alloys metals. On the one hand, since tin was imported into the Southern Levant from Anatolia, bronze was probably too expensive to be used for ordinary tools, and flint was preferred because it was readily available (Coqueugniot, 1991; Rosen, 1996). On the other hand, copper and bronze were not more efficient than flint for harvesting (Steensberg, 1943). Following this reasoning, during the 10th-9th centuries BCE when iron (a cheaper and more efficient metal) was available (Yahalom-Mack and Elyahu-Behar, 2015), flint sickles quickly disappeared, and they were replaced by iron ones.

Beyond functional considerations, however, another aspect might have played an important role in this stone-metal substitution, which significantly differs from the previous one and follows another trajectory. In this case, it is not the value of the tool-type that triggered the replacement process, but rather the organisation of its production system. From the beginning of the 2nd millennium BCE, composite sickles were created by artisans who were involved in the entire production, from the manufacture of flint inserts to their insertion in wooden hafts; the farmers did no longer participate to the production of their own tools but acquired finished sickles (Manclossi, Rosen and Lehmann, 2018). Despite the historical upheavals of the 2nd-1st millennia BCE, this system remained stable, completely assimilated by the social structure. Thus,

when iron technology appeared, sickles were already manufactured by specialists in a vertical production sequence. Once iron technology was available, the socioeconomic structure necessary for its large-scale adoption has already been present for a millennium. Obviously, the intrinsic properties of metal must have played an important role, but it is the whole economic structure, including its social aspects, which facilitated the replacement. In this regard, the disappearance of ad hoc flint tools represents another facet of the same phenomenon.

Compared to the other lithic industries, the ad hoc tools follow a different trajectory because their final disappearance was anticipated by a gradual decline which seems to have begun in the early 2nd millennium BCE (Rosen, 1996). Knowing that these tools were used for many daily and domestic tasks, their decrease seems actually linked to the introduction of metal objects that took their place (e.g., Greenfield, 2013). However, bronze was still rare and relatively expensive, and its use in domestic activities was limited. The situation completely changed during the 10th-9th centuries BCE. The greater availability of iron, which was probably cheaper than bronze (e.g., Bauvais, 2008; Sherratt, 1994), facilitated its penetration into all functions requiring cutting implements. However, this process was made possible by the complete disappearance of the domestic production system where the users were also the producers of their own tools. The disappearance of ad hoc tools (which chronologically coincides with the cessation of flint sickle blade production) well reflects this change. The large-scale adoption of iron implements, indeed, suggests the emergence of a single specialised system producing different types of cutting tools, then used for different tasks. Thus, the end of chipped-stone tools was not only related to the efficiency of iron implements, but it was determined by a structural change in the relationship between tool consumers and producers (Manccossi, Rosen and Lehmann, 2018). This distinction, reflected in certain ordinary tools (notably the flint sickles), came to an end with iron technology, which encompassed all other production systems, at all levels of society.

6. Conclusions

The transition from chipped-stone to metals has generally been analyzed with emphasis on new technologies and materials, that is, metallurgy. However, metallurgy fits into a preexisting technical and functional system, and the analysis of the lithic industries of the Age of Metals can provide the essential background to the innovation.

In studying the stone-metal transition, it is important to emphasise that once the new properties of metals were discovered, they were exploited for the creation of new cutting tools. The potentials of metals resulted in the creation of new objects which can exploit and develop new gestures and movements. Even if the basic functions remained the same (e.g., slicing, cutting, trimming, chopping, piercing, etc.), these objects were not simple replicas of already existing tools, but represented novelties that acquired increasing importance in proto- and historic societies. Although this analysis is limited to cutting-edge objects, it nevertheless reflects how technology is actively involved in the structuring of society, not only in the socioeconomic and cultural implications that the organisation of the production/consumption systems entail, but also in the new functional roles that these new objects develop. The case of weapons is probably the best example of this phenomenon. It seems significant that for much of the history of metallurgy, the development of cutting tools was stimulated by armaments which could not have existed prior to metallurgy. From this perspective, it is with metals that we can recognise the development and consolidation of a new technical environment which, interacting with the economic, social, political, cultural domains, created a specific new social milieu.

However, lithic industries did not completely disappear, and stone tools continued to be a component of technical, socioeconomic, and cultural systems. They continued to be subject to transformations and changes, following different processes which varied from one production system to another one. Lithic industries were not simply abandoned because less efficient. On the

contrary, rhythms and modalities of stone-metal replacement depended on a plurality of causes reflecting the global functioning of the society. The structure of production/distribution systems of the objects, as well as their sociocultural value, were factors which acted at the same level of technical and functional aspects. These elements are those that define the historical trajectories of the shift from stone to metal, a stage in the evolution of technology whose circumstances change from one context to another.

Bibliography

- Bailly, R. (2009) Stone tools and copper tools in Late Neolithic Western Europe: What relationship, what substitution? From common sense to research agenda. In P. Jockey, ed., *Interdisciplinary studies on Mediterranean ancient marble and stone*. Antibes: APDCA, pp. 865-877.
- Bauvais, S. (2008). Prolégomènes à une histoire de la métallurgie du fer au Levant Sud. *Bulletin du centre de recherche français à Jérusalem*, 19 [en ligne] <http://bcrfj.revues.org/5996>.
- Birch, T., Rehren, T., and Pernika, E. (2013) The metallic finds from Çatalhöyük: A review and preliminary new work. In I. Hodder, ed., *Substantive technologies at Çatalhöyük: Reports from the 2000-2008 seasons*. London: British Institute of Archaeology at Ankara, pp. 307-318.
- Caneva, I. (1993) From Chalcolithic to Early Bronze Age III at Arslantepe: A lithic perspective. In M. Frangipane, M. Liverani, P. Matthiae and M. Mellink, eds, *Between the rivers and over the mountains: Archaeologica anatolica et mesopotamica Alba Palmieri dedicate*. Roma: Università La Sapienza di Roma, pp. 319-339.
- Childe, V.G. (1951) *Man makes himself: Man's progress through the ages*. New York: New American Library.
- Coqueugniot, E. (1991) L'outillage de pierre taillée au Bronze Récent. Ras Shamra 1978-1988. In M. Yon, ed., *Ras Shamra- Ougarit VI: arts et industries de la pierre*. Paris : ERC, pp. 127-204.
- Coqueugniot, E. (2006) Mari, Larsa, Ugarit et les outils en silex à l'âge du bronze. Réflexion sur le rôle et le statut du travail du silex aux IIIe et IIe millénaire. In P. Butterlin, ed., *Les espaces syro-mésopotamiens, dimensions de l'expérience humaine au Proche-Orient ancien, volume d'hommage offert à Jean-Claude Margueron*. Brepols Publishers: SUBARTU XVII, pp. 323-338.
- Craddock, P.T. (2001) From heart to furnace: Evidences for the earliest metal smelting technologies in the Eastern Mediterranean. *Paléorient*, 26, pp. 151-165.
- Edens, C. (1999) The chipped stone industry at Hacinebi: Technological styles and social identity. *Paléorient*, 25(1), pp. 23-33.
- Eriksen, B.V. (ed.) (2010) *Lithic technology in metal using societies. Proceedings of a UISPP workshop, Lisbon, September 2006*. Højbjerg: Aarhus University Press.
- Forbs, R.J. (1971) *Studies in ancient technologies*, Volume VIII (2nd edition). Leiden: E.J. Brill.
- Ford, H.S., Bradley, R., Hawkes, J., and Fisher, P. (1984) Flint-working in the metal age. *Oxford Journal of Archaeology*, 3, pp. 157-173.
- Fujii, S. (2011) 'Lost property' at Wadi Qusayr 173: Evidence for the transportation of tabular scrapers in the Jafr Basin, southern Jordan. *Levant*, 43(1), pp. 1-14.
- Genz, H. (2000) The organization of Early Bronze Age metalworking in the Southern Levant. *Paléorient*, 26(1), pp. 55-65.
- Gernez, G. (2007) *L'armement en métal au Proche et Moyen Orient : des origines à 1750 av. J.-C.* Unpublished PhD dissertation. Paris : Université de Paris I Panthéon- Sorbonne.
- Golden, J. (2010) *Dawn of the metal age: Technology and society during the Levantine Chalcolithic*. London: Equinox.
- Gošić, M. (2014) Metallurgy, magic and social identities in the Ghassulian culture of the Southern Levant (ca.4500-4000 BC). Unpublished PhD dissertation. Beersheva: Ben-Gurion University of the Negev.
- Greenfield, H. (2013) 'The fall of the house of flint': A zooarchaeological perspective on the decline of chipped stone tools from butchering animals in the Bronze and Iron Ages of the Southern Levant. *Lithic Technology*, 38(3), pp. 161-178.
- Hartenberger, B., Rosen, S.A., and Matney, T. (2000) The Early Bronze Age blade workshop at Titriş Höyük: Lithic specialization in an urban context. *Near Eastern Archaeology*, 63(1), pp. 51-58.
- Hermon, S. (2008) *Socio aspect of Chalcolithic (4500-3500 BCE) societies in Southern Levant: A lithic perspective*. BAR International series 1744. Oxford: Archaeopress.

- Humphrey, J. (2004) *Iron Age flint utilization in central and southern Britain: The last 'Stone Age?' An integrated theoretical and empirical study*. Unpublished PhD dissertation. Leicester: University of Leicester.
- Jørgensen, S. (1985) *Tree-felling in Draved. Reports on the experiments in 1952-1954*. Copenhagen: Nationalmuseets Forlag.
- Kardulias, P.N. (2003) Stone in the age of bronze: Lithics from Bronze Age contexts in Greece and Iran. In P.N. Kardulias and R.W. Yerkes, eds, *Written in stone: The multiple dimensions of lithic analysis*. Lenham: Lexington Books, pp. 113-124.
- Klimscha, F. (2017) What makes the world go round? Silenced consequences of the introduction of metallurgy. In S. Burmeister and R. Bernbeck, eds, *The interplay of people and technologies. Archaeological case studies on innovation*. Berlin: Edition Topoi, pp. 105-139.
- Lech, J., Piotrowska, D., and Werra, D.H. (2015) Between economy and symbol: Flint in the Bronze Age in eastern central Europe. In P. Suchowska-Ducke, S. Scott Reiter and H. Ehrhardt, eds, *Forging identities: The mobility of culture in Bronze Age Europe*. Oxford: British Archaeological Reports, pp. 221-229.
- Levy, T.E., Russek, B., Adams, R.B., Huppmann, A., Prage, M., Schmitt-Strecker, S., and Najjar, M. (2002) Early Bronze Age metallurgy: A newly discovered copper manufactory in Southern Jordan. *Antiquity*, 76, pp. 425-437.
- Manclossi, F. (2016) *De la Pierre aux Métaux : dynamiques des changements techniques dans les industries lithiques au Levant Sud, IVe-Ier millénaire av. J.-C.* Unpublished PhD dissertation. Nanterre : Université de Paris Ouest Nanterre-La Défense.
- Manclossi, F. (2019) De la pierre au métal : le dernier chapitre de l'histoire techno-généralisée des outils tranchants, in E. David, ed., *Anthropologie des techniques*. Cahier 1, de la mémoire aux gestes en Préhistoire. Paris: L'Herminette, pp. 77-96.
- Manclossi, F., Rosen, S.A., and de Miroshedji, P. (2016) The Canaanite blades from Tel Yarmuth, Israel: A technological analysis. *Paléorient*, 42(1), pp. 49-74.
- Manclossi, F., Rosen, S.A., and Lehmann, G. (2018) The decline and disappearance of chipped-stone tools: New insights from Qubur al-Walaydah, a Late Bronze-Iron Age in Israel. *Lithic Technology*, 43, pp. 93-124.
- Manclossi, F., Rosen, S.A., and Boëda, E. (2019) From stone to metal: The dynamics of technological change in the decline of chipped stone tool production. A case study from the Southern Levant (5th-1st millennia BCE). *Journal of Archaeological Method and Theory*. 26(4): 1276-1326.
- Manclossi, F., and Rosen, S.A. (2019) Dynamics of change in flint sickle of the Age of Metals: New insights from a technological approach. *Journal of Eastern Mediterranean Archaeology and Heritage Studies*, 7, pp. 6-22.
- Mathieu, R., and Mayer, D.A. (1997). Comparing axe heads of stone bronze and steel: Studies in experimental archaeology. *Journal of Field Archaeology* 24(3), pp. 333-351
- McLaren, A. (2008) Flintworking in the British Late Bronze and Iron Ages: A critical review and statement of research potential. *Lithic technology*, 33(2), pp. 141-459.
- Milevski, I. (2013) The exchange of flint tools in the Southern Levant during the Early Bronze Age. *Lithic Technology*, 38(3), pp. 202-219.
- Miron, E. (1992) *Axes and adzes from Canaan*. Mainz: Akademie der Wissenschaften und der Literatur
- Nicolas, C., Rousseau, L., and Donnart, K. (2015) La pierre à l'aube de la métallurgie, de la sphère domestique au monde funéraire : l'exemple du quart nord-ouest de la France. In N. Nordez, L. Rousseau and M. Cervel, eds, *Recherches sur l'âge du Bronze : nouvelles approches et perspectives*. Bulletin de l'APRAB, Supplément 1, pp. 103-137.
- Ottaway, B.S., and Robert, B.W. (2008) The emergence of metallurgy. In A. Jones, ed., *Prehistoric Europe: Theory and practice*. London: Blackwell, pp. 193-225.
- Philip, G. (1989) *Metal weapons of the Early and Middle Bronze Ages in Syria-Palestine*. Oxford: BAR International Series 526.
- Roberts, B.W., Thornton, C.P., and Pigott, V.C. (2009) Development of metallurgy in Eurasia. *Antiquity*, 83, pp. 1012-1022.
- Rodríguez-Alegria, E. (2008) Narratives of conquest, colonialism, and cutting-edge technology. *American Anthropologist*, 110(1), pp. 33-43.
- Rosen, S.A. (1983) The tabular scrapers trade: A model for material culture dispersion. *Bulletin of the American Schools of Oriental Research*, 249, pp. 79-86.

