



**HAL**  
open science

# Expérimenter le travail du cuivre au Néolithique égéen : la fabrication des "ring-idols" (6ème-4ème millénaires av. n.è.)

Valentine Martin

## ► To cite this version:

Valentine Martin. Expérimenter le travail du cuivre au Néolithique égéen : la fabrication des "ring-idols" (6ème-4ème millénaires av. n.è.). Bulletin de l'APERA, 2021, 1, pp.73-92. hal-03835224

**HAL Id: hal-03835224**

**<https://hal.science/hal-03835224>**

Submitted on 31 Oct 2022

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



Distributed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License



DÉCEMBRE 2021

N°1

# Le Bulletin de l'APERA

EXPÉRIMENTONS LA PROTOHISTOIRE  
DIALOGUES INTERDISCIPLINAIRES

Actes de la 3<sup>ème</sup> Journée Thématique de l'APERA  
4 juin 2021, Institut d'Art et d'Archéologie, Paris

*Bulletin de l'APERA*, revue annuelle de l'Association Pour l'Expérimentation et la Recherche Archéologique créée en 2021.

**Directrice éditoriale :**

Valentine Martin

**Bureau de l'APERA :**

Présidente : Valentine Martin

Vice-Président : Valentin Loescher

Trésorier : Thomas Lagane

**Comité éditorial :**

Paul Bacoup

Julia Bude

Bénédicte Fabre

Rosalie Jallot

**Comité de relecture :**

Paul Bacoup

Julia Bude

Bénédicte Fabre

Rosalie Jallot

Valentin Loescher

Romarick Payen

Marie Ramelet

Russell Webb

© APERA et auteurs 2021

Publié par APERA, association loi 1901  
03 rue Michelet, 75005 Paris

ISSN : 2804-9276

Revue en ligne gratuite

Numéro mis en ligne le 21 décembre 2021

Numéro mis à jour le 15 janvier 2022

L'APERA est une association étudiante créée en 2014 et rattachée à l'Université Paris 1 Panthéon-Sorbonne. Retrouvez toutes nos activités et publications sur le site de l'association : <https://apera.hypotheses.org/>

Contactez le bureau de l'APERA : [association.apera@gmail.com](mailto:association.apera@gmail.com)

Contactez le comité éditorial du Bulletin de l'APERA : [bulletin.apera@gmail.com](mailto:bulletin.apera@gmail.com)

Bulletin de l'APERA, n° 1

# EXPÉRIMENTONS LA PROTOHISTOIRE DIALOGUES INTERDISCIPLINAIRES

Actes de la 3<sup>ème</sup> Journée Thématique de l'APERA,  
4 juin 2021, Institut d'Art et d'Archéologie, Paris

sous la modération de Haris Procopiou (Prof. Univ. Paris 1)



décembre 2021

# SOMMAIRE

## AVANT-PROPOS

Mot du président fondateur.....	5
L'APERA en 2021 : rétrospective .....	6
Les Journées thématiques de l'APERA de 2016 à 2021.....	8

## INTRODUCTION

L'expérimentation : passé, présent, futur. <i>Haris Procopiou</i> .....	13
--	----

## MOBILIER LITHIQUE ET ARCHITECTURE MÉGALITHIQUE

Expérience de fabrication de meules et de molettes va-et-vient en grès de la Serre (Jura). <i>Luc Jaccottey, Cécile Monchablon et Klet Donnart</i> .....	17
---	----

Comprendre les chantiers mégalithiques à partir d'un outil emblématique du Néolithique : la hache polie. <i>Phillipe Guillonnet</i> .....	37
---	----

Dresser son menhir à la mode du Néolithique de l'extraction à l'abattage : un vaste programme en étapes ! (du 5 <sup>ème</sup> au 2 <sup>ème</sup> millénaires av. n.è.). <i>Rosalie Jallot</i> .....	47
---	----

Graver les grès de Fontainebleau à l'âge du Bronze final : perspectives d'expérimentations à partir d'un nouveau corpus de l'ensemble rupestre sud francilien. <i>Alexandre Cantin</i> .....	63
--	----

## MOBILIER MÉTALLIQUE

Expérimenter le travail du cuivre au Néolithique égéen : la fabrication des « *ring-idols* »  
(6<sup>ème</sup> - 5<sup>ème</sup> millénaires av. n.è.).

*Valentine Martin* .....73

## MOBILIER EN ARGILE ET ARCHITECTURE EN TERRE

Construire en terre et en bois au 5<sup>ème</sup> millénaire avant notre ère dans le sud des Balkans. Création d'un référentiel expérimental de fragments de terre à bâtir brûlée.

*Paul Bacoup* .....93

Expérimenter le fonctionnement d'un four de potier : une question de forme.

*Claire Padovani* ..... 113

Dung and Dusted: an experimental approach to the properties of sheep dung as a pot firing fuel and identification of its use in archaeological contexts.

*Mike Copper, Gregg Griffin and Cathy Batt* ..... 123

## EXPÉRIMENTER LE TRAVAIL DU CUIVRE AU NÉOLITHIQUE ÉGÉEN : LA FABRICATION DES « *RING-IDOLS* » (6<sup>ÈME</sup> - 4<sup>ÈME</sup> MILLÉNAIRES AV. N.È.)

Valentine Martin

**Résumé :** La métallurgie se développe vers la fin du Néolithique dans le monde égéen, amenant la maîtrise de nouvelles techniques. Témoins de ces changements, des parures en métal nommées « *ring-idols* » offrent la possibilité d'observer ce type de manufacture novateur pour les populations égéennes. L'approche expérimentale présentée ici se propose de reconstituer ces procédés techniques, à l'aide d'un outillage rudimentaire attribué au 5<sup>ème</sup> millénaire av. n.è. Grâce aux chaînes opératoires ensuite identifiées, le caractère non linéaire du processus est souligné, ainsi que sa complexité.

**Mots-clés :** Néolithique, Égée, Métallurgie, Parures, Expérimentation archéologique

**Abstract:** Metallurgy developed towards the end of the Neolithic period in the Aegean world, leading to the mastery of new techniques. Witnesses of these changes, metal ornaments called “ring-idols” offer the possibility of observing this innovative type of manufacture for the Aegean populations. The experimental approach presented here aims to reconstruct these technical processes, using rudimentary tools attributed to the 5<sup>th</sup> millennium B.C. Thanks to the “*chaînes opératoires*” then identified, the non-linear character of the process is underlined, as well as its complexity.

**Key-words:** Neolithic, Aegean, Metallurgy, Ornaments, Experimental archaeology

### INTRODUCTION : LE MONDE ÉGÉEN ET L'ÉMERGENCE DE LA MÉTALLURGIE À LA FIN DU NÉOLITHIQUE

Dans le monde égéen, les populations développent l'usage de la métallurgie au Néolithique Récent (Treuil 2008, p. 60). D'un point de vue technique, cela distingue cette période des précédentes, car l'emploi du métal apporte des compétences artisanales et des savoir-faire nouveaux. Durant cette période, entre le 6<sup>ème</sup> et le 4<sup>ème</sup> millénaires av. n.è. (fig. 1), les sociétés égéennes sont plurielles, et varient autant sur le plan social et économique que stylistique et technique. Dans les régions du Nord de la Grèce, en Thrace, en Macédoine et

en Thessalie, les zones d'habitat s'étendent et se complexifient, s'établissant sur des « tells » (Reingruber 2014, p. 218). Dans les régions du Sud, en Attique et dans le Péloponnèse, l'occupation des grottes s'intensifie, tandis que le pastoralisme nomade devient une pratique courante (Demoule et Perlès 1993, p. 388). En parallèle, la Crète, les Cyclades et les nombreuses autres îles d'Égée Septentrionale jouent un rôle nouveau dans les échanges interrégionaux (Papadatos et Tomkins 2014, p. 337). Les installations humaines s'y établissent de façon pérenne et constituent désormais un lien entre les régions autour de la Mer Égée (fig. 2).

Terminologies	Néolithique Récent I	Néolithique Récent II	Néolithique Final / Chalcolithique	Bronze Ancien I
Datations (av. n.è.)	5400-5200	4800-4500	4500-3700	3700-3300

**Fig. 1** : Chronologie de l'Égée entre la fin du Néolithique et le début de l'Âge du Bronze. Crédit Treuil 2008, tab. 1, p. 31 ; Tsirtsoni 2016, tab. 1, p. 19.

Les traditions culturelles sont donc variées à la fin du Néolithique (Perlès 2017, p. 211). De plus, les populations égéennes présentent des liens étroits avec leurs voisins. Le chalcolithique balkanique exerce une forte influence en Macédoine et en Thrace, comme en témoignent les similitudes entre les installations en Bulgarie et celles du Nord de la Grèce (Tsirtsoni 2016, p. 17). À l'Est, les côtes anatoliennes sont en contact avec les îles égéennes environnantes comme Lemnos ou Chios (Hood *et al.* 1982, p. 716 ; Cultraro 2008, p. 452). Le travail du cuivre et de l'or associe également ces régions, car il émerge de façon simultanée en Égée et dans les Balkans à la fin du 6<sup>ème</sup> millénaire av. n.è. (Renfrew 1978, p. 200). La proximité de multiples gisements aurifères et cuprifères (Pernicka *et al.* 1990, p. 283), ainsi que l'assimilation de nouvelles pyrotechniques liées à la cuisson des céramiques ont pu faciliter le développement de cette métallurgie (Theocharis 1973, p. 190). À la fin du Néolithique, les populations maîtrisent également le travail de l'argent (Maran 2000, p. 185), et au début du Bronze Ancien, commencent à pratiquer l'alliage du cuivre et de l'étain (Treuil 1983, p. 160, p. 187).

L'utilisation grandissante de ce nouveau matériau est nettement visible parmi les « biens de prestige », des objets que s'échangent alors les populations au sein de réseaux particulièrement dynamiques. Ces derniers s'étendent des Balkans aux côtes anatoliennes. La présence commune de certaines parures en métal atteste de ces

contacts dans le sud-est de l'Europe (Hansen 2009, p. 20). Ces objets ont probablement été fabriqués au sein d'ateliers d'artisanat spécialisé, à l'origine d'outils, d'armes ou de parures produits dans des matières dites « exotiques » (Perlès 1992, p. 138). Parmi les parures en spondyle, les vases en pierre, les figurines et les objets en obsidienne, on trouve en effet divers artefacts en or, en cuivre ou en argent.

Toutefois, on dispose de peu de connaissances sur les techniques et l'outillage employés durant le travail du métal. Quelques éléments permettent d'identifier les étapes de la métallurgie primaire, comme les creusets découverts à Sitagroi en Macédoine orientale (Renfrew et Slater 2003, p. 312). En revanche, on identifie plus rarement des moules<sup>1</sup> ou des outils de martelage en pierre (Armbruster 2006, p. 322). Les ateliers de métallurgistes et d'orfèvres sont difficilement identifiables dans les niveaux du Néolithique, et les contextes d'origine des objets manquent de clarté. Pourtant, ces derniers permettent de témoigner du processus de manufacture. Parmi eux, les « *ring-idols* » forment un groupe de parures récurrent, caractéristique à la fois de la période et des zones géographiques présentées précédemment.

<sup>1</sup> R. Treuil affirme notamment, dans son ouvrage de 1983 sur le Néolithique et le Bronze Ancien égéens, qu'« aucun moule [...] n'a été identifié dans les régions égéennes » (p. 184). Toutefois, en 2008, un moule en terre cuite daté du Néolithique Récent a été mis au jour à Dikili Tash (Darcque *et al.* 2021, fig. 3-39 : e, p. 75-76).





Settlements (circles) and cemeteries (rectangles)  
 ● ● with C14 dates prior to the "Balkans 4000" project  
 ○ ○ without C14 dates

**Fig. 2 :** Carte de la Grèce et de la Bulgarie avec les sites du Néolithique Récent / Chalcolithique. Crédit Tsirtsoni 2016.

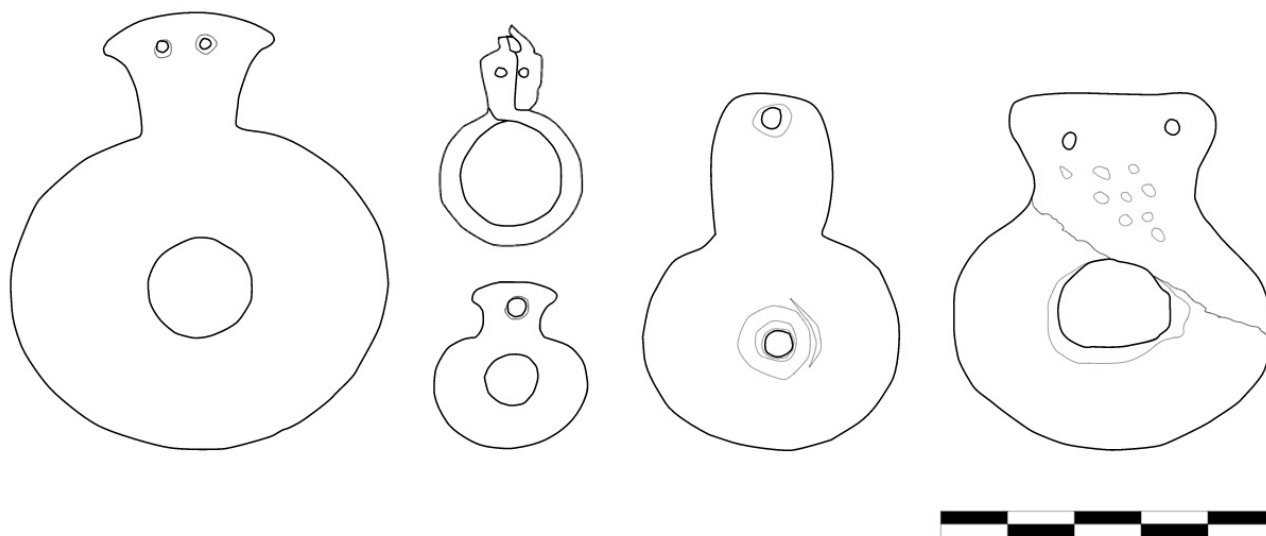
## 1. LES « RING-IDOLS » : DES OBJETS CARACTÉRISTIQUES DE LA FIN DU NÉOLITHIQUE DANS LE SUD-EST DE L'EUROPE

Les « *ring-idols* » se présentent comme des anneaux légèrement convexes, dont l'ouverture est plus ou moins large (fig. 3). Dans certains cas, il n'y a pas d'ouverture et la forme est plus proche d'un disque. L'anneau ou le disque est généralement surmonté d'une sorte d'extension, pouvant être perforée une à plusieurs fois. Elle est souvent qualifiée de « trapézoïdale » (Skafida 2008, p. 520), mais présente également d'autres formes ; triangulaire, quadrangulaire ou encore allongée. On l'interprète comme une attache ou comme un moyen de suspension (Nørgaard 2011, p. 101). En effet, ces objets sont considérés comme des parures, portées en pendentifs, en pendeloques ou comme appliques (Makay 1976, p. 279). Dans le monde égéen, le diamètre des « *ring-idols* » varie de 1 à 10 cm, leur usage a donc probablement été multiple. En outre, le nombre et la position des perforations au niveau de l'attache varie, allant de un à trois pour les exemplaires

égéens. Il arrive également que la perforation soit perpendiculaire à l'attache, comme dans le cas du pendentif en argent de Tsepi (Παντελιδου-Γκοφα 2005, p. 320). Ainsi, on peut distinguer plusieurs types de « *ring-idols* », parfois propres à certaines régions<sup>2</sup>. D'autres ont été identifiés dans les régions voisines, notamment dans la nécropole de Varna en Bulgarie, datée de 4500 av. n.è. (Gimbutas 1977, p. 45). Des exemplaires ont également été découverts en Roumanie (Berciu 1967, p. 63), en Hongrie (Makkay 1976, p. 253) et en Turquie (Zimmermann 2007, p. 27). Cela témoigne de l'étendue de la présence des « *ring-idols* » dans le sud-est de l'Europe au 5<sup>ème</sup> millénaire.