- Rosen, S.A. (1984) The adoption of metallurgy in the Levant: A lithic perspective. *Current Anthropology*, 25(4), pp. 504-505.
- Rosen, S.A. (1989) The analysis of Early Bronze Age chipped stone industry: A summary statement. In P. de Miroschedji, ed., *L'urbanisation de la Palestine à l'âge du Bronze Ancien : bilan et perspectives des recherches actuelles. Actes du colloque d'Emmaus 20-24 octobre 1986*. Oxford: Oxford : BAR International Series 527, pp. 199-221.
- Rosen, S.A. (1996) The decline and fall of flint. In G.H. Odell, ed., *Stone tools, theoretical insights into human prehistory*. New York: Plenum Press, pp. 129-152.
- Rosen, S.A. (1997) *Lithic after Stone Age: A handbook of stone tools from the Levant*. Walnut Creek: Altamira Press.
- Rosen, S.A. (2017) *Revolution in the desert: The rise of mobile pastoralism in the Southern Levant*. New York: Routledge.
- Runnels, C. (1982) Flake-stone artifacts in Greece during the historical period. *Journal Field Archaeology*, 9, pp. 363-373.
- Saraydar, S., and Shimada, I. (1971) A quantitative comparison of efficiency between a stone axe and a steel axe. *American Antiquity* 36(2), pp. 216-217.
- Shalev, S. (2004) *Swords and daggers in Late Bronze Age Canaan*. Mainz: Akademie der Wissenschaften und der Literatur.
- Sherrat, S. (1994). Commerce, iron and ideology: Metallurgical innovation in the 12th-11th century Cyprus. In V. Karageorghis, ed., *Cyprus in the 11th century BC: Proceedings of the international symposium 30-31 October, 1993*. Athens: A.G. Leventis Foundation, pp. 59-106.
- Shimelmitz, R., and Zuckerman, S. (2014) *Flint knapping in the Late Bronze Age, a dying technology? A perspective from the lower city of Hazor*. *Levant*, 46(1), pp. 43-57.
- Steensberg, A. (1943) *Ancient harvesting implements*. Copenhagen
- Wertime, T.A. and Muhly, J.D. (1980). *The coming of the age of iron*. New Heaven: Yale University Press
- Yahalom-Mack, N., and Eliyahu-Behar, A. (2015) The transition from bronze to iron in Canaan: Chronology, technology, and context. *Radiocarbon*, 57(2), pp. 285-305.
- Yalçın, Ü., and Pernicka, E. (1999) Frühneolithische metallurgie von Aşıklı Höyük. In A. Hauptmann, E. Pernicka, T. Rehren and Ü. Yalçın, eds, *The beginnings of metallurgy*. Bochum: Deutschen Bergbau-Museum, pp. 45-54.
- Young, R., and Humphrey, J. (1999) Flint use in England after the Bronze Age: Time for a re-evaluation? *Proceedings of the Prehistoric Society*, 110, pp. 493-502.

L'outillage lithique de l'atelier de bronzier du site du Bronze final de Montélimar la rue du Bouquet (Drôme, France) : un témoin de l'activité métallurgique ?

Sylvie Cousseran-Néré¹, Linda Boutoille² and Eric Néré³

1 : Institut National de Recherches Archéologiques Préventives (INRAP), UMR 8215- Trajectoires, INRAP 6-10 rue Jean Bertin, BP 18, 26901 Valence cedex 9, France.

sylvie.nere@inrap.fr

2 : Queens University Belfast (QUB) - l.boutoille@qub.ac.uk

3 : Institut National de Recherches Archéologiques Préventives (INRAP), UMR 8215- Trajectoires eric.nere@inrap.fr

Abstract:

In 2015, the excavation of a settlement site at Rue du Bouquet in Montélimar (Drome, France) yielded an important assemblage of stone tools dated to the Late Bronze Age (approx. 1200 BC). Within this assemblage there are around twenty tools recovered from an area identified as a metalworking workshop. The assemblage of tools from the workshop area seems to be characterised by the presence of a distinct type of hammer stone which is not attested in other parts of the site and which is frequently found in close proximity to copper casting droplets. These tools are also distinct from other hammer stones in domestic assemblages at settlement sites excavated so far in the same geographical area and dating from the Middle Neolithic to the Late Bronze Age. The aim of this paper is to distinguish, within the relevant lithic assemblages, between those tools that can be linked to metallurgical activities and those relating to other types of activity. We attempt to identify tool kits characteristic of each domain and to establish a clearer distinction between different activity zones.

Key words:

STONE TOOLS, WORKSHOP, METALLURGY, LATE BRONZE AGE

Résumé :

La fouille en 2015, du site de la Rue du Bouquet à Montélimar (Drôme, France) a livré un important corpus d'outils lithiques attribuables au Bronze final IIa (vers 1200 avant notre ère). Au sein de ce corpus, une vingtaine d'outils proviennent d'une zone identifiée comme un atelier de métallurgiste. Le corpus d'outils provenant de cet atelier semble se caractériser par la présence d'un type bien particulier de perceurs que l'on ne retrouve pas sur le reste du site et presque toujours découverts à proximité de gouttes de cuivre. Ces outils se démarquent aussi des autres perceurs observés jusqu'à présent dans les zones d'habitat des sites de ce secteur géographique s'étalant du Néolithique moyen au Bronze final. L'axe développé dans cette présentation sera de distinguer, dans les différents assemblages lithiques, les outils liés à l'activité métallurgique de ceux liés à l'activité domestique.

Mots-clés :

OUTILS EN PIERRE, ATELIER, MÉTALLURGIE, BRONZE FINAL

Introduction

La fouille de Montélimar ' Rue du Bouquet ', dans la Drôme, a été réalisée en 2015. Malgré une découpe de parcelles qui rend difficile une analyse spatiale complète, elle revêt une dimension importante, notamment grâce à son niveau de conservation (*fig. 1*). Les nombreuses occupations ont alterné avec des débordements des cours d'eaux voisins qui ont scellé de nombreux lambeaux de niveaux de sols, et qui se sont en grande partie conservés jusqu'à notre époque. Ainsi, des habitats

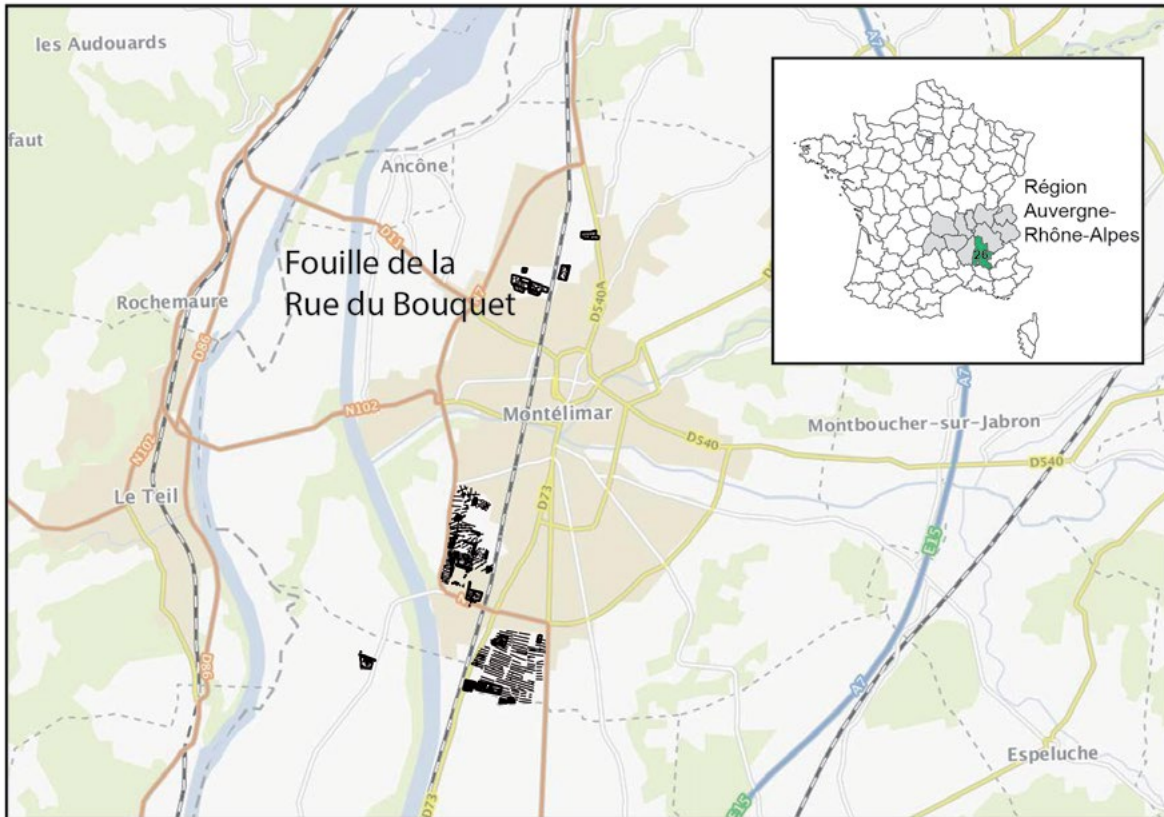


Fig. 1. Plan de localisation du site de Montélimar ‘ rue du Bouquet ‘

préservés du Néolithique moyen, du Néolithique final, du Campaniforme, du Bronze ancien, du Bronze final I, du Bronze final II et du 1^{er} âge du Fer ont pu être fouillés en détail.

L’axe développé dans cette étude sera, dans la mesure du possible, et notamment pour l’âge du Bronze, de distinguer, dans les différents assemblages lithiques, les outils liés à l’activité du métallurgiste de ceux utilisés dans une autre activité, domestique par exemple. Le but sera de caractériser ainsi, un outillage spécifique à chaque domaine et peut être d’établir une segmentation des activités tant spatiale que technique (Hamon et Blanchet, 2015).

1. Présentation du site

Le Bronze final II est la période la mieux représentée de la fouille et les découvertes effectuées permettent de faire évoluer nos connaissances sur l’artisanat de cette période. En effet, un atelier de bronzier conservé complet et plusieurs fragments d’autres ont été identifiés pendant l’opération (fig. 2), ce qui est particulièrement rare pour cette période. L’habitat associé a permis de localiser deux bâtiments complets de même type et une grande palissade fermant le site sur un de ses côtés. L’aspect quasi-identique des deux plans de maisons permet d’imaginer une technique de construction standardisée. La palissade, quant à elle, se compose de 31 trous de poteaux que l’on peut suivre sur la parcelle fouillée sur 24 m de long (fig. 3). L’étude de la répartition du mobilier conservé dans le niveau de sol permet de voir qu’un grand nombre d’artefacts se concentre en ligne le long de la palissade. Ainsi visualisé, l’effet de paroi démontre bien l’aspect fermé de cette palissade et le nombre d’objets est plus important du côté ‘ intérieur ‘ que du côté ‘ extérieur ‘. Certains types d’artefacts, tels que les objets lithiques, la faune ou encore les fragments de terre-cuite, sont quasi-inexistants à ‘ l’extérieur ‘ mais sont surreprésentés à l’intérieur côté maisons. Le matériel se rapportant au Bronze final II est très fourni puisque dans les niveaux de sols, ils sont plusieurs milliers à avoir été prélevés.

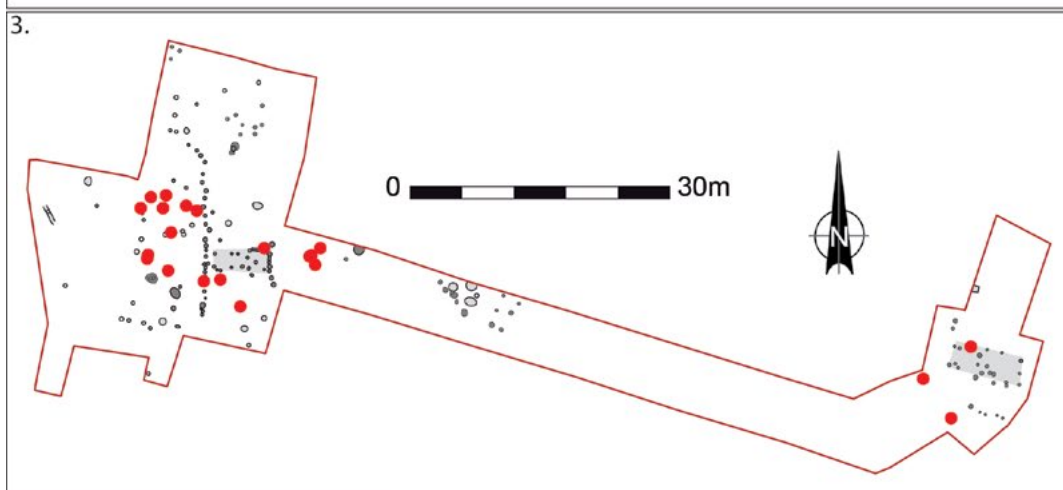
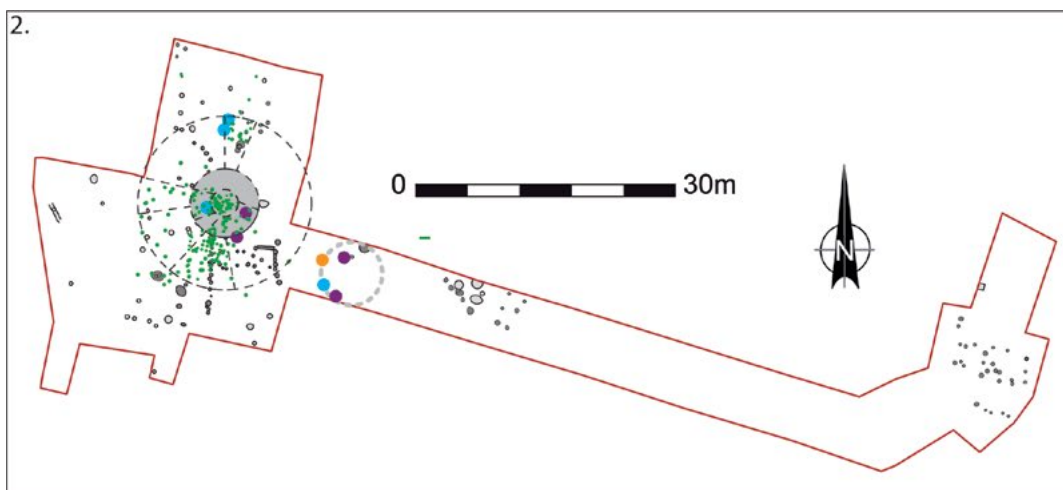


Fig. 2. Plan du secteur de l'âge du Bronze de la fouille de Montélimar 'rue du Bouquet' avec les outils de mouture.

Fig.3. Plan du secteur de l'atelier de bronzier avec répartition des outils lithiques.

À proximité du bâtiment proche de la palissade, deux foyers ont fait l'objet d'attentions particulières (fig. 3), notamment par la méthode de fouille : accompagnée de photo-relevés, de prélèvements complets, de tamisages complets et d'une batterie détaillée d'analyses multiples. Ces foyers ont permis la découverte d'un grand nombre d'objets fragmentés, d'une quantité conséquente de

résidus de bronze et de scories, ainsi que d'éléments tels que des surplus de coulée, ce qui permet sans hésitation de considérer qu'une activité métallurgique était pratiquée sur le site. Il s'agit d'un ensemble tout à fait exceptionnel, à la fois par la qualité de conservation des sols et bâtiments en lien avec cet atelier. Autour de ces deux foyers, de multiples fragments d'objets de mêmes types et d'éléments de coulées, ont été régulièrement trouvés. Bien qu'il soit difficile d'envisager précisément la nature et l'ampleur de la production, les moules y étant rares et les indices directs à ce sujet relativement fugaces, notons tout de même la présence de deux possibles surplus de métal liés à la coulée de faucilles.

Très peu d'installations de ce type, restées en place, ont été découvertes en France. Quelques ateliers de bronzier datés du Bronze final sont connus au Fort-Harrouard à Sorel-Moussel, Eure-et-Loir (Mohen et Bailloud, 1987), Catenoy (Blanchet et Talon, 1987), Saint-Pierre-en-Chastres ou Choisy-au-Bac, Oise (Blanchet, 1984) mais il s'agit, le plus souvent, de fouilles plus anciennes insuffisamment documentées. Plus récemment, deux ateliers ont été fouillés un premier en Lorraine à Metz-Zac Sansonnet (Klag, en cours d'étude) et un second à Aubervilliers en Seine-Saint-Denis (Caparros *et al.*, 2010 ; Mélin, 2016) mais ils n'ont livré que de nombreux fragments de moules et aucun niveau de sol n'a été conservé.

La fouille très fine a permis la découverte de très nombreux fragments métalliques et scoriacés, de tailles centimétriques pour les plus gros, et liés aux travaux de métallurgie qui à première vue semblaient correspondre à des résidus de coulées. Ainsi, l'analyse d'un échantillon de cuivre atteste que celui-ci est issu directement d'une phase de réduction. Le fragment de minerai inclus dans l'échantillon indique également que le matériau utilisé est de type sulfuré proche d'une composition de type bornite. Or, ce minerai est le composant principal de la mine de Saint-Véran dans le massif du Queyras (Hautes-Alpes), située à 250 km de Montélimar. Mais, si l'exploitation de la mine de Saint-Véran est bien attestée pour le Bronze ancien, aucun travail attribuable au Bronze final n'a été signalé à ce jour (Carozza *et al.*, 2011 ; Barge *et al.*, 1998).

Un autre échantillon atteste de l'association de cuivre métallique à du minerai d'étain et illustre une étape atypique de la fabrication du bronze. Les analyses archéométriques effectuées sur plusieurs échantillons attestent, donc, qu'ils ne correspondent pas uniquement à des restes de coulées mais à des étapes distinctes de la chaîne opératoire du métal allant des opérations de réductions à la fonte des objets.

Même si leur utilisation peut se faire sur de nombreuses matières premières, de nombreux ciselets et poinçons ont été retrouvés sur le site et sont souvent associés aux ateliers de bronzier comme au Fort-Harrouard à Sorel-Moussel, Eure-et-Loir (Mohen et Bailloud, 1987), Catenoy (Blanchet et Talon, 1987), Saint-Pierre-en-Chastres ou Choisy-au-Bac, Oise (Blanchet, 1984). De plus de nombreux anneaux ont été découverts parfois entiers mais aussi parfois découpés en moitié voire en quart. Souvent considérés comme des éléments de suspension, ils pourraient correspondre à des demi-produits employés comme supports d'échanges, de réserves de matières voire des poids de balance. Leur forme faciliterait leur transport et leur stockage et leurs poids standards aideraient au calcul de matière première pour la fonte.

2. L'outillage lithique de la zone domestique

Le matériel lithique se divise en deux ensembles distincts. Dans l'espace domestique, le corpus est 'typique' de ce que l'on connaît dans un habitat mais dans la zone de l'atelier, il correspond à un ensemble inédit, foncièrement différent du matériel domestique. Ainsi, le mobilier retrouvé sur le site de la Rue du Bouquet se compose de 67 artefacts : 34 éléments de mouture, 27 outils découverts au sein de l'atelier de métallurgiste auxquels s'ajoutent 6 autres pièces supposées appartenir à l'outillage domestique.

2.1. Les moulins

Comme pour les autres types d'artefacts, cette période du Bronze final est la mieux représentée avec 34 éléments liés au travail de la mouture (fig. 4). Trente-trois sont en position de rejet dans le niveau de sol en place (29 sont en basalte, 3 en grès et 1 en granite). Viennent s'y ajouter 22 nodules de basalte non taillés rapportés. Le basalte n'étant pas une roche présente dans l'environnement direct du site, ces galets ont été amenés volontairement pour être façonnés en outil sur place. Le façonnage des meules ou molettes (ou du moins d'une partie) a été effectué sur le site, en témoignent la présence d'une ébauche et de deux éclats. Leur provenance supposée, à défaut d'analyse pétrochimique plus poussée, reste le démantèlement de la coulée de Savasse à 12 km plus au nord.

Une ébauche cassée en basalte massif a été préparée à partir d'un bloc de forme et de section ovalaire. Cette pièce d'une masse est de 3,3 kg fait 7 cm d'épaisseur. On observe le traitement lié à la forme initiale sur un de ces flancs et une partie de son dos, qui correspond à la première phase de la chaîne opératoire. Vient ensuite le bouchardage des flancs et des bords mais surtout du dos. La surface de travail sera préparée en dernier lieu. Deux éclats en basalte sont les témoins de fabrication ou d'entretien des outils de mouture. Le traitement de ces derniers libère des éclats, qui dans ce cas présent, ne portent pas de portions de surface active, en faisant donc des éclats de mise en forme et non d'entretien. On observe, un traitement par bouchardage d'une face d'un fragment qui indique que la surface était préparée avant la percussion.

2.2. Les meules

Sept pièces en basalte massif ont été classées en meule. Trouvées dans le niveau de sol, aucune pièce n'est entière. La forme générale en plan est encore visible sur deux pièces. Il s'agit respectivement d'une meule naviforme à section quadrangulaire transversalement et semi-ovalaire longitudinalement, et d'une meule quadrangulaire à section quadrangulaire dans les deux sens. Pour les autres pièces, seule une ou deux sections sont encore présentes : semi-ovales ou quadrangulaires pour les sections transversales et quadrangulaires pour les sections longitudinales. La seule largeur considérée comme complète est de 18,5 cm pour une largeur de surface active de 16,9 cm. Les épaisseurs varient entre 5,6 et 9,3 cm. Les masses des fragments sont comprises entre 0,72 et 4,8 kg. Les courbures de la surface de travail sont évaluées sur des fragments de surface, elles donnent plutôt une tendance mais ne sont pas forcément la courbure réelle lorsque la pièce était entière. Les surfaces actives ont un profil longitudinal/transversal plano-convexe/plano-convexe ou plane/plane. Elles présentent généralement, sur le morceau conservé, un poli moyen couvrant un piquetage antérieur pour la préparation de la surface active. Deux pièces ont un poli dense avec des zones de poli lustré épars. Les dos peuvent être légèrement arrondis avec un martelage pour atténuer les reliefs (2 pièces) à plat, naturel (3 pièces) ou cassé (2 pièces). Les cinq meules, dont le dos est encore visible, sont stables sur le support sur lequel elles étaient posées (sol).

L'absence de poli d'utilisation laisse penser qu'un élément type natte était placé entre le sol et la meule afin de récupérer la farine. Les meules de cette période sont peu mises en forme avec une régularisation sommaire des arêtes pour atténuer les reliefs.

2.3. Les molettes

Neuf pièces ont été classées en molettes. Deux d'entre elles sont des molettes doubles, c'est à dire qu'elles possèdent deux surfaces actives opposées, utilisées consécutivement : ce sont les seules qui ne sont pas en basalte (l'une est en granite, l'autre est en grès). On peut se demander si le fait que ces roches soient tenaces et grenues, et ont donc un bon rendement dans les performances de broyages, font que ces pièces ont été exploitées au maximum. Les formes en plans sont ovales pour la majorité (3 pièces). Les sections transversales varient de trapézoïdale (1 pièce),

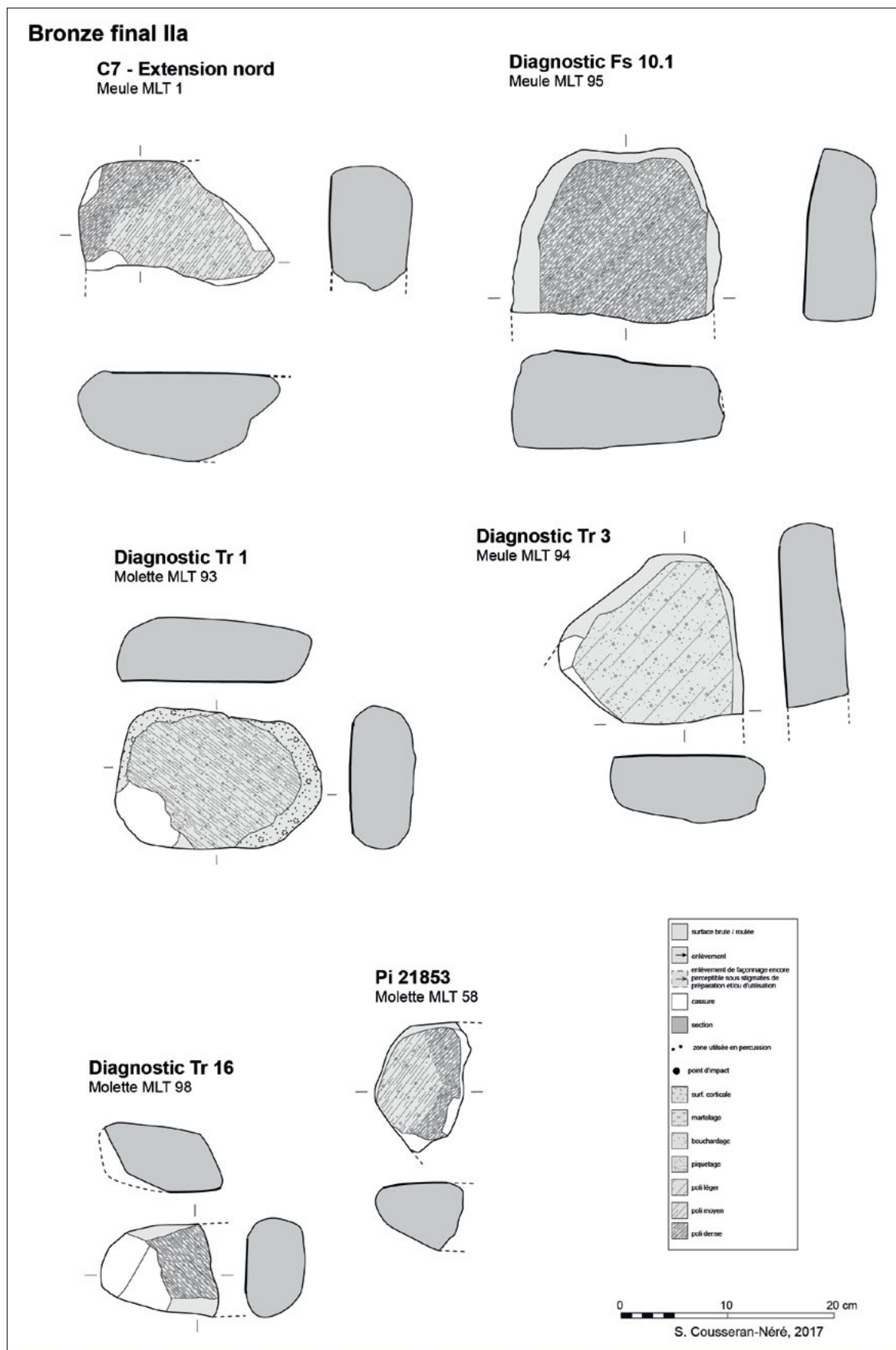


Fig. 4. Exemple d'objets lithiques liés à la mouture

quadrangulaire (2 pièces) à semi-ovale (2 pièces) indépendamment de la forme générale en plan. Une seule molette est entière, ses dimensions sont de 20 cm de long pour 14 cm de large et une épaisseur de 6 cm. Les dimensions de la surface de travail sont 18x12 cm. La masse de la pièce est de 4,5 kg. Elle possède des dimensions idéales pour être manipulée facilement : pour cela, il faut que la longueur de la molette ne dépasse pas la largeur entre les deux épaules. Pour les autres pièces, seules les épaisseurs entières et les masses des fragments ont été mesurées. Elles sont comprises respectivement entre 4 et 7,5 cm et entre 0,10 et 1,04 kg. Les polis sont couvrants, ils varient de faible à lustré. Ils recouvrent généralement un poli antérieur de préparation de la surface de travail. Les deux molettes double présentent un poli lustré indiquant une utilisation intensive, une fois que la première surface active ne peut plus être ré-avivée et perd ainsi son mordant, le dos est alors mis en forme pour devenir une nouvelle surface de travail rentable. Les flancs sont rentrants rectilignes pour les formes quadrangulaires, ou, convexes pour les formes ovalaires. Les extrémités sont toutes convexes. Les dos sont généralement de forme arrondie, parfois plat. Quoiqu'il en soit ces molettes sont toutes similaires : de forme ovale, à dos convexe en roche tenace et grenue. Lorsque le poli est peu marqué, et donc la surface active peu utilisée, la surface de travail est plane avant utilisation. Ce type de profil est caractéristique des molettes de l'âge du Bronze.

Enfin, dix-huit fragments ont été classés en élément de mouture indéterminé, c'est à dire qu'ils ont conservé une partie des traces de mise en forme anthropique. Enfin, il faut noter que le matériel de mouture se concentre dans deux secteurs privilégiés qui correspondent aux deux bâtiments domestiques.

3. Les outils lithiques de l'atelier

La zone de l'atelier a livré 27 outils lithiques dont seulement deux sont des fragments de meule. Les 25 autres se divisent entre les outils percutants (15), les outils abrasifs (7), les supports de frappe (2) et un dernier objet trop fragmenté pour en déterminer la fonction précise.

3.1. Les outils percutants ou percuteurs

Au sein de l'atelier, le terme de percuteur rassemble 15 galets qui portent des stigmates de percussions, le plus souvent sur une ou deux extrémités. Le terme de percuteur ou d'outil percutant fait référence à la présence de stigmates de percussion sans préjuger de la fonction précise. Il s'agit de galets de natures diverses : sept en quartzites, quatre en grès, deux en quartz et un en grès quartzitique. Ce corpus est en majorité dans un bon état de conservation, endommagé seulement, pour quelques exemplaires, par des éclats détachés résultant probablement de leur utilisation. Les traces de percussion couvrent de façon plus ou moins importante une des extrémités plus rarement les deux (3 cas). En s'inspirant de la typologie établie par Willms (1980) pour le site de Twann BE, reprise pour le site de Hauterive-Champréveyres (Leuvrey, 1999) et Prez-vers-Siviriez (Baudais et Puiz, 2003), il a été possible de distinguer quatre types. Notre typologie est basée sur la morphologie générale et la masse des outils déviant ce qui correspond en partie à la typologie suisse.

Le type I (*fig. 5, n°1*) correspond à sept petits outils confectionnés sur des galets de grès ou de quartzite à grains fins ou moyens compacts. Un seul outil se distingue par l'emploi d'un grès quartzitique à grains moyens beaucoup plus friables que les autres. À l'exception de l'objet précédent de forme ovale, ces galets ont généralement une forme piriforme s'élargissant vers l'extrémité proximale ou sub-ovale ; aucune mise en forme n'apparaît avoir été effectuée. Les longueurs sont comprises entre 5,5 et 9 cm pour des masses allant de 0,183 à 0,320 kg. Les surfaces actives sont peu étendues et situées sur l'extrémité la plus fine. La forme des surfaces actives est le plus souvent circulaire ou ovale plane et n'a que peu modifié l'aspect originel de la surface. L'aspect des surfaces actives témoigne d'une utilisation en percussion perpendiculaire lancée selon un angle de 90° et, très certainement, de faible intensité. Le faible degré d'utilisation atteste d'un

emploi, sûrement, occasionnel et, probablement, sur des matières relativement souples. La partie proximale large apparaît comme un bon système de préhension facilitant la prise en main et le maniement de l'outil. Ce type ne semble pas avoir été reconnu sur les sites suisses.