L'usage du terme « idole » pour désigner ces objets correspond à l'interprétation qu'en ont faite la plupart des chercheurs. Ils sont généralement décrits comme des formes très schématisées de personnages féminins, possiblement de femmes enceintes (Hălcescu 1995, p. 12). Considérées comme des amulettes

<sup>2</sup> C'est le cas par exemple du « groupe thessalien », lequel comprend les « *ring-idols* » des sites archéologiques de Sesklo, Pefkakia, Dimini, Platomagoules et Theopetra (Skafida 2008, p. 520).



**Fig. 3** : Groupe de « *ring-idols* » en or, pierre et argile (« Trésor Néolithique », Sesklo, Dimini, Pefkakia). Crédit V. Martin (images modifiées à partir de Δημακοπούλου 1998, p. 51, 53 et 66 ; Tsountas 1908, p. 350, fig. 291).

à la fonction apotropaïque, ces parures sont associées à des rites liés à la fécondité (Eluère 1989, p. 36 ; Ivanov 1989, p. 51 ; Todorova et Vajsov 2001, p. 66).

Les « *ring-idols* » sont fabriqués à partir de matériaux variés, aussi bien organiques que minéraux et métalliques. Toutefois, leurs productions semblent contemporaines, comme en témoignent les « *ring-idols* » de Thessalie, attribués au Néolithique Récent. En effet, l'exemplaire en or de Sesklo provient de niveaux datés de 5300-4500 av. n.è. (Tsountas 1908, p. 350). Or, sur le site voisin de Dimini et dans des niveaux similaires, un exemplaire en schiste a été découvert et daté également du Néolithique Récent (Papathanassopoulos 1996, p. 336).

Le nombre de « *ring-idols* » en métal demeure certes plus important à la fin du Néolithique, entre 4500 et 3700 av. n.è. Toutefois, cela peut être simplement lié à un usage plus fréquent de ce matériau dans la parure et l'outillage. On ne peut donc affirmer que la production de « *ring-idols* » en pierre ou en argile soit antérieure à celle des « *ring-idols* » en cuivre, en or et en argent. Cependant, il est probable que les premières parures en métal aient été conçues avec des techniques appliquées initialement à la conception de parures en pierre (Treuil 2008, p. 95 et 1983, p. 182).

Parmi les « *ring-idols* » en métal, nombreux sont ceux qui n'ont pas de contexte archéologique précis et qui demeurent des découvertes isolées. La plupart des autres proviennent de contextes domestiques, et ont été trouvés sous la forme de produits finis. Aucun exemplaire semi-fini n'a été mis au jour jusqu'alors. De même, il n'y a pas d'outils, de structures ou de déchets de production

associés directement aux « *ring-idols* ».

Pourtant, le travail du métal et la production d'objets métalliques semblent bien être des phénomènes locaux (Zachos 2007, p. 180). Au Néolithique Récent, plusieurs sites archéologiques témoignent de ces activités, comme Sitagroi ou Mandalo (Papathanassopoulos 1996, p. 143).

En outre, la fabrication d'objets en or dans les Balkans à cette même période est davantage documentée. On peut alors supposer l'emploi de techniques et d'outils similaires dans le processus de manufacture. Par exemple, à Varna, des marteaux en pierre, des ciseaux en cuivre et des lames de silex semblent avoir été utilisés pour marteler, emboutir et découper des feuilles d'or (Eluère 1989, p. 69). L'obtention et la transformation en objet d'une feuille de cuivre a probablement nécessité le même type de traitement technique (Pernicka et Anthony 2010, p. 163).

## 2. L'EXPÉRIMENTATION ARCHÉOLOGIQUE COMME APPROCHE MÉTHODOLOGIQUE

L'étude des « *ring-idols* » permet d'aborder le début du travail du métal en Grèce égéenne, puisqu'il s'agit de l'un des premiers types d'objets fabriqués en métal à cette période. Leur production, bien que variée<sup>3</sup>, demeure plus ou moins standardisée en raison de leur forme générale commune. Cela permet de définir un référentiel des techniques convoquées dans leur processus de manufacture. À plus large échelle, l'objectif est également de nous donner un premier

<sup>3</sup> Différents types ont été identifiés parmi les « *ring-idols* », d'après des critères morpho-stylistiques qui varient selon les typologies préexistantes : la forme et les dimensions de l'extension trapézoïdale (Höckmann 1969, Skafida 2008), la largeur de la perforation centrale (Todorova et Vajsov 2001, p. 24) ou encore le matériau utilisé (Ifantidis 2019, p. 71).

aperçu des productions d'objets en métal<sup>4</sup> à la fin du Néolithique.

Le manque de données sur les ateliers des artisans-métallurgistes au Néolithique égéen est avéré. Dans ce cadre, l'expérimentation archéologique peut apporter de nouveaux questionnements, permettant de mieux guider les recherches. La faible quantité d'outils de forge attribués à cette période peut, par exemple, être liée à la difficulté à les identifier en contexte archéologique ainsi qu'à les interpréter (Armbruster 2006, p. 322). L'outillage employé au cours de l'expérimentation peut alors constituer un repère, de même que les traces laissées à leur surface.

Ainsi, on peut à la fois se pencher sur les techniques de fabrication des « *ring-idols* », mais également sur l'atelier de production et son environnement.

## 2.1. L'EXPÉRIMENTATION : SA MISE EN PLACE ET SES OBJECTIFS

Dans le cadre de notre démarche expérimentale, nous avons fait appel aux compétences d'un forgeron-coutelier, A. Lesueur. L'expérimentation a eu lieu au sein des locaux de l'Atelier 28 à Villejuif, dans l'atelier réservé au travail du métal. Nous avons également eu recours aux services de S. Luline, céramiste à La Motte Servolex (Auvergne-Rhône-Alpes), pour la fabrication de deux moules à « *ring-idols* ».

L'objectif principal était de reconstituer quelques techniques de fabrication des « *ring-idols* », parmi les étapes de la mise en forme aux finitions. Bien que ces objets

<sup>4</sup> D'autres parures, comme des perles, des pendentifs ou des bracelets, sont fabriquées en métal à cette période, de même que de l'outillage, tel que des haches, des poinçons ou des ciseaux.

soient largement fabriqués en or et en argent, nous avons opté pour le cuivre, un matériau facilement abordable et utilisable. Par ailleurs, l'expérimentation se fondait uniquement sur les étapes de la métallurgie secondaire, c'est-à-dire de la fonte du métal à sa transformation en objet. Cela exclue donc les procédés de la métallurgie primaire, comme l'acquisition et l'extraction du minerai, de même que l'usage d'une pyrotechnologie néolithique<sup>5</sup>.

Parmi les trois grandes techniques de mise en forme, à savoir le martelage, la perforation et le polissage, des procédés variés ont été testés, à l'aide d'outils différents. Cependant, en raison du manque de données archéologiques traitant de la métallurgie au Néolithique égéen, le protocole est resté souple. Cela nous a permis d'adapter, au fur et à mesure de l'expérimentation, les gestes et les techniques aux résultats souhaités.

## 2.2. LA MATIÈRE PREMIÈRE : LE CUIVRE

Le métal utilisé durant les périodes protohistoriques atteste d'une certaine pureté, car il est dit « natif », c'est-à-dire naturel et non allié (Mohen 1990, p. 48 ; Tylecote 2002, p. 8). Afin d'être le plus proche possible d'un « cuivre natif », nous avons cherché à utiliser un métal aussi pur que le permettait celui vendu dans le commerce, accessible sous la forme de fines plaques. La première étape consistait à préparer des « galets » de cuivre, pour disposer d'éléments homogènes de matière première. Les plaques de cuivre ont donc été découpées en lamelles, pour ensuite

<sup>5</sup> Cette dernière a cependant été expérimentée en décembre 2020, lors d'une autre séance d'archéologie expérimentale soutenue par l'APERA. Elle a été concluante par la possibilité d'amollir suffisamment le cuivre (entre 800 et 1200 °C) pour modifier sa forme par un martelage à chaud entrecoupé de recuits, dans un foyer en fosse ouverte.

être fondues dans le creuset, à 1100 °C. Une telle température est nécessaire en raison de la pureté du métal. *A contrario*, le point de fusion d'un métal allié est plus facilement atteignable. On atteint par exemple celui du bronze, alliage du cuivre et de l'étain, à 860 °C, tandis qu'un cuivre pur commencera à fondre à partir de 1083 °C (Mohen 1990, p. 49).