Le type II (*fig. 5, n°2*) correspond à cinq outils plus massifs que ceux du type I. Ils sont confectionnés sur des galets naturels de grès, quartz et quartzite à grains fins et moyens. Ils présentent des formes sub-quadrangulaires ou ovalaires et apparaissent comparables au type I et II des sites suisses. Dans deux cas, les deux extrémités sont percutées de façon plus ou moins couvrantes ; dans les autres cas, une seule surface est affectée par les traces de percussion. Les outils sont de taille plus importante que ceux du type I avec des masses allant de 0,374 à 0,874 kg, pour des longueurs de 7,6 à 11,3 cm. Les surfaces actives sont planes ou facettées, attestant d'utilisation en percussion lancée perpendiculaire ou oblique. L'intensité des utilisations est aussi plus importante que pour le type I, et a engendré des éclatements. La présence de plusieurs surfaces actives ainsi que le degré d'utilisation, plus important, témoigne d'une utilisation plus prolongée que pour le type I. L'aspect des surfaces actives est aussi différent. Elle est plus ou moins fine en fonction de la matière première utilisée. Dans le premier cas, il s'agit de quartzite à grain fin assez compact alors que dans le second cas, il s'agit de grès, de quartz et de quartzite à grains moyens. Ces différences dues à la qualité de roches distinctes pourraient aussi témoigner de différences fonctionnelles et donc d'une sélection de matières premières selon l'utilisation de l'outil et de la matière travaillée.

Le type III (*fig. 5, n°3*) se limite à un seul objet. Il s'agit d'un bloc de quartzite à grain fin de forme sphérique avec une face plane. Ce type s'apparente au type IV des sites suisses. Cet outil a un diamètre d'environ 7,6 cm pour une masse de 0,5 kg. Des impacts de percussions relativement fins recouvrent tout le pourtour de l'objet et semblent, en négatif, témoigner de l'emplacement de la main qui employait l'outil. Les surfaces actives sont facettées et attestent d'une utilisation en percussion lancée oblique. L'importance des traces de percussions couvrant tout le pourtour de l'objet ainsi que leurs aspects facettés témoignent d'un degré d'utilisation assez important à l'image des outils du type II.

Le type IV est représenté par un seul objet se distinguant des autres par sa forme très allongée ainsi que sa masse plus importante. Il s'agit d'un bloc de quartz de forme ovalaire et de section lenticulaire mesurant 25,8 cm de long pour une masse de 3.2 kg. Les traces de percussion se concentrent sur une des extrémités et ont engendré d'importants enlèvements attestant probablement de la violence des chocs mais aussi d'une utilisation en percussion lancée perpendiculaire. La morphologie générale de l'objet ainsi que sa masse incite à y voir, plus que pour les autres types, un outil employé à deux mains.

3.2. Les supports de frappe

Deux supports de frappe ont été identifiés. Le premier (*fig. 5, n°4*) est un fragment d'une plaque de forme rectangulaire et de section sub-ovalaire en calcaire blanc. Sa longueur conservée est 5,9 cm pour une largeur de 5,6 cm et une épaisseur de 2,7 cm. La masse est de 0,152 kg. L'objet est une plaque naturelle, sans mise en forme, mais portant sur la surface supérieure des traces de percussion assez lâches attestant de son utilisation comme support de frappe dont l'utilisation a, probablement, été très occasionnelle et opportuniste.

Le second objet (*fig. 5, n°5*) est un éclat de calcaire blanc, probablement engendré par la frappe d'un percuteur sur une enclume dont il serait issu, dit 'fracture en split'. Le talon de l'éclat étant horizontal et non oblique, l'objet semble s'être détaché par accident 'cassant' un éclat périphérique de l'enclume en calcaire posé sur un élément dur qui ne correspondrait ni à du bois, ni au sol donc en toute vraisemblance à une autre pierre. L'enclume a donc une épaisseur supérieure à la longueur de l'éclat c'est-à-dire 8,5 cm.

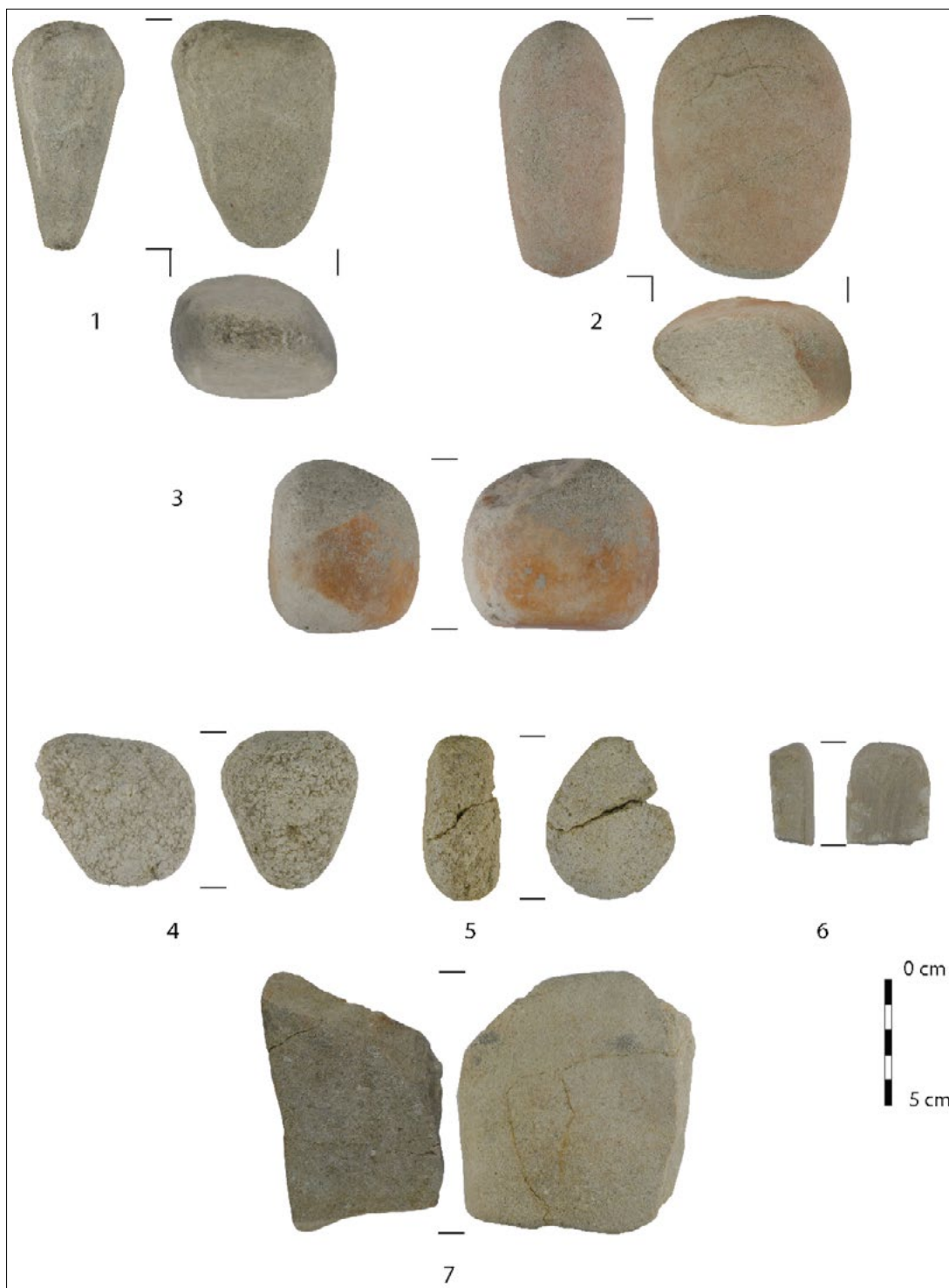


Fig. 5. Exemple d'objets lithiques de l'atelier de bronzier.

Il y aurait donc au moins deux enclumes en calcaire blanc de taille différentes, une d'environ 2,7 cm d'épaisseur et une seconde dont l'épaisseur avoisinerait les 9 cm.

3.3. Les outils abrasifs (ou polissoirs, lissoirs)

Les outils abrasifs ne suscitent souvent que peu d'intérêt et restent, de ce fait, assez méconnus ; ils ont cependant une fonction importante au sein d'un atelier lié à la métallurgie. Les plus souvent étudiés, correspondent aux objets présentant une rainure et interprétés comme des outils abrasifs

à mains destinés à abraser des épingles en os, en métal, voire des objets en pierre (Ribaux, 1986, 99 ; Leuvrey, 1999, 82).

Souvent présentés dans la littérature sous le terme de ‘ polissoir ‘ (Ribaux, 1986, 99 ; Leuvrey, 1999, 82) voire ‘ lissoir ‘ (Baudais et Puiz, 2003, 208), nous lui préférons cependant le terme d’outil abrasif qui nous apparaît mieux les définir. La difficulté de nommer ces objets rend surtout compte de la difficulté à leur attribuer une fonction précise et de les situer au sein de différentes chaînes opératoires concernant différentes matières. Si la fonction d’outil employé sur le métal est souvent envisagée (Leuvrey, 1999, 82), ils ont cependant pu intervenir pour la production d’objet en os voire en pierre.

La fonction d’un outil abrasif est de régulariser un objet (os, métal, pierre) par un enlèvement de matière qui peut être plus ou moins important. Un outil de ce type se caractérise donc par ses qualités abrasives qui dépendent de la granulométrie de la matière première employée. Plus la taille des grains constituant une roche sera fine et plus le travail d’abrasion sera fin. À l’inverse, une granulométrie importante sera utilisée dans un travail plus grossier qui enlèvera plus de matière, travail qui se situe souvent en début de chaîne opératoire du travail d’abrasion notamment en métallurgie.

On compte sept outils abrasifs à main et probablement un fixe. Trois outils sont confectionnés sur des blocs de grès, un sur un bloc de basalte, un autre sur un bloc de granite et le dernier à partir d’une roche litée grise à grains très fins. Aucun outil ne porte de rainure, les traces d’usures se présentent sous la forme de plage, plus ou moins, polies situées sur une ou plusieurs faces. À l’exception d’un outil complet, tous les outils présentent un degré de fracturation important qui rend délicat la détermination de la morphologie générale de l’outil et donc de sa fonction précise. Au sein du corpus, trois niveaux de granulométrie se distinguent : importante, fine et très fine.

On compte deux outils dont la granulométrie est importante (*fig. 5, n°6*). Il s’agit de deux petits blocs en grès et granite à grains grossiers et friables, ils présentent de deux à quatre plages polies. L’un adopte une forme rectangulaire, fragmenté à un angle avec une section triangulaire. Le second est trop fracturé pour en deviner la forme. Les surfaces actives sont assez réduites et de forme ovale sur le premier outil ; elles sont plus étendues et couvrent toute la surface de la face sur le second. La taille réduite des outils et des surfaces actives tend à favoriser l’image de petits outils abrasifs à main employés sur de menus objets.

On compte trois outils de granulométrie fine (*fig. 5, n°7*) et à l’image des deux outils précédents, ils ne semblent pas présenter de morphologie spécifique. Deux ont une forme sub-ovale, ils se distinguent cependant par leur épaisseur assez fine pour l’un et plus importante pour le second. Le dernier outil, en revanche, présente un état très fragmentaire dont il est impossible de déterminer la morphologie générale. Les plages polies recouvrent les faces de façon assez couvrantes et ont donné sa forme ovale à l’un des outils qui présente des plages sur les faces mais également sur les bords. À l’image des outils à granulométrie assez grosse, ces outils abrasifs à mains de petites tailles semblent plutôt destinés à de petits objets.

Le dernier outil abrasif à main possède une granulométrie très fine (*fig. 5, n°8*). Il se présente sous la forme d’une petite plaque de forme et de section sub-rectangulaire. L’objet est incomplet et fracturé dans le sens transversal. Il mesure actuellement 3,9 cm de longueur conservée pour 3,1 cm de largeur et une épaisseur de 1,4 cm, sa masse est de 0,33 kg. Les traces d’utilisation se présentent sous la forme d’une plage couverte par un léger poli lustrant la face supérieure de l’objet. La roche utilisée est grise litée à grains très fins qui incite à voir l’objet comme un outil utilisé à la fin de la chaîne opératoire de la métallurgie, par exemple pour aiguiser une lame ou entretenir son fil.

L'outil abrasif fixe correspond à une plaque de grès à grains fins très fragmentée d'une masse de 1 kg (fig. 5, n°9). La surface active se présente sous la forme d'une surface lisse concave couvrant toute la partie supérieure. L'outil n'est pas s'en rappeler les polissoirs mentionnés par J.-M. Leuvrey (Leuvrey, 1999, pl. 84-85), étant donné sa masse, il est préférable d'y voir un outil fixe en opposition aux autres outils abrasifs probablement à main.

3.4. Objet indéterminé

Le dernier artefact est un fragment d'objet indéterminé en basalte. Actuellement de forme trapézoïdale, il mesure 4,3 cm de longueur pour une largeur de 4,3 cm et une épaisseur de 2,2 cm, la masse est de 0,74 kg. Il subsiste un bord ainsi qu'une partie des deux faces qui ont le même poli. L'objet semble donc se présenter sous la forme d'une plaque de basalte polie bombée sur une face et dont au moins un bord serait droit avec des angles bien marqués.

3.5. Synthèse sur l'outillage présent dans l'atelier

L'étude du corpus de Montélimar Rue du Bouquet met en lumière la difficulté d'identifier un outillage lithique spécifique à la métallurgie même au sein d'une zone dédiée à cette activité. À première vue, rien ne semble différencier l'outillage de l'atelier de l'outillage à vocation domestique tel qu'il se présente sur d'autres sites ou aucun atelier ne semble avoir été identifié clairement. Cependant, il arrive que des outils dits 'domestiques', comme des meules, se rencontrent dans des zones à vocations artisanales. Dans tous les cas, l'outillage utilisé en percussion à Montélimar se démarque complètement des outils utilisés pour déformation plastique des métaux (dinanderie ou orfèvrerie) tel qu'ils apparaissent par exemple dans le dépôt de Gévelard (Thevenot, 1998). Ce qui n'apparaît pas très surprenant puisque l'activité de déformation plastique sur tôle semble assez réduite voire inexistante sur le site de Montélimar. Il est probable que la déformation plastique devait se limiter à un traitement de surface des objets en alliage cuivreux.

On retiendra néanmoins la présence de deux voire trois supports de frappe de taille différente. Le premier, de taille très réduite, semble n'avoir eu qu'une utilisation occasionnelle et rien n'est certain pour les autres qui sont dans un état trop fragmentaire. Mais l'éclat apparaît témoigner de la présence d'un support de frappe de taille plus important. Enfin, le dernier a pu être utilisé comme outil abrasif et/ou support de frappe.

Les percuteurs se divisent en 4 types. A partir de la morphologie, il semble très difficile de distinguer des outils utilisés dans le cadre de la métallurgie ; c'est pourquoi, la différence est peut-être à rechercher au niveau du choix de la roche employée. Et, en effet, on note une préférence pour les roches à grains fins dans les environs de l'atelier alors qu'ils sont absents dans le reste de la fouille.

Le site de Montélimar se positionne bien comme une référence mais c'est probablement en comparant avec d'autres sites, ayant également des traces d'activités métallurgiques et/ou domestiques, qu'il sera possible d'identifier l'outillage plus spécifiquement utilisé dans le cadre de la métallurgie et de le positionner précisément au sein des chaînes opératoires du métal.