Les trois galets obtenus présentent un diamètre de 5 cm et pèsent en moyenne 500 g. Leur densité est élevée, et on observe également à leur surface et dans leur coupe de minuscules cavités, leur donnant un aspect poreux (fig. 4). Ils ont constitué le matériau de départ pour la fabrication des échantillons, puis ont été régulièrement refondus et retravaillés afin de préparer les anneaux de cuivre.

### 2.3. L'OUTILLAGE : ENTRE OUTILS RUDIMENTAIRES ET ÉLABORÉS

À la fin du Néolithique en Europe, les individus travaillent le métal principalement à l'aide d'outils en pierre (Armbruster 2006, p. 324 ; Freudenberg 2006, p. 315). Pour cette expérimentation, nous avons donc opté pour un outillage assez rudimentaire, couplé avec un outillage moderne. Dans le second cas, il s'agit principalement du four<sup>6</sup>, de l'enclume, des pinces et des étaux qui nous ont permis de manipuler le creuset et les moules. L'outillage lithique présente un degré d'élaboration moindre, c'est-à-dire qu'il n'a pas été mis en forme au préalable. Il correspond principalement à des galets dont la forme a été choisie en fonction des besoins techniques et qui n'ont donc pas été retailés avant leur utilisation. Ces « outils simples » prolongent la

<sup>6</sup> Nous avons utilisé un « four de trempe », un type de four habituellement employé par les couteliers et qui permet de pratiquer facilement les recuits.



**Fig. 4** : Galets de cuivre constituant la matière première de l'expérimentation. Crédit N. Gilbert, V. Martin.

main dans un processus technique complexe, où le matériau ne peut être travaillé à mains nues (Morero et Procopiou 2006, p. 386 ; Sigaut 2007, p. 13). En contexte archéologique, on peut reconnaître ce type d'outil par son origine exogène et les stigmates causés par son usage (Pieters 2016, p. 77).

Parmi les outils issus des contextes néolithiques et utilisés dans l'expérimentation, sept catégories peuvent être distinguées (fig. 5) : les marteaux rudimentaires, les marteaux emmanchés, les pierres abrasives servant de polissoirs, les perceurs, les supports, les creusets et les moules. En parallèle, deux autres types d'outils ont été fabriqués en



**Fig. 5** : Les différentes catégories d'outils utilisés durant l'expérimentation. Crédit N. Gilbert, V. Martin.

cuisse : des perçoirs et des ciseaux. Ils ont été conçus d'après des modèles archéologiques découverts dans des niveaux du Néolithique Récent et Final (Zachos 2010, p. 175-176).

Les roches granitiques choisies comme percuteurs proviennent de rivières dans le massif des Vosges et sont de composition hétéroclite. Les galets ont été collectés sur des plages en Normandie. Leur sélection a été guidée par leur solidité, leurs dimensions et leur homogénéité, c'est-à-dire un état de surface lisse commun à tous. Nous disposions d'une gamme de calibres allant de 5 à 15 cm de longueur. La plus large et lourde des roches granitiques a été utilisée comme outil de martelage sans emmanchement. Sa forme a notamment permis une bonne prise en main. Pour fabriquer un marteau emmanché, un manche en bois de 24 cm de long et un galet de 7,5 cm ont été réunis. Le galet a été inséré dans une encoche taillée dans le bois, puis

enserrée par une corde en lin. De la colle a été ajoutée pour assurer à l'outil une plus grande solidité.

### 3. LE DÉROULEMENT DE L'EXPÉRIMENTATION : LES DIFFÉRENTS PROCESSUS DE MISE EN FORME

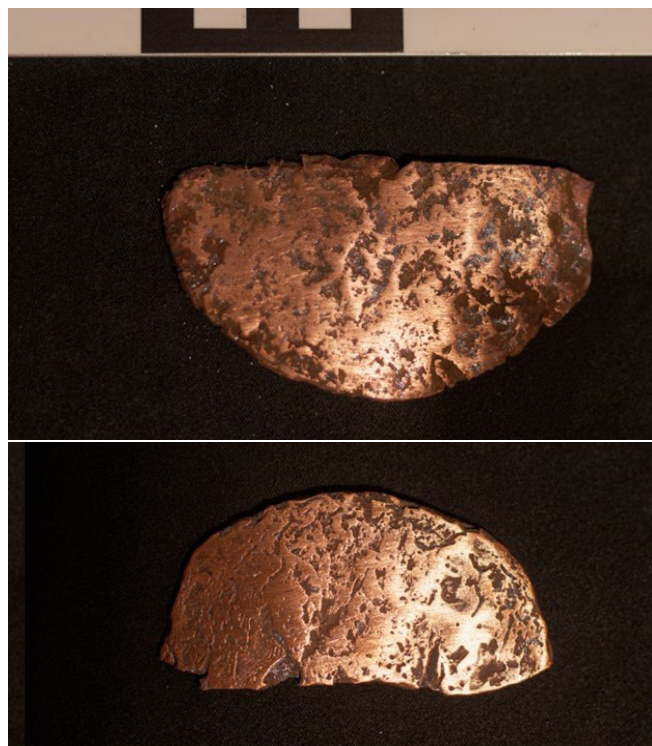
#### 3.1. LA MISE EN FORME PAR MARTELAGE

Le martelage au Néolithique était réalisé à l'aide de marteaux en pierre, ce qui engendre un autre procédé technique de celui que l'on connaît généralement, à savoir un forgeage au marteau de forge en bronze, en fer ou en acier. Nous cherchons à identifier non seulement une prise en main et des gestes différents, mais également des stigmates qui pourraient varier selon le martelage employé<sup>7</sup>.

<sup>7</sup> Lors de futures expérimentations, il serait également intéressant de mesurer le degré de résistance des matériaux selon le type de martelage employé.

Afin de comparer ces deux types de martelage, nous avons eu recours à deux échantillons témoins (fig. 6). Le premier a été martelé à l'aide du marteau de forge, semblable à ce que l'on a dès la fin de l'Âge du Bronze dans le sud-est de l'Europe, période où les masses et marteaux commencent à être plus fréquemment produits en métal (Treuil 1983, p. 181). Le second a été travaillé au moyen des outils en pierre.

Le processus de mise en forme repose principalement sur une base d'alternance de martelage et de recuits (fig. 7). Ainsi, on chauffe régulièrement le métal entre deux actions outillées afin de le rendre plus malléable et pour éviter qu'il ne se fissure (Mohen 1990, p. 48). En effet, lorsque le martelage est effectué sur une trop longue durée sans action de recuit, le métal refroidit rapidement et le risque de fracture augmente



**Fig. 6 :** Échantillons témoins pour les différents types de martelage, au marteau en pierre (en haut) et au marteau de forge en acier (en bas). Crédit N. Gilbert, V. Martin.

(fig. 8). Le martelage à froid peut également être effectué de façon délibérée. Des stigmates sont parfois visibles sur des objets travaillés à froid, dont certains exemplaires de « *ring-idols* » en or.

Parmi les deux types de roche choisis, les roches granitiques provenant du massif des Vosges ont mieux résisté lors du martelage à froid. Les galets provenant des côtes



**Fig. 7 :** Séquences de mise en forme par martelage et recuits, au moyen des marteaux en pierre. Crédit N. Gilbert, V. Martin.



**Fig. 8** : Fissure observée sur les bords de l'un des anneaux en cuivre fabriqué par martelage à froid. Grossissement x60 (caméra optique Dino-Lite). Crédit V. Martin.

normandes se sont, au contraire, fracturés contre le métal refroidi. Le martelage à froid est donc réalisable, mais plus difficile à entreprendre sans recuits, et la solidité des marteaux choisis doit être élevée.

Le rythme enregistré pour une séquence de mise en forme au marteau en pierre est d'en moyenne deux minutes de martelage, pour cinq à dix minutes de recuit à 900 °C en moyenne. Chaque objet doit être forgé puis contre-forgé, c'est-à-dire martelé sur son revers, afin d'obtenir une surface plane. Cinquante minutes ont été nécessaires pour obtenir une forme métallique suffisamment fine, d'environ 3 mm, proche de l'épaisseur des « *ring-idols* ».

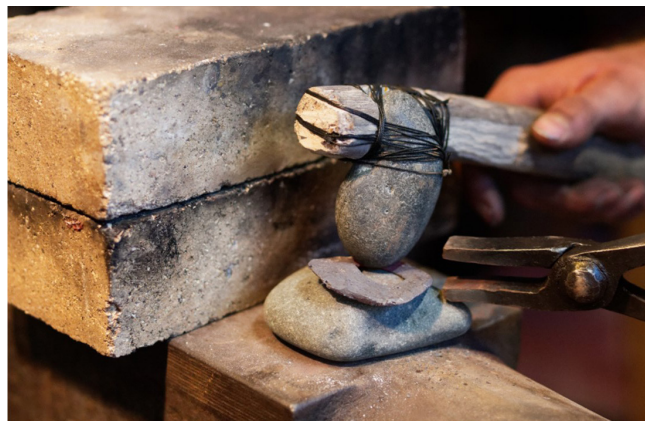
Le planage a également été expérimenté, une autre technique employée pour les finitions du martelage. Il s'agit d'une percussion indirecte, au moyen d'un percuteur plat et d'un outil intermédiaire, pouvant être un morceau de bois ou une petite pierre solide (fig. 9). Nous avons notamment utilisé un galet d'environ 5,5 cm de long, dont le côté naturellement plat a parfaitement assuré la fonction de marteau à planer.



**Fig. 9** : Technique du planage expérimentée au moyen d'outils en pierre. Crédit N. Gilbert, V. Martin.

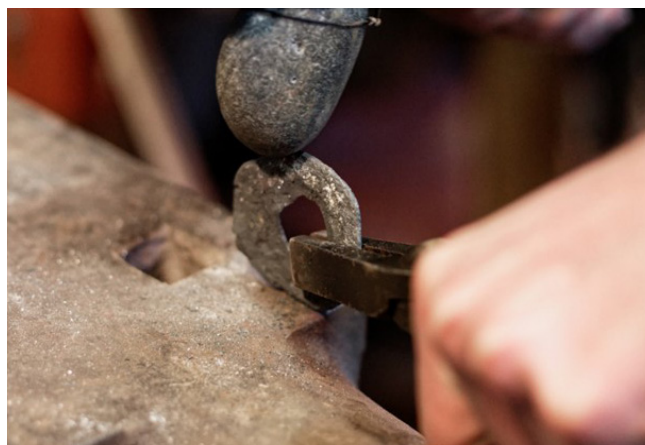
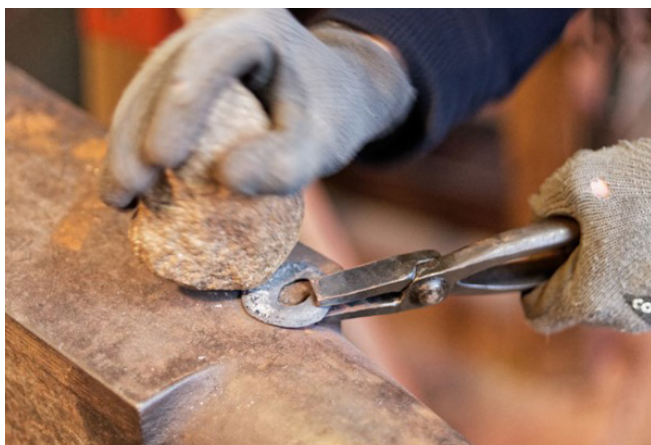
Le martelage et le planage ont été testés sur un autre support de frappe que l'enclume (fig. 10). En effet, la plupart des « *ring-idols* » présentent une forme convexe. Avec pour objectif d'obtenir un résultat similaire, un des anneaux en cours de fabrication a été placé sur un grand galet à la surface arrondie. Le martelage et le planage ont ensuite été effectués en percussion indirecte. Après une dizaine de minutes, une légère courbure a commencé à se former.

Afin d'obtenir les contours définitifs de l'anneau, des procédés de martelage similaires à ceux décrits précédemment ont été pratiqués (fig. 11). Le recuit est cette fois alterné avec un



**Fig. 10** : Anneau martelé sur un galet pour obtenir une surface convexe. Crédit N. Gilbert, V. Martin.





**Fig. 11** : Aménagement des contours de l'anneau en cuivre. Crédit N. Gilbert, V. Martin.

martelage léger. Le petit marteau emmanché a été principalement utilisé lors de cette étape, et son efficacité a alors pu être attestée. Il est également possible d'accentuer directement l'arrondi de l'anneau sur la corne de l'enclume.

Enfin, l'ouverture des anneaux a été réalisée par forage. Par manque de temps et de moyens, ce dernier a été le plus souvent mécanique et pratiqué à l'aide d'un outillage moderne. Toutefois, il aurait été possible de le faire de façon manuelle et à l'aide de perceurs en pierre, comme nous l'a montré la suite de l'expérimentation.

### 3.2. LE MOULAGE ET LA TECHNIQUE DU CREUSET « PRÉFORMÉ »

L'une des questions soulevées au cours de cette expérimentation a été la suivante : existe-t-il un autre moyen que le martelage et le forage ou la perforation pour créer la forme de « *ring-idol* » ? Ne disposant pas encore de moule à cette étape de l'expérimentation, nous avons proposé l'idée d'un creuset « préformé », c'est-à-dire d'utiliser le fond du creuset tout en modifiant sa forme pour obtenir un anneau. Un galet rond en matériau réfractaire (brique) a donc été placé au centre du creuset, de façon à laisser un espace vide et régulier entre le galet et les bords du

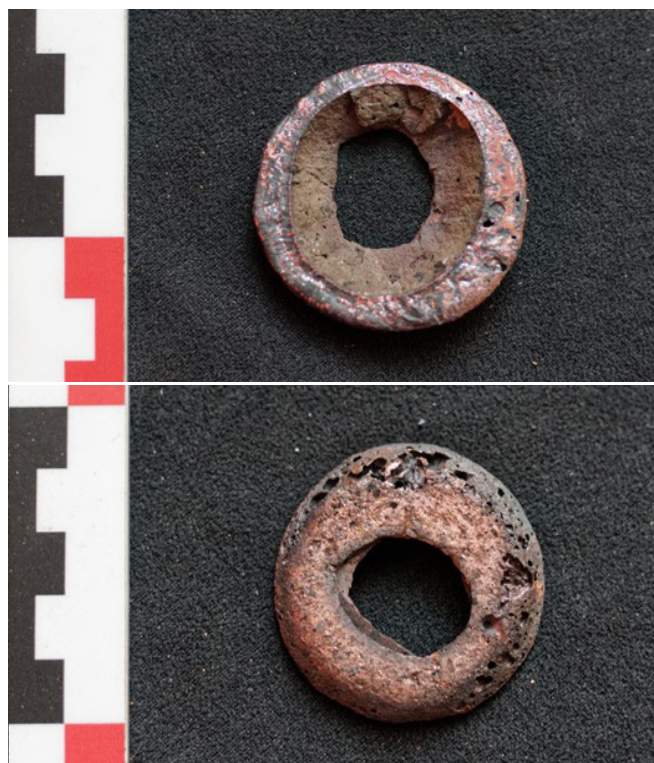


**Fig. 12** : Fonte du cuivre dans le creuset « préformé ». Crédit N. Gilbert, V. Martin.

creuset (fig. 12). Des fragments de cuivre ont été déposés dans cet espace. L'objectif était alors de créer simultanément l'anneau et son ouverture centrale. Trente minutes ont été nécessaires pour que le cuivre fonde, puis l'objet a été démoulé. Nous avons obtenu un anneau de cuivre épais, de forme convexe (fig. 13).

Cette « préforme » a ensuite été travaillée par martelage, en percussion directe alternée de quelques recuits à 800-900 °C. Les finitions du martelage ont été réalisées au moyen d'un outil de planage léger en roche granitique par percussion indirecte. Enfin, l'usage d'une pierre abrasive a permis de mieux dessiner les contours de l'anneau, en passant régulièrement sur les arêtes afin d'en adoucir les traits.