4. Les autres objets lithiques hors zone d'atelier

4.1. Les outils percuteurs

En dehors de l'atelier de bronzier localisé, d'autres secteurs de la fouille ont livré des artefacts particuliers pouvant se rapporter à l'activité métallurgique. Quatre sont des outils percutants. Leur forme et taille permet de les classer dans le type III de l'atelier de métallurgiste. Ces objets se trouvent systématiquement associés à des éléments de coulées ou à côté d'objets en bronze. Leur morphologie est assez caractéristique et se démarque de tous les autres percuteurs observés jusqu'à présent dans les zones d'habitat des sites voisins ou même dans ce site. Ils sont tous en

quartzite à grains fins, ce qui laisse supposer que les propriétés mécaniques et physiques de cette roche rentrent probablement en compte, et lui attribue de ce fait une fonction spécifique, dans une des étapes de la chaîne opératoire de production du bronze. Leur forme générale est circulaire, à sub-circulaire, avec des sections longitudinales ovalaires. Les dimensions sont comprises, pour les longueurs, entre 8,3 et 9,5 cm, pour les largeurs entre 8 et 9 cm, pour des épaisseurs entre 4,5 et 6,3 cm. Les masses varient entre 0,6 et 0,98 kg. Des impacts de percussions très fins recouvrent le pourtour de la pièce. Seule une extrémité et les deux flancs les plus larges sont bruts, témoignant ainsi de l'emplacement de la main. Les surfaces actives sont facettées, ce qui atteste la percussion lancée oblique et un degré d'utilisation assez important. Ils ont tous subis un traitement thermique, ce qui modifie les propriétés mécaniques de la quartzite par évaporation de l'eau des pores : la diminution de la porosité va augmenter la dureté de la roche, mais va provoquer une diminution de la ténacité ce qui la rend plus facile à tailler et ainsi mettre en forme la surface de travail.

Leur présence quasi systématique près d'objets en bronze, le choix de la roche, leur degré d'utilisation ainsi que le traitement thermique, semblent indiquer que ces outils se distinguent de simples percuteurs en grès, comme on pourrait les trouver sur des sites d'habitat n'ayant pas livré de traces de production métallique. Il en existe sur le site de Cham-Oberwil, Hof canton de Zug en Suisse (Gnepf Horisberger, Hammerle 2001), par exemple, où il ne semble pas y avoir de trace de pratique de métallurgie (mais peut-être a-t-elle disparue ?). Ils y apparaissent également dans plusieurs cas à proximité d'objets en bronze achevés tel que des épingles ou des anneaux. Sur le site de Hauterive-Champréveyres, où cette fois-ci, la production métallique est attestée, ils semblent avoir souvent été découverts associés aux meules et ont été, de ce fait, interprétés comme des broyeurs, molettes voire bouchardes (Leuvrey, 1999, 45). Néanmoins, J.-M. Leuvrey remet en question cette interprétation jugée trop rapide, mais sans réellement proposer une nouvelle utilisation.

Ces différents points nous inciteraient à y voir des outils dont l'utilisation pourrait entrer dans le cadre de la chaîne opératoire de la métallurgie, sans que cela puisse être, avec certitude, confirmé et précisé. De plus amples recherches et probablement des expérimentations pourraient assurément permettre de mieux appréhender ces outils.

Un cinquième outil a été classé à part tant par sa matière première, une roche métamorphique indéterminée hétérogène à éléments de feldspath anguleux gris et quartz, que par sa morphologie sphérique. Son diamètre est de 5,8 cm pour une masse de 0,32 kg. Il a été probablement utilisé en percussion lancée perpendiculaire. En effet, l'ensemble de la pièce est percuté créant ainsi des petits impacts esquilleux irréguliers. Si son emploi reste probablement singulier, il faut toutefois rester prudent quant à l'attribution de ce type d'outil à un domaine d'activité domestique ou artisanale.

Situés systématiquement à côté de plusieurs gouttes de bronze dont une grosse coulée ou d'objets en bronze multiples bien datés, ces outils ont été attribués au Bronze final IIa, et sont donc bien contemporains de l'atelier de métallurgiste. Situé parfois à plus de 100 m de l'atelier clairement identifié et fouillé finement ; il semble donc que nous soyons bien en présence d'un fossile directeur permettant d'identifier un atelier de bronzier. Cela vient appuyer l'hypothèse d'outil discriminant auquel on peut attribuer une fonction spécifique dans une des étapes de la chaîne opératoire de production du bronze et renforcer ainsi le fait que le site comporte certainement plusieurs ateliers de bronziers se trouvant en dehors de la zone de prescription.

4.2. divers

Une fusaiöle a été mise à jour dans le niveau de sol d'une des deux zones d'habitat à quelques mètres d'un bâtiment. Cette pièce en calcaire fin de couleur beige mesure 4 cm de diamètre pour une épaisseur de 1,4 cm. La masse globale est de 0,042 kg. Elle présente sur tout son pourtour, de petites incisions obliques bien marquées d'1 cm de long. Elles sont parallèles les unes aux autres

et débordent légèrement sur le flanc où elles s'élargissent de 0,1 cm à 0,3 cm. La face opposée n'est pas ornée. Il s'agit probablement de la face tournée vers le sol. La présence de cette fusaiole est importante car cela indique la présence d'un atelier de tissage. Dans le même secteur, une seconde a été retrouvée, en céramique.

Dans le secteur de l'atelier analysé, une petite lame d'herminette en éclogite a été retrouvée. Bien entendu, elle n'a pas été taillée au Bronze final, ni même à l'âge du Bronze tout court. Cependant, deux éléments sont troublants : premièrement, sa matière première rend probable son origine dans les Alpes italiennes, du côté du Mont Viso. Hors le Mont Viso se trouve à quelques kilomètres seulement des mines de Saint Véran et les coulées de cuivre de l'atelier se trouve à quelques mètres de cette petite herminette. Deuxièmement, plusieurs exemples sont connus qui associent ce type d'objets et de la paléoméallurgie : certaines de ces haches sont retaillées pour être utilisées comme outil de travail du bronze : en marteau, en enclumette, en lame, en polissoir. Autre théorie, certaines de ces haches sont parfois utilisées en supposée pierre de touche (associées à de l'or). Hors, juste à côté (donc toujours près de l'atelier), un petit fragment de plaque découpé, en or a été retrouvé. Tout cela donne une impression d'un atelier métallurgique multi-usage avec un champ étendu de spécialisation des artisans qui y sont associés.

Conclusion

A Montélimar Rue du Bouquet, au Bronze final IIa, à deux exceptions près, les éléments de moulins sont toujours associés à des zones domestiques : grâce au niveau de sol conservé, on peut voir que les éléments de mouture sont systématiquement proches des bâtiments mais toujours à l'extérieur de ceux-ci. Dans un des deux cas, la mouture se trouve près d'un bâtiment mais également dans une zone de travail, peut-être une cour. Le sol, près de la maison, contenait des éléments de céréales, dans les mêmes zones que les éléments de moutures. Les céréales sont composées de blé et d'orge vêtue.

On trouve même des éléments de galettes carbonisées dans un foyer de la maison proche, démontrant bien que l'on a toute la séquence de transformation des céréales en farine puis en galettes.

Les autres objets appartenant à l'outillage lithique mettent en lumière un matériel spécifique lié à des ateliers de métallurgistes. Que ce soit les différents types d'outils de percussions, les supports de frappes et les outils abrasifs, on remarque que les objets étudiés sont spécifiques et qu'ils se concentrent autour de la zone de combustion observée, formant ainsi une véritable chaîne opératoire. On remarque aussi que, plus que la matière première, c'est la granulométrie spécifique des différents éléments qui distingue ce corpus et semble avoir orienté le choix des artisans de l'âge du Bronze.

En ce qui concerne les formes, l'outillage utilisé en percussion se démarque complètement des outils utilisés pour la déformation plastique (dinanderie ou orfèvrerie) des métaux, tels qu'ils apparaissent dans le dépôt de Génelard, par exemple, ce qui n'apparaît pas très surprenant puisque l'activité de déformation plastique sur tôle semble assez réduite voire inexistante à Montélimar : plusieurs supports de frappe de taille différente ont été identifiés mais ils sont de petites tailles.

Les percuteurs se divisent en 4 types définis. Le type III, en particulier, pourrait être caractéristique de ces ateliers de bronzier. Il se démarque des autres percuteurs observés jusqu'à présent dans ce secteur géographique. Trois percuteurs de type III ont été découverts dans l'atelier et quatre autres dans le reste de la fouille. Leur situation, en dehors de l'atelier repéré dans un niveau de sol également attribué au Bronze final II, et retrouvé près de plusieurs gouttes de bronze et éléments de coulées plus importantes, ou, dans un autre secteur, près d'objets en bronze bien datés, permet de penser que l'atelier de métallurgiste dépasse le seul cadre du secteur repéré à l'origine. Cela vient appuyer à la fois l'hypothèse d'outils discriminants auxquels on peut attribuer une fonction

spécifique dans une des étapes de la chaîne opératoire de production du bronze mais aussi démontrer le fait que le site comporte certainement plusieurs ateliers de bronziers se trouvant en dehors de la zone de prescription.

Le site de Montélimar se positionne comme une référence dans l'analyse et la définition des ateliers de paléoméallurgie du bronze (voir du métal en général puisqu'on y travaille aussi l'or). C'est probablement en comparant avec ceux d'autres sites ayant également des traces d'activités métallurgiques et/ou domestiques qu'il sera possible d'identifier l'outillage plus spécifiquement utilisé dans ce cadre et de le positionner précisément au sein des chaînes opératoires du métal. L'étude du matériel lithique en est un premier exemple qui sera complété par d'autres types d'études d'objets comme les outils en alliages cuivreux où des analyses physico-chimiques plus poussées.

Bibliographie

- Barge, H., Ancel, B., Rostan, P., and Guendon, J.-L. (1998). La Mine des Clausis à Saint-Véran (Hautes-Alpes) : exploitation et aire de réduction du minerai de cuivre d'époque préhistorique. In C. Mordant, M. Pernot and V. Rychner, eds, *L'atelier du bronzier en Europe du XXe au VIIIe siècle avant notre ère : du minerai au métal, du métal à l'objet (Tome II). Actes du colloque international 'Bronze 96', Neuchâtel et Dijon, 4-9 mars 1996*. Paris : CTHS, pp. 71-82.
- Baudais, D., and Puiz, V. (2003). *Prez-vers-Siviriez 'La Montaneire' : Un habitat de l'âge du Bronze dans le Glâne*. Fribourg : Éditions Universitaires Fribourg Suisse.
- Blanchet J.-C. (1984). *Les premiers métallurgistes en Picardie et dans le Nord de la France*. Paris : Société préhistorique française.
- Blanchet, J.-C., and Talon, M. (1987). L'Éperon barré du 'Camp de César' à Catenoy (Oise) à l'âge du Bronze final : premiers résultats. In J.-C. Blanchet, ed., *Les relations entre le continent et les îles britanniques à l'âge du Bronze, Actes du 22ème congrès Préhistorique de France, Lille, 2-7 septembre 1984*. Amiens : Société préhistorique française/Revue archéologique de Picardie, pp. 119-210.
- Caparros, T., Nallier, R., Franel, Y., Guy, H., and Gleize, M.-F. (2010). Un ensemble exceptionnel de vestiges métallurgiques de l'âge du Bronze final à Aubervilliers (Seine-Saint-Denis). *Bulletin de l'Association pour la promotion des recherches sur l'âge du Bronze*, 10, pp. 38-50.
- Carozza, L., Mille, B., Bourgarit, D., Rostan, P., and Burens, A. (2011). Mine et métallurgie en haute montagne dès la fin du Néolithique et le début de l'âge du bronze : l'exemple de Saint-Véran en Haute-Queyras (hautes-Alpes, France). In: *Atti della XLIII riunione scientifica: L'età del Rame in Italia: dedicata a Gianna Bailo Modesti, Bologna, 26-29 novembre 2008*. Firenze: Istituto italiano di preistoria e protostoria, pp. 151-155
- Gnepf Horisberger, O., and Hämmerle, S. (2001). *Cham-Oberwil, Hof (Kanton Zug). Befunde und Funde aus der Glockenbecherkultur und der Bronzezeit*. Basel: Schweizerische Gesellschaft für Ur- und Frühgeschichte.
- Hamon, C., and Blanchet, S. (2015). Le macro-outillage lithique sur les sites de l'âge du Bronze armoricain. Quelques hypothèses fonctionnelles pour aborder la notion d'artisanat. In S. Boulud-Gazo and T. Nicolas, eds, *Artisanats et productions de l'âge du bronze, Actes de la journée de la Société préhistorique française, 8 octobre 2011*. Nantes : Association pour la promotion des recherches sur l'âge du Bronze et Société préhistorique française, pp. 63-82.
- Klag, T., Koenig, M.-P., and Thiériot, F. (2013). Typo-chronologie de la céramique du Bronze final en Lorraine : premiers éléments de synthèse. In W. Leclercq and E. Warmenbol, eds, *Échanges de bons procédés. La céramique du Bronze final dans le nord-ouest de l'Europe. Actes du colloque international, Bruxelles, 1-2 octobre 2010*. Bruxelles : CREA-Patrimoine, p. 111-144.
- Leuvre, J.-M. (1999). *Hauterive-Champréveyres, 12. L'industrie lithique du Bronze final, étude typotechnologique*. Neuchâtel : Musée Cantonal d'archéologie.
- Mélin, M. (2016) (ed.). *Aubervilliers (Seine-Saint-Denis). Rue Saint-Denis, Rue du Port, Rue du Chemin-Vert. Un atelier de bronzier du Bronze final IIb-IIIa, Rapport final d'opération, Arkémine et SRA Île-de-France, Beaumont-lès-Valence*.
- Mohen, J.-P., and Bailloud, G. (1987). *L'âge du Bronze en France - 4, La vie quotidienne : les fouilles du Fort Harrouard*. Paris : Picard.
- Ribaux, P. (1986). *Cortailod-Est, un habitat du Bronze final, 3. L'homme et la pierre*. Saint-Blaise : éditions du Ruau.

- Thevenot, J.-P. (1998). Un outillage de bronzier : le dépôt de la Petite-Laugère à Gévelard (Saône-et-Loire, France). In C. Mordant, M. Pernot and V. Rychner, eds, *L'atelier du bronzier en Europe du XXe au VIIIe siècle avant notre ère : du minerai au métal, du métal à l'objet (Tome II). Actes du colloque international 'Bronze 96', Neuchâtel et Dijon, 4-9 mars 1996*. Paris : CTHS, pp. 123-143.
- Willms, C. (1980). *Die Felsgesteinartefakte der Cortaillod-Schichten*. Berne: Staarlicher Lehrmittelverlag.

Technologie des matériaux lithiques : l'outillage lithique utilisé en métallurgie de transformation pendant La Tène

Maxence Pieters¹

1 : Centre ardennais de recherche archéologique, 26 rue du Petit Bois 08000 Charleville-Mézières

maxence.pieters@archeocara.fr

Résumé :

L'utilisation de la pierre pour la fabrication d'outils métallurgiques n'est pas une évidence au vu de la technologie actuelle. Le grand nombre d'outil en pierre pendant La Tène suscite donc des questions. L'analyse des propriétés mécaniques des matériaux lithiques mises en rapport avec la fonction des outils permet de mieux comprendre la maîtrise technique du matériau et l'importance de son emploi dans le domaine de la métallurgie.

Mots-clés :

OUTILS, PIERRE, MÉTALLURGIE, SUPPORTS DE FRAPPE, ABRASIFS, PROPRIÉTÉS MÉCANIQUES, LA TÈNE.

Abstract:

The use of stone for the manufacture of metallurgical tools is not obvious in view of current technology. The large number of stone tools during La Tène period therefore raises questions. The analysis of the mechanical properties of lithic materials related to the function of the tools makes it possible to better understand the technical mastery of the material and the importance of its use in the field of metallurgy.

Key words:

TOOLS, STONE, METALLURGY, STRIKE SUPPORT, ABRASIVES, MECHANICAL PROPERTIES, LA TÈNE.

L'outillage lithique utilisé pour la transformation des métaux est abondant au second âge du Fer (Pieters, 2013). À l'aune de la métallurgie contemporaine, cette utilisation de la pierre peut sembler étonnante. Toutefois, en élargissant le champ d'observation, on remarque que des métallurgies traditionnelles, en Afrique (Brown, 1995) ou au Népal (Mirimanoff et Demierre, 2004) par exemple, continuent d'utiliser la pierre ou l'ont abandonnée très récemment, comme au Togo (communication orale Séverin Bakrobena Lebarama). Elle est également restée utilisée en France jusqu'à la fin du XIX^e siècle pour les supports de frappe, en complément des outils en fer et en acier (Boyé et Boyé, 2007), et de manière exclusive pour les abrasifs au moins jusqu'au premier tiers du XIX^e siècle (Landrin, 1835).

L'utilisation de la pierre en sois n'est pas discutable, mais sa supplantation progressive par d'autres matériaux semble mettre en évidence ses limites. On peut donc légitimement s'interroger sur l'intérêt de l'utilisation de la pierre dans la chaîne opératoire métallurgique. La question se pose différemment suivant la catégorie fonctionnelle envisagée, suivant que la pierre est utilisée comme matériau exclusif ou non. Nous focaliserons notre propos sur les deux principales catégories fonctionnelles qui emploient la pierre et par ailleurs les mieux documentées : les supports de frappe et les abrasifs.

Outil	Masse (g)	Fonction technique	Matériau	Propriétés du matériau
Martyr	13	Se déformer pour protéger le métal	Plomb	Ductilité
Martyr	15	Se déformer pour protéger le métal	Plomb	Ductilité
Martyr	18	Se déformer pour protéger le métal	Plomb	Ductilité
Tas carré	77	Forgeage	Fer	Dureté, résilience
Étampe	90	Estampage	Fer	Dureté, résilience
Enclume légère bigorne	117	Forgeage, pliage	Fer	Dureté, résilience
Tas ordinaire	1 018	Forgeage	Fer	Dureté, résilience
Table à main	518	Forgeage	Rhyolite	Dureté
Enclume légère	2 830	Forgeage	Rhyolite	Dureté
Matrice ordinaire	7 880	Emboutissage	Granite	Dureté
Enclume ordinaire	14 860	Forgeage	Rhyolite	Dureté
Matrice lourde	57 030	Cintrage	Rhyolite	Dureté
Enclume lourde	57 000	Forgeage	Grès quartzitique	Dureté, résilience
Marbre	86 000	Réglage	Grès micacé	Litage

Fig. 1. Tableau comparatif des supports de frappe de Bibracte.

1. De pierre ou de métal : les supports de frappe

En France, les plus anciens supports de frappe métalliques connus, les enclumes de forme Porcieu-Ambagnieu, ne sont pas antérieurs au Bronze moyen (Pieters, 2013). Ils marquent une importante étape technique, avec l'apparition d'une alternative aux supports de frappe lithiques. Toutefois, l'utilisation des cuproalliages, puis du fer, ne fait pas disparaître les outils en pierre. Au second âge du Fer, la documentation archéologique révèle un équilibre entre l'utilisation de la pierre et du métal. L'*oppidum* de Bibracte (France, Nièvre) a livré probablement le plus important corpus de supports de frappe de La Tène, dans lequel sont représentés tous les types d'outils identifiés à l'heure actuelle, dont certains ne sont connus que sur ce site. Sur 14 supports de frappe certains issus des fouilles modernes, sept sont en pierre et sept en métal (fer et plomb). Pourquoi une telle variété de matériaux ? La réponse à cette question nécessite une analyse technique précise des outils et de leurs matériaux. Nous avons retenu ici cinq critères : le type d'outil, sa fonction technique, sa masse, qui constitue le principal critère d'analyse des supports de frappe (Pieters, 2017), le matériau et ses propriétés (fig. 1).

1.1. Les matériaux

Sur le site de Bibracte, deux métaux sont utilisés pour la fabrication des supports de frappe : le fer et le plomb, réservé à la réalisation de martyrs. Les ressources lithiques sont à peine plus variées, avec trois matériaux : la rhyolite, le granite et le grès quartzite.

Il est difficile, en l'état de nos connaissances, d'identifier la provenance exacte des métaux employés à Bibracte, mais les ressources locales et l'existence de sites d'extraction et d'élaboration à proximité permettent de supposer un approvisionnement à peu de distance (Berranger, 2014). Les ressources lithiques sont mieux connues. La rhyolite et le granite sont présents sur le massif du Mont Beuvray (Landois, 2013). Le grès quartzite n'est pas présent, mais la provenance du bloc utilisé comme enclume lourde a pu être localisée sur la commune d'Alleray (Côte-d'Or), à 40 km de distance à vol d'oiseau (communication orale François Boyer). L'utilisation d'une pierre aussi éloignée du site, qui dispose pourtant de ressources lithiques, utilisées par ailleurs pour la fabrication d'autres supports de frappe, est révélatrice d'un fort investissement dans ce matériau. Dans le contexte d'un atelier, seule la recherche de propriétés particulières peut expliquer cet investissement.

1.2. Propriétés des matériaux

Les supports de frappe fonctionnent par répercussion. Le choc de l'outil de percussion est renvoyé et le métal est pris entre deux forces contraires : l'énergie cinétique du percuteur et l'inertie du répercuteur. L'inertie du support de frappe est directement liée à sa masse, suivant la formule $F = m \cdot g$, où F est la force appliquée au corps, m sa masse et g l'accélération agissant sur le corps.

En dehors de la masse, deux caractéristiques des matériaux employées sont nécessaires : la résistance à la déformation, pour conserver une surface de bonne qualité et la résistance à la fracturation, pour conserver l'intégrité de l'outil. Suivant le type de matériau, métallique ou lithique, les approches divergent légèrement.

1.2.1. Les matériaux métalliques

La résistance à la déformation et la résistance aux chocs correspondent pour les métaux à deux mesures de grandeur, utilisées quotidiennement en métallurgie : la dureté et la ténacité. Il est difficile d'envisager des mesures sur le mobilier archéologique. Les essais de dureté Brinell, Vickers et Rockwell utilisant la mesure de la déformation de la surface sous la pression d'un poinçon ne peuvent être envisagés, du fait de la corrosion qui modifie les propriétés mécaniques des surfaces. Les essais de ténacité, basés sur la destruction d'une éprouvette, sont bien entendu hors de question. Néanmoins, les propriétés mécaniques des métaux sont suffisamment bien connues pour proposer des fourchettes de mesures (Dupeux, 2005).

Dans le cas des métaux employés à Bibracte, fer et plomb s'opposent nettement. Le fer est un matériau dur et tenace et le plomb est très résilient mais ductile. L'utilisation de métaux aux propriétés si différentes s'explique aisément si on la place en regard de la fonction des outils.

Le plomb est exclusivement employé pour la fabrication de martyrs. Ces outils sont destinés à se déformer sous le choc pour protéger une pièce en cours de fabrication. Les traces visibles à leur surface indiquent qu'ils étaient utilisés pour le rivetage de petits rivets à tête hémisphérique.

Au contraire, les supports de frappe en fer, tas, enclume légère et estampe, sont destinés à la déformation plastique du métal. Leur surface doit donc résister à la déformation. Elle est toute relative d'après les traces d'utilisation visibles : à l'exception du tas B986-5-13-355, tous ces outils présentent des tables de frappe déformées par les chocs répétés (*fig. 3a*). Sans doute le résultat d'une faible aciération du métal.

L'exemple des outils de Bibracte est intéressant car il montre l'utilisation de matériaux spécifiques suivant les fonctions des objets. Il est également révélateur des limites de l'utilisation d'un fer peu aciéré qui engendre des déformations à la surface des outils. Elles peuvent aller jusqu'à la rupture, comme ce qui peut être observé sur l'enclume plus tardive de Jouars-Pontchartrain (France, Yvelines) (Rebière *et al.*, 1995).

1.2.2. Les matériaux lithiques

La résistance à la déformation et la résistance aux chocs des matériaux lithiques nécessitent une approche légèrement différente.

La résistance à la déformation correspond à la dureté du matériau considéré dans son ensemble et non pas à l'échelle de ses différents constituants, puisque la force s'exerce sur une surface et non sur un point. La méthode de mesure la plus appropriée est sans doute l'essai Brinell, basée sur la mesure d'une empreinte (diamètre S) laissée dans le matériau par un poinçon sphérique placé sous une charge connue (P) : $Hb = P/S$ (Bénard *et al.*, 1991). La forme du poinçon augmente la surface de contact avec la pierre et compense le problème de l'hétérogénéité de la pierre. Cette méthode, peu

Matériau	État de surface	
	Surface active	Corps
Granite	Non déformée	Fracturation
Rhyolite	Peu déformé	Fissuration ou fracturation
Grès quartzite	Très déformé	Non altéré
Grès micacé	Non déformée	Non altéré

Fig. 2. Tableau de comparaison des états de surface des supports de frappe de Bibracte.

destructive, peut éventuellement être employée sur un outil original, en dehors de la partie active qui porte les traces d'utilisation.

La résistance à la rupture sous un choc correspond à la résilience du matériau. Cette notion est plus appropriée que celle de ténacité, qui correspond à un étirement de la matière au-delà de sa limite élastique. Le problème de la mesure de la résilience est qu'elle est destructive et nécessite la réalisation d'une éprouvette, ce qui implique d'identifier au préalable la source du matériau.

Les matériaux lithiques présentent également des propriétés mécaniques différentes, comme nous le révèlent les marques d'utilisation sur les outils (fig. 2). Les matériaux locaux (granite, rhyolite) présentent des surfaces non déformées ou avec des déformations peu importantes, sous forme d'impacts ou d'éclats de faible épaisseur. Au contraire, le grès quartzite présente une surface déformée par les impacts successifs, la matière s'étant écrasée sous les chocs. L'éclatement des surfaces indique une plus grande dureté ; elle est confirmée par l'examen du corps des supports de frappe. Les outils en granite ou rhyolite sont systématiquement fissurés ou fracturés. Les chocs ont donc outrepassé la résilience du matériau qui s'est brisé. A contrario, le grès quartzite a conservé son intégrité, malgré une longue utilisation attestée par de multiples surfaces d'utilisation.

Cette résistance particulière est certainement la cause de l'acquisition d'un matériau aussi éloigné du site. Elle peut être mise en perspective avec la fonction de l'outil. Il s'agit d'une enclume lourde, destinée à la forge de pièces de forte épaisseur, d'où probablement la nécessité d'un matériau moins fragile que ceux disponibles sur place.

Le marbre en grès micacé doit être considéré à part. Le matériau n'offre qu'une faible résistance mécanique, mais ne porte pas de traces d'impacts. Ce phénomène s'explique par sa fonction : l'outil ne subit pas de chocs, sa surface parfaitement dressée sert à vérifier la planéité des pièces fabriquées. Ce grès micacé utilisé possède une propriété intéressante : l'outil présente des micas horizontaux dans le plan de la surface.

Celle-ci correspond à un joint de banc et les micas attestent d'une sédimentation dans une eau très calme, engendrant un dépôt en niveaux parfaitement horizontaux. Cette particularité permet de dégager naturellement une surface parfaitement plane en suivant les joints de banc (communication orale François Boyer).

Comme pour le métal, il est possible d'expliquer le choix d'un matériau lithique par rapport à la fonction de l'outil. Ce phénomène est révélateur d'une bonne connaissance des ressources lithiques dans l'environnement du Mont Beuvray.

1.3. Analyse fonctionnelle

Comme nous venons de le voir, les matériaux utilisés pour la réalisation de supports de frappe présentent une certaine variabilité de propriétés mécaniques, même en raisonnant au sein d'un groupe de matériaux, métal ou pierre. Si ce premier examen permet de mieux comprendre les sélections de matériaux au sein de ces deux groupes, reste à expliquer les raisons du choix du

métal et de la pierre pour des outils aux fonctions similaires. Un certain nombre d'outils en métal ou en pierre possèdent des fonctions qui ne trouvent pas de comparaison dans la seconde famille de matériaux. C'est le cas des martyrs en plomb et du marbre en grès micacé, ce qui s'explique par les propriétés spécifiques de leurs matériaux, sans équivalent dans la seconde famille de matériaux. Les autres outils ont pour principale fonction le forgeage ou l'emboutissage/estampage et autorisent donc une étude comparative (fig. 3a, 3b).

Parmi les supports de frappe destinés au forgeage, deux individus se distinguent par des fonctions particulières. Le premier est l'enclume légère bigorne, utilisée pour forger et plier le métal. Cette seconde fonction explique la présence des deux cornes carrées. Cette structure particulière est impossible à réaliser en pierre, trop fragile. Le second individu est la table à main, réalisée en rhyolite, sans équivalent en métal et qui constitue pour le moment un unicum. Conçue pour être introduite dans une pièce de chaudronnerie pour un travail de forgeage par l'extérieur, le choix du matériau pourrait s'expliquer par sa masse volumique moins importante (2,6 contre 7,86), qualité appréciable pour un outil de taille importante tenu à la main.

Les autres supports de frappe utilisés pour le forgeage possèdent de simples tables planes, de dimensions variables. Si leurs fonctions sont similaires, on observe une nette différence dans leurs structures. Les outils en métal sont systématiquement de petite taille. Les dimensions des tables de travail varient de 20x19 mm à 60x36 mm, contre 160x160 mm à 405x309 mm pour les outils lithiques. L'examen de la masse est à l'avenant : 0,77 à 1,018 kg pour les outils en fer et 2,830 à 57,030 kg pour les supports de frappe en pierre.

Ce premier constat semble démontrer que le choix du matériau est lié à la taille de l'outil, puisque suivant ce critère les deux groupes ne se recoupent pas. Il existerait une limite haute à la fabrication des outils en métal, au-delà de laquelle la pierre serait utilisée. Néanmoins, des découvertes extérieures au site de Bibracte incitent à relativiser cette première interprétation. Sur le site des Béliers (France, Pas-de-Calais), une occupation rurale de La Tène C-D, une enclume en fer en tronc de pyramide, d'une masse de 6,5 kg (Lacalmontie, 2016), démontre un recoupement partiel de la variable masse entre les outils en métal et en pierre. Si ce constat n'invalide pas totalement l'hypothèse précédente, comment expliquer la concurrence de deux matériaux pour des outils comparables ?

D'autres arguments doivent être invoqués. Si la tradition technique peut expliquer la permanence d'une technique obsolète, la coexistence de l'utilisation des deux matériaux sur le même site ne la rend pas plausible dans le cas qui nous occupe ici. Deux explications peuvent être avancées. La première est économique : le métal plus efficace, mais plus cher, pourrait être remplacé par la pierre. La seconde explication, technique, nous est fournie par l'ethnographie. Les forgerons traditionnels kenyans expliquent privilégier les outils en pierre pour leur moindre conductivité thermique (Brown, 1995).

Le cas des supports de frappe révèle une situation complexe, où la pierre constitue la seule solution technique accessible pour la fabrication de certains outils, mais également une solution de remplacement, ou un choix pour d'autres. En tout état de cause, elle révèle une bonne connaissance des propriétés mécaniques des roches dans l'environnement immédiat du site, mais également à une certaine distance. Il existe une véritable sélection des roches suivant la fonction de l'outil. Cette situation est très différente de celle des abrasifs, autre grande catégorie d'outils lithiques, où l'usage de la pierre est quasi exclusif.