Après la conception de l'anneau, l'extension a été réalisée par martelage léger, avec le marteau emmanché. Cette étape



**Fig. 13** : « Préforme » d'anneau en cuivre. Crédit N. Gilbert, V. Martin.

avait été préméditée en laissant une certaine épaisseur de cuivre sur l'un des côtés de l'anneau. Marteler cette excroissance à chaud permet d'étirer le cuivre sans le fissurer et de former une courte languette. Pour obtenir une extension plus longue, les artisans devaient probablement travailler le métal durant plusieurs heures et pratiquer des recuits réguliers. Enfin, frotter la pierre abrasive dans le sens de la cavité, c'est-à-dire en rotation de la gauche vers la droite, a permis de régulariser l'ouverture de l'anneau.

Pour donner suite à l'expérience du creuset « préformé », il a été décidé de travailler avec des moules imprimés d'une forme de « *ring-idol* ». Deux moules monovalves ouverts ont donc été fabriqués en grès chamotté. Cette nouvelle tentative de moulage n'a cependant pas eu le résultat escompté. En premier lieu, la fonte du métal a nécessité deux fois plus de temps qu'avec les creusets. Dans un second temps, une fois le cuivre fondu, il était impossible de démouler les « *ring-idols* » (fig. 14). Le métal s'est en partie infiltré dans le grès, ce qui ne permet pas la création d'un objet à la structure homogène. Après discussions, nous en avons conclu qu'il aurait fallu ajouter un agent facilitant le démoulage, en amont du processus de fonte du cuivre. Il est également possible que la composition du moule et de son dégraissant, la vermiculite, ne soit pas adaptée à ce type d'utilisation. Par ailleurs, lors de prochaines expérimentations, il serait intéressant d'employer des moules en pierre. Ces derniers sont attestés en Bulgarie au 5<sup>ème</sup> millénaire av. n.è. et en Grèce au début de l'Âge du Bronze (Renfrew 1972, p. 315 ; Tylecote 2002, p. 13).

On sait toutefois, via les objets archéologiques, que le moulage a été pratiqué



**Fig. 14** : Expérimentation du moulage dans les moules à « *ring-idols* » en grès. Crédit N. Gilbert, V. Martin.

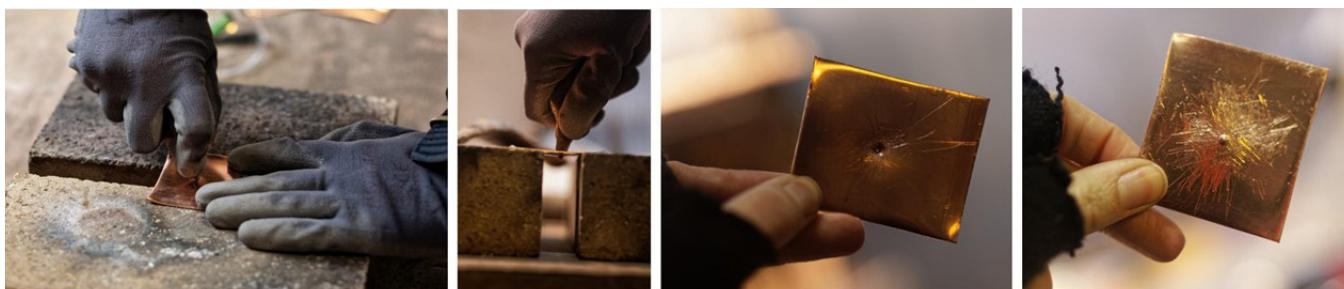
pour fabriquer des « *ring-idols* » à la fin du Néolithique égéen. D'une part, certains exemplaires présentent d'éventuels défauts. D'autre part, un moule à « *ring-idol* » fabriqué en terre cuite a été mis au jour en 2008 dans un bâtiment incendié, sur le site de Çamlıbel Tarlası en Turquie (Schoop 2009, p. 65 et 2011, p. 59).

Nous n'avons pas mis en place un processus de coulée, davantage propre au bronze et à des périodes plus récentes que le Néolithique. Par ailleurs, les moules bivalves habituellement utilisés dans ce type de procédé ne sont pas présents dans les niveaux du Néolithique en Egée. Des moules ouverts ou d'autres types proches de notre creuset « préformé » sont en revanche plus caractéristiques de cette période. Nous pourrions éventuellement songer à l'usage d'une technique similaire au moulage en sable, mais celui-ci nécessite également d'atteindre le point de coulée du cuivre (Burlot 2021, p. 6). Mais la piste que nous souhaitons désormais suivre est bien celle d'une « préforme » moulée qui sera ensuite largement retravaillée par martelage.

### 3.3. LES FINITIONS : LES DIFFÉRENTES TECHNIQUES DE PERFORATION ET LE POLISSAGE DU CUIVRE

Afin de perforer les extensions des « *ring-idols* », plusieurs techniques ont été expérimentées. Le premier test a été réalisé au perçoir en silex, sur un échantillon de cuivre épais de 2,1 mm (fig. 15). L'outil a perforé le métal après deux heures et trente minutes de travail. La perforation obtenue est circulaire et nette. On observe clairement le sens unilatéral du forage, ainsi que le mouvement de pression exercé sur l'une des deux faces de l'échantillon (fig. 16). En revanche, un second test a été effectué à l'aide du perçoir en cuivre sur un échantillon de plaque non martelée épais de 1,5 mm, et a été beaucoup moins concluant. Cependant, si l'action avait été effectuée sur une feuille de métal plus fine, comme une feuille d'or par exemple, cela aurait pu être efficace.

Le perçoir en silex ayant été l'outil le plus efficace, nous l'avons utilisé pour perforer l'extension de la pièce produite par martelage



**Fig. 15** : Perforation d'un échantillon de cuivre au moyen d'un perceur en silex. Crédit N. Gilbert, V. Martin.

d'une « préforme » d'anneau (fig. 17). Trois heures et trente minutes de forage en rotation semi-circulaire ont été nécessaires, pour obtenir une perforation nette comme celle de l'échantillon.

Les « *ring-idols* » ont été polis à la pierre abrasive, par un mouvement de va-

et-vient unidirectionnel (fig. 18). L'objectif était d'obtenir, comme dans le cas des objets archéologiques, une surface lissée et brillante. Par ailleurs, cette action n'a pas complètement effacé toutes les traces de martelage<sup>8</sup>. En effet, les traces peuvent se superposer et cette superposition peut rendre difficile leur lecture. Dans le cas où l'on souhaite faire

<sup>8</sup> Dans le cas de cette étude, conserver les stigmates liés au martelage est pertinent, car on cherche à identifier les techniques utilisées selon les traces par comparaison entre les objets expérimentaux, et les objets archéologiques.



**Fig. 16** : Vues de la perforation sur la face avant et arrière de l'échantillon. Grossissement x40 et x35 (caméra optique Dino-Lite). Crédit V. Martin.



**Fig. 17** : « Préforme » travaillée pour obtenir la forme des « *ring-idols* », avant et après perforation et polissage. Crédit N. Gilbert, V. Martin.

complètement disparaître ces éléments, il est possible d'employer des pierres abrasives de granulométrie décroissante, ou encore d'autres abrasifs, comme du cuir ou du sable. En outre, lors du polissage à la pierre abrasive, de l'eau a été ajoutée comme lubrifiant afin de faciliter le procédé et d'évacuer les résidus présents à la surface du cuivre (fig. 18, en bas).

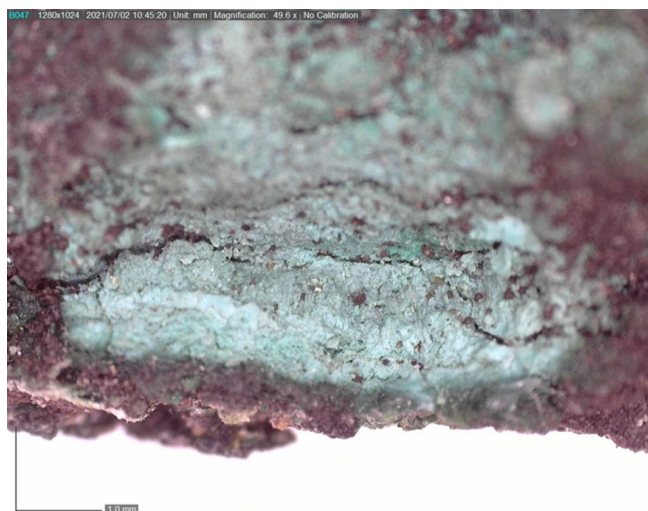


**Fig. 18** : Polissage d'un exemplaire expérimental de « *ring-idol* » (en haut et au milieu) et usage de l'eau comme lubrifiant (en bas). Crédit N. Gilbert, V. Martin.