2. Les abrasifs : un champ technique complexe

Par définition, un abrasif est une matière minérale dure et tranchante capable par frottement sous pression de provoquer un enlèvement de matière. En dehors de la pierre brute, seule la céramique

est utilisée, de manière marginale d'après l'état des données. Dans ce cas de figure, la question des raisons techniques de l'utilisation de la pierre ne se pose pas dans les mêmes termes que pour les supports de frappe. Elle revient à questionner les raisons du choix des matériaux lithique identifiés.

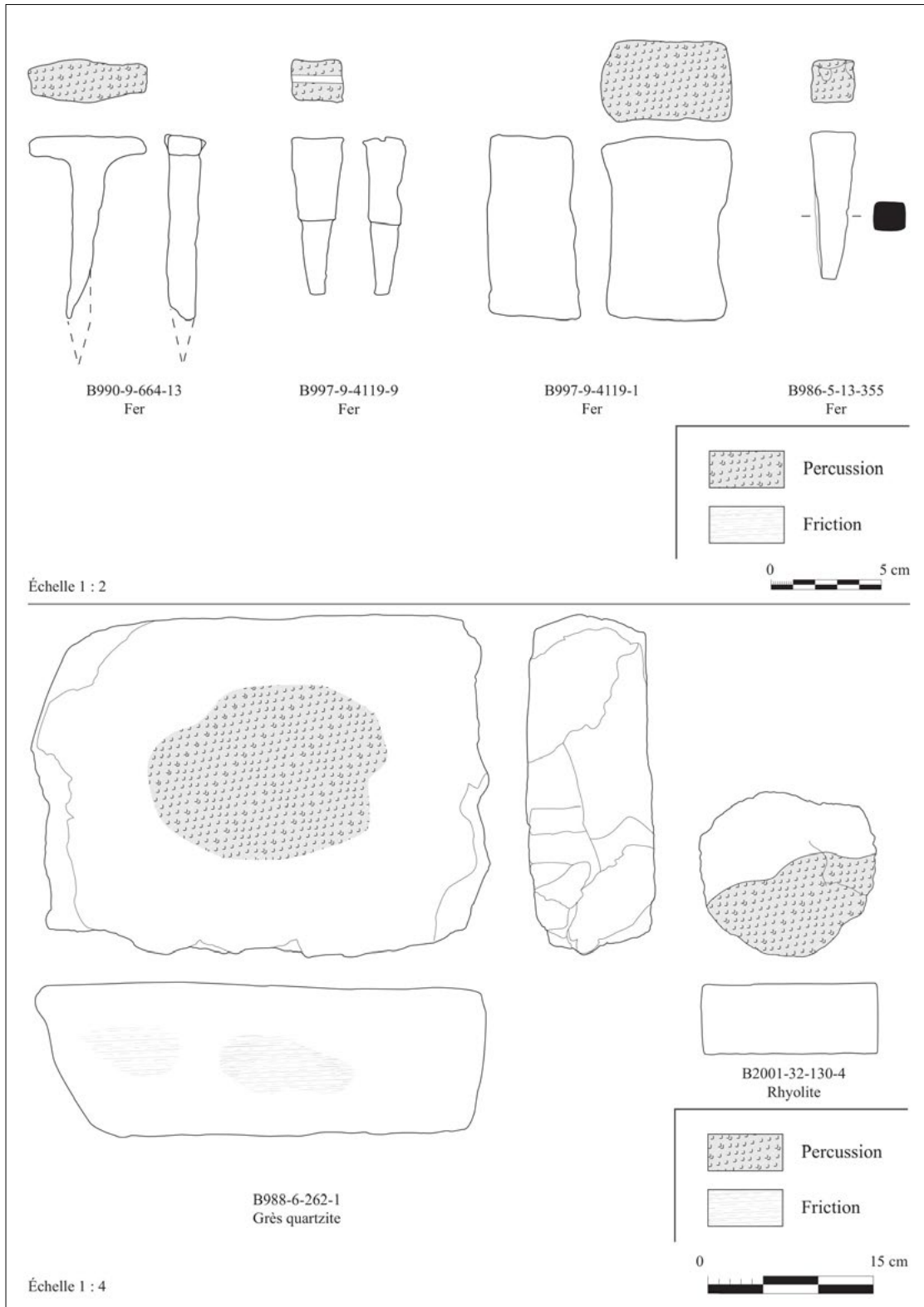


Fig. 3a. Supports de frappe en métal et en pierre provenant du site de Bibracte (DAO Maxence Pieters).

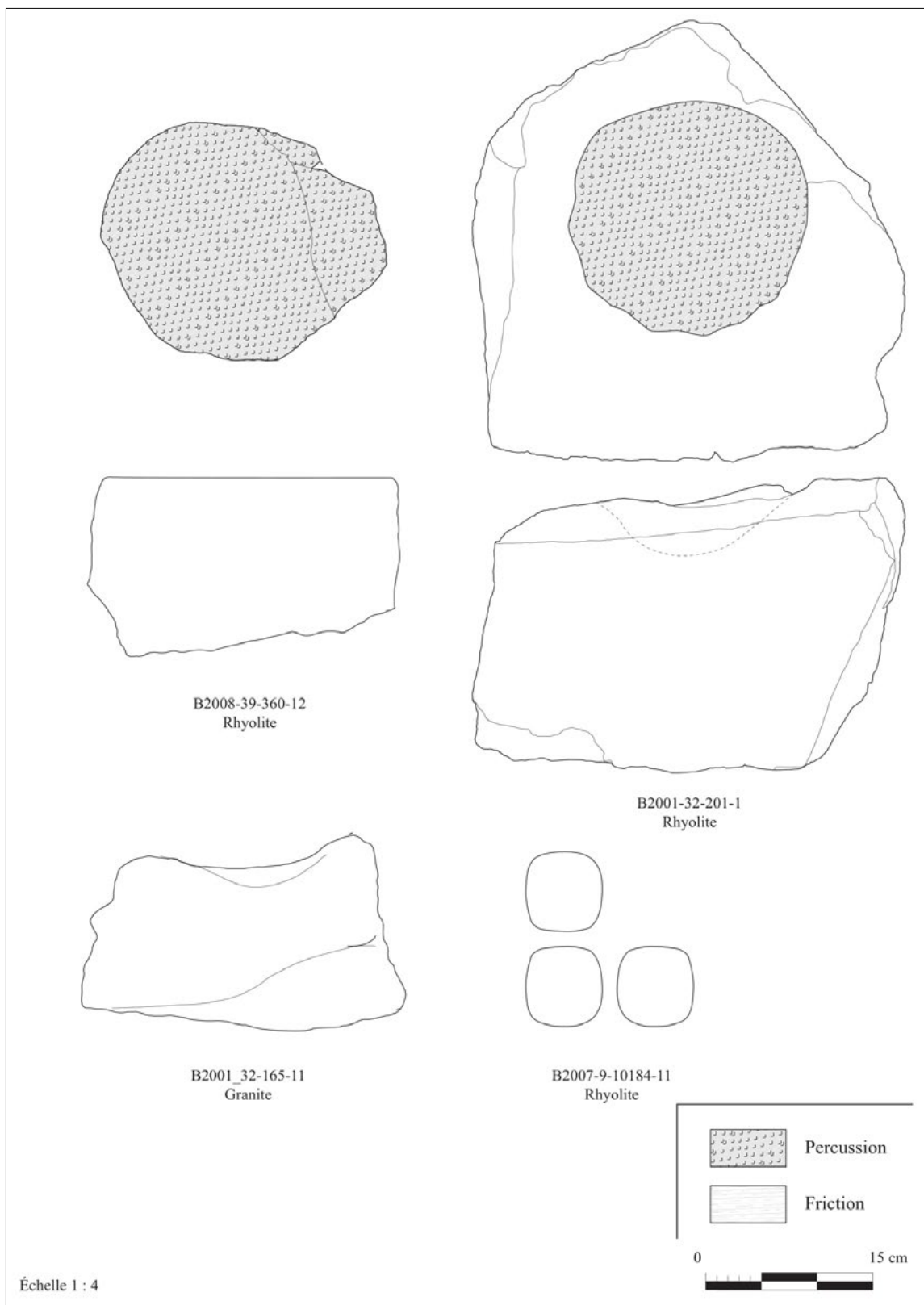


Fig. 3b. Supports de frappe en métal et en pierre provenant du site de Bibracte (DAO Maxence Pieters).

2.1. Les ressources lithiques

Les fouilles récentes et anciennes de Bibracte ont livré un total de 63 outils abrasifs, incluant les outils d'aiguisage. L'identification lithologique effectuée par François Boyer a mis en évidence une

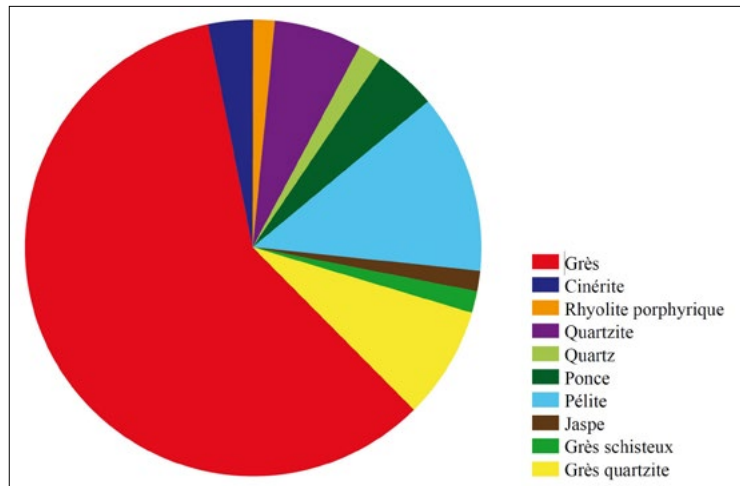


Fig. 4. Variabilité des roches employées comme abrasif sur le site de Bibracte.

dizaine de roches (fig. 4). À l'exception de la rhyolite porphyrique, utilisée pour un unique outil peu usé, aucune de ces roches n'est présente sur le Mont Beuvray. Si des affleurements de grès ont été identifiés (Landois, 2013), ses caractéristiques sont totalement différentes de celles du grès utilisé comme abrasifs, qui correspond aux grès rhétiens des environs d'Autun. Les autres roches n'ont pu être localisées précisément, mais peuvent provenir d'une grande distance puisque la source la plus proche pour la pierre ponce est située en Auvergne.

Cette première approche des matériaux lithiques employés démontre que l'utilisation des roches relève d'une véritable sélection, puisque des multiples ressources lithiques présentes sur le Mont Beuvray une seule roche est employée et seulement de manière marginale. Comprendre cette sélection nécessite d'analyser les propriétés mécaniques des roches.

2.2. Analyse des propriétés mécaniques des roches

L'analyse des propriétés mécaniques des roches change en fonction du point de vue employé. Géologues et ingénieurs civils proposent des approches différentes en fonction de leurs problématiques. Les premiers analysent la roche à l'échelle du massif et les seconds au niveau de l'interaction entre la roche et les moyens mécaniques d'excavation. Nous avons choisi d'adopter un troisième point de vue, celui des concepteurs d'abrasifs. L'objectif est d'adapter leurs critères d'analyse à celle des roches.

Les abrasifs modernes se présentent sous différentes formes : abrasifs libres, en pâte, encollés (sur papier ou toile) et abrasifs agglomérés. Ces derniers sont les plus proches de la forme des outils lithiques. Plusieurs critères permettent de caractériser ces abrasifs (Norton, 2007) :

- la nature de l'abrasif, qui détermine sa dureté
- la taille des grains, qui conditionne la finesse du rendu de surface
- le degré d'ouverture de l'abrasif (écartement des grains), dont dépend l'encrassement de l'abrasif
- la nature de l'agglomérant
- le grade qui correspond à la cohésion des grains dans l'abrasif.

Ces critères sont plus ou moins aisés à transcrire sur le mobilier lithique. La nature de la roche permet de déduire la nature des grains et du ciment (équivalent à l'agglomérant) pour le cas des roches sédimentaires. La notion de taille des grains pose d'autres problèmes. L'hétérogénéité des grains dans un matériau, par exemple un grès, peut être gérée en considérant que la plus grande taille de grain constitue le grain de la roche (Santallier *et al.*, 2002). Toutefois, le ciment possède également des propriétés abrasives qu'il est nécessaire de prendre en compte. Le grade est une notion plus facile à transcrire. Le degré d'ouverture semble moins pertinent, les roches étant en général des matériaux compacts, à quelques exceptions près, comme les basaltes ou la pierre ponce.

Faute de solution de mesure normalisé, nous avons mis en place une solution empirique, basée sur quatre critères :

- la nature de la roche
- le grain, codé de 1 à 7 (le plus fin)
- le grade, codé de A à I (le plus élevé)
- l'ouverture : ouvert pour les matériaux vacuolaires (o) ou fermé (f)

2.3. Analyse fonctionnelle

Le système de classification des abrasifs met en évidence une importante variabilité des qualités d'abrasifs au sein d'un même type de roche (fig. 5). Ce phénomène ne signifie pas nécessairement de multiples origines des matériaux, mais une sélection au sein d'un même gîte dans différentes zones (Schneider, 2002). Deux cas de figures sont envisageables : un ramassage au hasard dans la ' carrière ' ou une réelle sélection des blocs. La récurrence des qualités et les différences notables de grain et de grade observés entre les abrasifs proprement dits et les outils d'aiguisage nous font pencher pour la seconde hypothèse.

Cette variabilité, ne peut s'expliquer que par la nécessité de disposer de qualités d'abrasifs différentes en fonction de besoins spécifiques. L'expérimentation mise en perspective grâce aux données fournies par les fabricants d'abrasifs permet de mieux comprendre les raisons techniques du choix des matériaux.

Abrasif	NMI	Aiguisage	NMI
Cinérite/6/G/f	1	Cinérite/3/F/f	1
Grès/3/D/f	5	Cinérite/4/G/f	1
Grès/3/E/f	3	Grès/3/D/f	1
Grès/4/E/f	2	Grès/3/E/f	1
Grès/4/F/f	7	Grès/4/F/f	2
Grès/5/D/f	3	Grès/5/D/f	2
Grès/5/E/f	2	Grès/5/E/f	2
Grès/5/F/f	3	Grès/5/F/f	5
Grès/6/G/f	2	Grès/5/G/f	1
Pélite/7/E/f	4	Grès/6/F/f	2
Ponce/5/B/f	3	Jaspe/6/I/f	1
Quartz/1/H/f	1	Pélite/5/F/f	1
Rhyolite/1/H/f	1	Pélite/7/E/f	2
		Pélite quartz/6/H/f	1
		Quartzite/6/I/f	3
		Quartzite/7/I/f	1

Fig. 5. Variabilité des qualités d'abrasifs observées sur le site de Bibracte selon la fonction.

2.3.1. Protocole expérimental

Le protocole expérimental mis en place devait répondre à une question simple : les différents matériaux employés comme abrasifs sont-ils utilisés de manière indifférenciée ou sont-ils adaptés à un travail particulier ? Pour répondre à cette question, il était nécessaire de croiser plusieurs types d'abrasifs avec plusieurs types de matériaux. La principale contrainte dans l'élaboration du protocole était la difficulté de disposer des différents types de matériaux documentés sur le site de Bibracte, faute d'en connaître la provenance. Nous avons donc utilisé les deux seuls matériaux facilement accessibles : le grès rhétien de l'autunois (grès/3/E) et la céramique (céramique/5/B), en l'occurrence la panse d'amphore. Le choix des matériaux s'est porté sur deux métaux aux propriétés mécaniques relativement éloignées : un acier doux et le laiton.

Le processus d'abrasion a été réalisé à la main, selon un mouvement longitudinal alternatif, d'avant en arrière, en utilisant l'eau comme mouillant. L'inconvénient de cette démarche est l'irrégularité du mouvement, tant en termes de geste que de pression exercée. Un processus mécanisé aurait été plus précis, mais n'a pas pu être utilisé ici. Il sera mis en place lors d'une prochaine expérimentation développée à plus large échelle.

2.3.2. Résultats

Le travail sur l'acier doux montre une différence toute relative entre le grès et la céramique. Le rendu final est similaire : la surface a été entièrement usée par l'abrasif avec un rendu assez fin, mais relativement éloignée d'un poli (fig. 6). Les abraseurs ont conservé leur efficacité, sans encrassement constaté. La perte de matière sur les outils a été relativement importante. L'abraseur

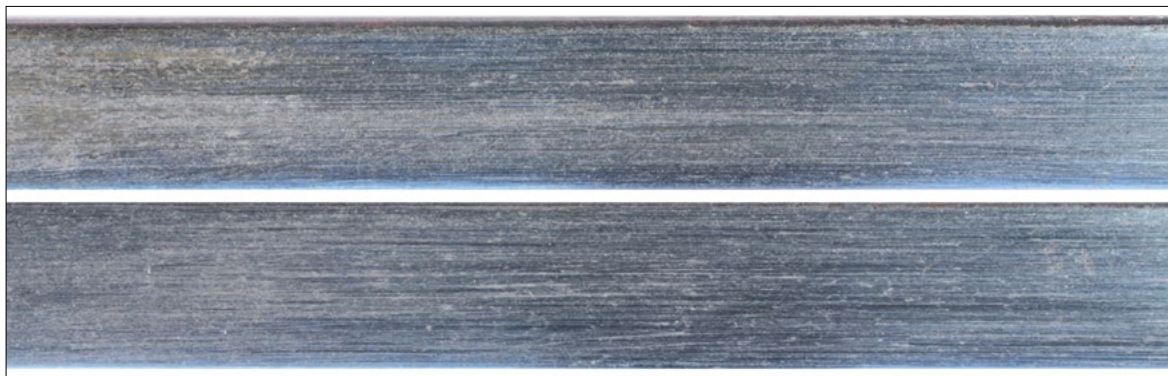


Fig. 6. Comparaison de l'état de surface de l'acier doux après abrasion au grès (a) et à la céramique (b) (photographie Maxence Pieters).

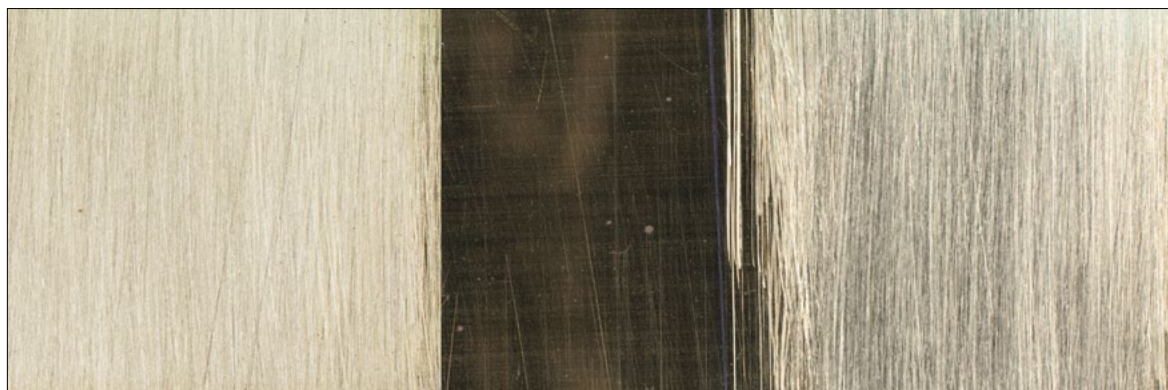


Fig. 7. Comparaison de l'état de surface du laiton après abrasion à la céramique (a) et au grès (b) (photographie Maxence Pieters).

céramique a toutefois nécessité un temps de travail plus long, l'outil ne possédant pas un mordant suffisant. Sur la tôle de laiton, l'efficacité du grès est nettement plus faible (fig. 7). Le grès perd progressivement de son mordant, réduisant son efficacité. La perte de matière de l'outil est faible, voire inexistante. Au contraire, le travail avec la céramique s'est révélé particulièrement efficace. La couche d'oxyde a été rapidement supprimée. La poursuite du travail a montré que l'abraseur en céramique conservait son mordant tout au long de l'opération, contrairement au grès de l'expérimentation précédente. L'usure de l'abraseur est modérée, mais plus importante que celle de l'exemplaire en grès. Si la différence de qualité du rendu de surface de la seconde expérimentation n'est pas surprenante, du fait de la différence de grain des abrasifs, la faible efficacité du grès peut surprendre. Elle s'explique par l'absence d'usure du grès, du fait de son grade élevé, dont les grains se sont émoussés sans se renouveler, au contraire de la céramique. Ce phénomène est bien connu dans la technologie des abrasifs (Norton, 2007), mais ne peut être compris sans tenir compte des différentes propriétés du matériau.

Conclusion

La pierre est un matériau complexe, du fait de sa structure et la nécessité de mettre en place des protocoles d'études innovants pour mieux analyser ses propriétés et ainsi les raisons du choix des matériaux au sein d'un domaine technique donné. L'approche présentée ici, qui n'en est qu'à ses prémices, montre l'intérêt d'une analyse technique la plus fine possible du matériau. Elle permet de mieux comprendre les raisons de son utilisation et révèle que, derrière les 'cailloux', se cache une grande maîtrise des propriétés mécaniques des roches et ce à une large échelle puisque les circuits d'approvisionnement peuvent concerner une vaste aire géographique. Il est nécessaire, dans un avenir proche, de dépasser l'approche empirique présentée ici et de mettre

en place des protocoles d'analyse des matériaux calibrés et reproductibles. L'utilisation d'outils de mesure, comme le rugosimètre, pourrait apporter des solutions, à condition que leur accès puisse se démocratiser et qu'ils puissent être utilisés à large échelle. Cette approche des propriétés mécaniques des roches peut être élargie à d'autres catégories fonctionnelles, notamment celle des outils de broyage, pour mieux comprendre le fonctionnement des outils et décrire leurs états de surface.

Bibliographie

- Bénard J., Michel A., Philibert J., and Talbot J. (1991). *Métallurgie générale*. Paris : Masson.
- Berranger M. (2014). *Le fer, entre matière première et moyen d'échange, en France, du VIIe au Ier siècle avant J.-C. Approches interdisciplinaires*. Dijon : éditions universitaires de Dijon.
- Boyé É., and Boyé J.-P. (2007). *Enclumes et bigornes anciennes*. Saint-Martin de la Lieue : éditions du cabinet d'expertise.
- Brown J. (1995). *Traditional Metalworking in Kenya*. Oxford: Oxbow Books.
- Dupeux M. (2005). *Aide-Mémoire science des matériaux*. Paris : Dunod.
- Lacalmontie A. (2016). L'occupation du second âge du Fer à Brebières (Pas-de-Calais), un habitat rural standardisé ? In G. Blancquaert and F. Malrain, eds, *Évolution des sociétés gauloises du Second âge du Fer, entre mutations internes et influences externes*. Amiens : Société préhistorique française/Revue archéologique de Picardie 30, pp. 133-146.
- Landois R. (2013). *Les ressources lithiques employées sur l'oppidum de Bibracte (Mont Beuvray, Bourgogne) : synthèse et reconnaissance sur le terrain*. Dijon : Université de Bourgogne.
- Landrin M. H. (1935). *Manuel du coutelier. Traité théorique et pratique de l'art de faire tous les ouvrages de coutellerie*. Troyes : Imprimerie De Cardon.
- Mirimanoff A., and Demierre M. (2004). Les forges traditionnelles au Népal. In G. Vincent, ed., *Bibracte, rapport annuel d'activité 2004*. Glux-en-Glenne : Bibracte.
- Norton (2007). Saint-Gobain. Catalogue [en ligne]. Conflans: Saint-Gobain, 2007: service.escapenet.ch/publisher/pictures/256/261557/nortoncatalogue2007-complet.pdf. [consulté le 13 mai 2013]
- Pieters M. (2013). *Les outils comme traceurs des activités de transformation du métal ? Supports de frappe, abrasifs et brunissoirs, outils d'aiguisage et outils de Bronyage*. Dijon : Université de Bourgogne.
- Pieters M. (2017). L'outillage lithique en contexte de transformation des métaux. *Méthodologie et perspectives*. *Archéopages*, 44, pp. 76-85.
- Rebière J, Rémy P., Guillot I., and Benoit P. (1995) Les enclumes tas gallo-romaines : le cas de JouarsPontchartrain. In P. Benoît and P. Fluzin, eds, *Paléoméallurgie du fer et cultures. Symposium International du Comité pour la sidérurgie ancienne*. Belfort : Vulcain, pp. 501-508.
- Santallier D., Caron V., Gisclon J.-L., Jautée É., and Rantsordas S. (2002). Les qualités mécaniques des matériaux lithiques utilisés pour la confection du matériel de broyage et de mouture. *Réflexions préliminaires*. In H. Procopiou and R. Treuil, eds, *Moudre et Broyer. I Méthodes*. Paris : CTHS, pp. 15-29.
- Schneider J.S. (2002). Milling toll design, stone textures, and function. In H. Procopiou and R. Treuil, eds, *Moudre et Broyer. I Méthodes*. Paris : CTHS, 2002, pp. 31-53.

Auteurs

Authors

Abbès Frédéric

Archéorient, Maison de l'Orient et de la Méditerranée, UMR 5133, Lyon, France
E-mail : frederic.abbes@mom.fr

Angevin Raphaël

Conservateur du patrimoine,
Service régional de l'archéologie,
DRAC Auvergne-Rhône-Alpes,
UMR 7041-ArScAn – équipe VEPMO,
mission archéologique française de Mari
E-mail : raphael.angevin@culture.gouv.fr

Arteaga Carlos

Universidad Autónoma de Madrid
E-mail : carlos.arteaga@uam.es

Boutoille Linda

Queens University Belfast (QUB)
E-mail : l.boutoille@qub.ac.uk

Conati Barbaro Cecilia

Sapienza University of Rome,
Department of Classics
E-mail : cecilia.conati@uniroma1.it

Cusseran-Néré Sylvie

Institut National de Recherches Archéologiques Préventives (INRAP), UMR 8215- Trajectoires
INRAP 6-10 rue Jean Bertin, BP 18, 26901
Valence cedex 9, France
E-mail : sylvie.cusseran-nere@inrap.fr

Gurova Maria

Prehistory Department, National Institute of Archaeology with Museum, Bulgarian Academy of Sciences
E-mail : maria.gurova@naim.bg

Liesau von Lettow-Vorbeck Corina

Universidad Autónoma de Madrid
E-mail : corina.liesau@uam.es

Manclossi Francesca

Centre de Recherche Français à Jérusalem
E-mail : francesca.manclossi@gmail.com

Marchand Florine

Université Libre de Bruxelles, Belgique
E-mail : fmarchan@ulb.ac.be

Montagné Marie-Philippine

Aix Marseille Université, CNRS,
Ministère de la Culture, LAMPEA, UMR 7269,
Aix-en-Provence, France
E-mail : marie.philippine.montagne@gmail.com

Moscone Daniele

Sapienza University of Rome,
Department of Classics
E-mail : daniele.moscone@uniroma1.it

Néré Eric

Institut National de Recherches Archéologiques Préventives (INRAP), UMR 8215- Trajectoires
E-mail : eric.nere@inrap.fr

Ortiz Nieto-Márquez Irene

Universidad Autónoma de Madrid
E-mail : ireneonm@gmail.com

Pieters Maxence

Centre ardennais de recherche archéologique
26 rue du Petit Bois 08000 Charleville-Mézières
E-mail : maxence.pieters@archeocara.fr

Ríos Mendoza Patricia

Universidad Autónoma de Madrid
E-mail : patricia.rios@uam.es

Rousseau Lolita

UMR 6566 CReAAH ' Centre de Recherche en Archéologie, Archéosciences et Histoire ',
Rennes, France
E-mail : lolita.rousseau@hotmail.fr

Vosges Jérémie

Archéorient, Maison de l'Orient et de la Méditerranée, UMR 5133, Lyon, France
E-mail : jeremie.vosges@laposte.net

Session XXXIV-6 of the XVIII UISPP World Congress (4–9 June 2018, Paris, France): 'Stone in Metal Ages' was divided in two parts. The first, 'Late stone talks: Lithic industries in Metal Ages', was concerned with knapping. The papers dealt with lithic technology, use-wear analyses and the relation between the decline of stone and the development of metallurgy. The second, 'Let there be rock and metal: l'outillage en pierre des métallurgistes préhistoriques de la mine à l'atelier', was designed for papers focussing on stone tools used for metallurgy. This publication combines these two parts. Despite the fact that metal took the place of stone in many spheres, the analysis of lithic products created during the Metal Ages has seen progressive development. Objects and tools made of flint, chert and other stone materials remain important components of the archaeological record, and their study has offered new perspectives on ancient societies. Not only have many aspects of the everyday life of ancient people been better understood, but the socioeconomic and cultural systems associated with the production, circulation and use of stone tools have offered new information not available from other realms of material culture.

Francesca Manclossi defended her doctoral thesis in 2016 in a joint program between the University of Paris Ouest Nanterre- La Défense and the Ben-Gurion University of the Negev. Her researches focus on the protohistoric lithic industries of the Near East, and on the shift from stone to metal. Francesca is currently a post-doctoral fellow at the Ben-Gurion University of the Negev and she is affiliated at the Centre de Recherche Français de Jérusalem.

Florine Marchand is a PhD student in archaeology at Université Libre de Bruxelles (Belgium). Her PhD research is focused on the lithic technology and use-wear analyses of the Bronze Age lithic industries from Tell Arqa (Akkar Plain, North Lebanon). She is part of an experimental archaeology team investigating the pressure techniques with the collaboration of Archéorient of Jalès (Casteljau-et-Berrias, France).

Linda Boutoille obtained her PhD from the University of Burgundy, Linda held a Marie Skłodowska-Curie Fellowship and subsequently a Royal Irish Academy Research Grant, based at Queen's University Belfast. Her main research interests lie with both the technological and organisational aspects of prehistoric craft activities, and of Bronze Age metalwork production in particular. Her work is also concerned with the ritual side of prehistoric craft activities and with the symbolic roles of craftspeople in prehistoric societies.

Sylvie Cousseran-Néré is an archaeologist of the French National Archaeological Research Institute (Inrap). Specialized in lithic macro-tools she is affiliated at the Research Team UMR 8215 – 'Trajectoires' of the CNRS and the University of Paris I, Panthéon-Sorbonne. She obtained her PhD in Prehistory, Archeology, History and Civilizations of Antiquity and the Middle Ages at the University of Provence, Aix-en Provence. Her research on the origin of lithic materials began in 2001 with the publication of her thesis on the origin of quartz in the Alps by using the analysis of fluid inclusions.