#### 4. QUELQUES RÉSULTATS PRÉLIMINAIRES

Au cours de l'expérimentation, le martelage a induit la pratique d'un recuit régulier du cuivre. Au Néolithique, où le four était possiblement en fosse et semi-enterré, cela nécessite des compétences pyrotechniques assez élevées. Il est donc probable que les individus travaillaient avec un foyer constamment entretenu à leurs côtés, prêt à être utilisé en permanence.

L'hypothèse d'un usage du martelage à froid au Néolithique égéen est donc plausible. En effet, des stigmates liés à cette pratique sont identifiables à la fois sur les objets expérimentaux et sur des « *ring-idols* » en or, mais également sur d'autres objets en cuivre de la même période (fig. 19). Il s'agit de fissures plus ou moins fines, indiquant que la structure du métal n'a pu se recristalliser correctement au cours de l'action outillée. Chauffé, le cuivre devient plus malléable et sa structure s'étire, ce qui cause moins de dommages lorsqu'on le martèle.



**Fig. 19** : Perçoir en cuivre provenant de Dikili Tash (Macédoine orientale) observé à la caméra optique (Dino-Lite). Grossissement x50. Crédit V. Martin / École Française d'Athènes (avec l'aimable autorisation de P. Darceque et Z. Tsirtsoni).

Les outils de martelage, généralement des galets en pierre aux calibres variés, emmanchés ou non, laissent des stigmates reconnaissables à la surface du cuivre. Ils se différencient de ceux causés par un outil moins rudimentaire, comme le marteau de forge (fig. 20). Leur efficacité est similaire, mais la pierre marque plus profondément le cuivre tandis que le marteau de forge moderne laisse des traces moins visibles. Ces dernières sont également plus régulières et rendent un aspect assez homogène.

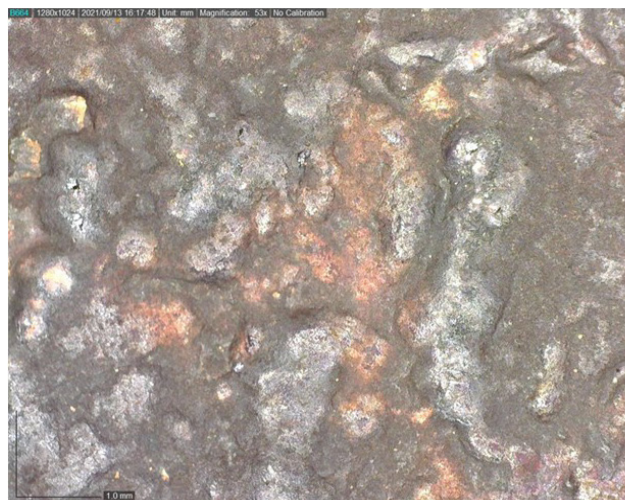
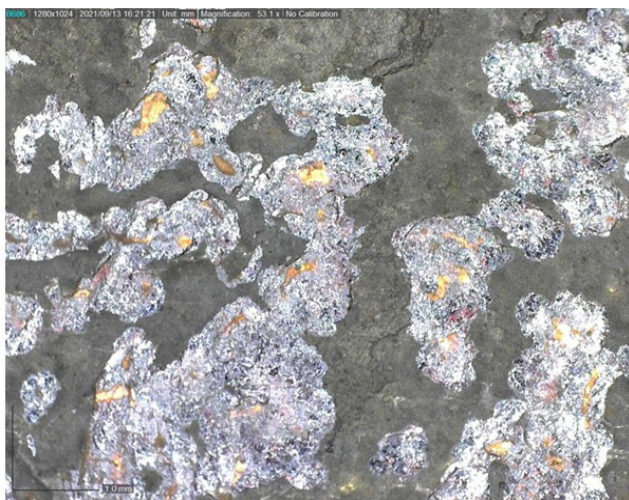
Ces stigmates sont également différents car le martelage est pratiqué quasiment à froid avec les outils en pierre, tandis que l'objet était incandescent lorsque nous l'avons martelé avec un marteau de forge en acier. En effet, le rythme est plus lent lorsque l'on utilise l'outillage en pierre, et le métal se refroidit donc plus rapidement. Le travail du métal aux périodes protohistoriques contraste ainsi avec les périodes plus récentes, où le forgeron utilise des outils en métal et produit à plus grande échelle. Cette distinction se profile dès l'extrême fin du Chalcolithique en Égée, et dans les Balkans en général, coïncidant avec l'emploi des alliages (Gale et Stos-Gale 1981, p. 180).

## 5. CONCLUSION : PLUSIEURS « CHAÎNES OPÉRATOIRES » NON LINÉAIRES

Chercher à obtenir un objet d'orfèvrerie comme les « *ring-idols* » avec des outils rudimentaires a nécessité du temps et l'emploi de techniques variées. Les artisans du métal au Néolithique devaient disposer d'un savoir-faire important. On peut également supposer que plusieurs artisans travaillaient ensemble, chacun spécialisé dans une activité. Ces tâches ont pu être effectuées au sein de la sphère domestique, ou dans des ateliers regroupant ces individus. Mais dans le cas de cette expérimentation, ce qui nous intéresse concerne aussi l'enchaînement des actions techniques et leur déroulement.

Finalement, différents procédés de fabrication des « *ring-idols* » ont été reconstitués. Ces propositions seront vérifiables après la comparaison des objets expérimentaux et archéologiques<sup>9</sup>. Une première « chaîne opératoire » réunit les

<sup>9</sup> Cette étude est en cours et sera intégrée à la thèse de l'auteur : « Travailler le métal à la fin du Néolithique égéen (5<sup>ème</sup>- 4<sup>ème</sup> mill. av. n.è.) : production, distribution et usage des objets en métal. » (Thèse en cours à l'Université Paris 1 Panthéon-Sorbonne).



**Fig. 20** : Traces causées par l'outillage en pierre (à g.) et par le marteau de forge moderne (à d.). Crédit V. Martin.

techniques employées lorsque le métal est martelé à froid entre deux phases de recuit. Lorsque le métal est martelé à chaud, puis que l'on a une phase de planage sur support incurvé, il s'agit d'une autre chaîne technique. Toutefois, ces deux procédés sont liés, puisque, après avoir créé l'anneau, l'extension est fabriquée à partir du martelage d'une excroissance de matière conservée à l'une des extrémités.

Enfin, un dernier processus de fabrication des « *ring-idols* » regroupe les diverses techniques de moulage et de travail d'une « préforme ». Deux « chaînes opératoires » principales ont pu être définies au cours de l'expérimentation archéologique, l'une avec le creuset « préformé » et l'autre avec les moules monovalves. Cependant, toutes ces chaînes techniques peuvent se croiser. En effet, une « préforme » d'anneau obtenue par moulage peut ensuite être retravaillée par martelage à chaud ou à froid. De même, les différents types de martelage (à chaud, à froid, en percussion directe ou indirecte, en planage) peuvent être employés de façon alternée, selon les objectifs de l'artisan.

Par ailleurs, les finitions sont similaires dans tous ces processus de manufacture. La perforation peut se faire de différentes manières, en percussion directe ou indirecte, par forage en rotation semi-circulaire ou circulaire. L'abrasion permet d'adoucir les traits et les arêtes de l'objet, alors semi-fini, et parfois d'effacer les défauts de coulée qui ont lieu lors du moulage. Enfin, le polissage, pouvant être plus ou moins intensif, fait perdre de la rugosité à la surface et la rend également plus brillante et lisse au toucher (fig. 21).



**Fig. 21** : Pendentif en forme de « ring-idol » fabriqué au cours de l'expérimentation. Crédit N. Gilbert, V. Martin.

Pour conclure, plusieurs « chaînes opératoires » de fabrication des « *ring-idols* » ont été identifiées, au moyen des données archéologiques et expérimentales. Celles-ci demeurent cependant non linéaires, car l'artisan peut faire des choix différents au cours de la production et modifier des étapes selon ses besoins.

## 6. REMERCIEMENTS

Toute ma reconnaissance va à l'APERA pour son aide matérielle et financière, mais également aux membres ayant participé à l'expérimentation ou qui l'ont soutenue d'une manière ou d'une autre. Je remercie sincèrement Alexis Lesueur et Sophie Luline, qui ont tout simplement rendu possible le projet. Enfin, je remercie Nolwenn Gilbert, pour son travail de qualité en tant que photographe.

## BIBLIOGRAPHIE

**Armbruster B., 2006**, « L'outillage en pierre du métallurgiste ancien », dans Astruc L. *et al.* (dir.), *Normes techniques et pratiques sociales : de la simplicité des outillages pré- et protohistoriques, Actes des rencontres d'Antibes, 20-22 octobre 2005, Juan-les-Pins, Antibes, APDCA*, p. 321-332.

- Berciu D., 1967**, *Romania before Burebista*, London, Thames and Hudson, 211 p.
- Burlot A., 2021**, « Irish Copper Axe-Ingots Recovered in Brittany: Experimental Casting to Recreate Porous Material », *EXARC Journal Issue 2021*, vol. 1. [En ligne], URL : <https://exarc.net/ark:/88735/10553>
- Cultraro M., 2008**, « Metal Artefacts from Early Bronze Age Poliochni on Lemnos : Archaeometric Analysis in Archaeological Perspective », dans Facorellis Y. *et al.* (dir.), *Proceedings of the 4<sup>th</sup> Symposium of the Hellenic Society for Archaeometry*, Athens, British Archaeological Reports International Series 1746, p. 451-457.
- Darcque P. et al., 2021**, *Dikili Tash, village préhistorique de Macédoine orientale, vol. II, 2, Histoire d'un tell : les recherches 1986-2016*, Athènes, École Française d'Athènes, Société Archéologique d'Athènes, 728 p.
- Demoule J.-P. et Perlès C., 1993**, « The Greek Neolithic: A new Review », *Journal of World Prehistory*, 7, 4, p. 355-416. DOI : [10.1007/BF00997801](https://doi.org/10.1007/BF00997801)
- Δημακοπούλου Κ., 1998**, *Κοσμήματα της Ελληνικής προϊστορίας. Ο νεολιθικός θησαυρός*, Athens, T.A.P.A., 93 p.
- Eluère C., 1989**, « L'or de Varna », dans *Le premier or de l'humanité en Bulgarie, 5e millénaire*, catalogue d'exposition, Musée des antiquités nationales Saint-Germain-en-Laye, 17 janvier-30 avril 1989, Paris, Éditions de la réunion des musées nationaux, p. 61-69.
- Freudenberg M., 2006**, « Cushion stones and other stone tools for early metalworking in Schleswig-Holstein. Some new aspects on local Bronze Age society », dans Astruc L. *et al.* (dir.), *Normes techniques et pratiques sociales : de la simplicité des outillages pré- et protohistoriques, Actes des rencontres d'Antibes, 20-22 octobre 2005, Juan-les-Pins, Antibes, APDCA*, p. 313-320.
- Gale N. H. et Stos-Gale Z. A., 1981**, « Cycladic Lead and Silver Metallurgy », *The Annual of the British School at Athens*, 76, p. 169-224. DOI : [10.1017/S0068245400019523](https://doi.org/10.1017/S0068245400019523)
- Gimbutas M., 1977**, « Varna, a sensationally rich cemetery of the Karanovo Civilization, about 4500 B.C. », *Expedition Magazine*, 19, 4, p. 3-47.
- Hălcescu C., 1995**, « Tezaurul de la Sultana, Le trésor de Sultana », *Cultură și Civilizație la Dunărea de Jos*, 13/14, p. 11-18.
- Hansen S., 2009**, « Kupfer, Gold und Silber im Schwarzmeerraum während des 5. und 4. Jahrtausends v. Chr. », dans Apakidze J. *et al.* (dir.), *Der Schwarzmeerraum vom Äneolithikum bis in die Früheisenzeit (5000-500 v. Chr.), Kommunikationsebenen zwischen Kaukasus und Karpaten*, Leidorf, Rahden/Westf., VML, Verlag Marie Leidorf, p. 11-50.
- Höckmann O., 1969**, « Ringkopffiguren der Jungsteinzeit in Südosteuropa », *Jahrbuch des Römisch-Germanischen Zentralmuseums*, 16, p. 1-16.
- Hood S. et al., 1982**, *Excavations in Chios 1938-1955: Prehistoric Emporio and Ayio Gala, vol. 2*, Athens, The British School of Archaeology at Athens, 730 p. DOI : [10.1017/S0003581500080689](https://doi.org/10.1017/S0003581500080689)
- Ifantidis F., 2019**, *Practices of Personal Adornment in Neolithic Greece*, Oxford, Archaeopress Publishing Ltd, 632 p.
- Ivanov I. S., 1989**, « La nécropole chalcolithique de Varna et les cités lacustres voisines », dans *Le premier or de l'humanité en Bulgarie, 5e millénaire*, catalogue d'exposition, Musée des antiquités nationales Saint-Germain-en-Laye, 17 janvier-30 avril 1989, Paris, Éditions de la réunion des musées nationaux, p. 49-56.
- Makkay J., 1976**, « Problems concerning copper age chronology in the Carpathian Basin, Copper Age gold pendants and gold discs in Central and South-East Europe », *Acta Archaeologica Academiae Scientiarum Hungaricae*, 28, 3-4, p. 251-300.
- Maran J., 2000**, « Das ägäische Chalkolithikum und das erste Silber in Europa », dans Ögün B. *et al.* (dir.), *Studien zur Religion und Kultur Kleinasien und des ägäischen Bereiches*, Bonn, Habelt, p. 179-193.



- Mohen J.-P., 1990**, *Métallurgie préhistorique, Introduction à la paléoméallurgie*, Paris, Masson, 230 p. DOI : [ark:/12148/bpt6k3328641b](https://doi.org/10.1017/S0003598X00072197)
- Morero E. et Procopiou H., 2006**, « Des outils simples pour des artisans spécialisés : l'exemple du Quartier Mu de Malia », dans Astruc L. *et al.* (dir.), *Normes techniques et pratiques sociales : de la simplicité des outillages pré- et protohistoriques, Actes des rencontres d'Antibes, 20-22 octobre 2005*, Juan-les-Pins, Antibes, APDCA, p. 385-392.
- Nørgaard H., 2011**, « Der nichtmetallene Schmuck aus Pietrele », dans Hansen S. *et al.* (dir.), *Die kupferzeitliche Siedlung Pietrele an der Unteren Donau, Bericht über die Ausgrabungen und geomorphologischen Untersuchungen im Sommer 2010*, Darmstadt, Eurasia Antiqua, p. 99-113.
- Παντελίδου-γκοφα Μ., 2005**, *Τσέπι Μαραθώνος : το πρωτοελλαδικό νεκροταφείο*, Αθηναι, 'Η εν 'Αθήναις 'Αρχαιολογική 'Εταιρεία, 376 p.
- Papadatos Y. et Tomkins P., 2014**, « The Emergence of Trade and the Integration of Crete into the Wider Aegean in the Late 4th Millennium: New Evidence and Implications », dans Horejs B. et Mehofer M. (dir.), *Western Anatolia before Troy. Proto-Urbanisation in the 4<sup>th</sup> millennium BC ? : Proceedings of the International Symposium held at the Kunsthistorisches Museum Wien Vienna, Austria*, Vienne, Austrian Academy of Sciences Press, p. 329-343.
- Papathanassopoulos G. A., 1996**, *Neolithic Culture in Greece*, Athens, Nicholas P. Goulandris Foundation, 352 p.
- Perlès C., 1992**, « Systems of exchange and organization of production in Neolithic Greece », *Journal of Mediterranean Archaeology*, 5, 2, p. 115-164. DOI : [10.1558/jmea.v5i2.115](https://doi.org/10.1558/jmea.v5i2.115)
- Perlès C., 2017**, « Des migrations, oui, mais point trop n'en faut ! », dans Manolakakis L. *et al.* (dir.), *European Archaeology : identities & migrations : hommages à Jean-Paul Demoule*, Leiden, Sidestone Press, p. 207-215.
- Pernicka E. et al., 1990**, « On the composition and provenance of metal artefacts from Poliochni on Lemnos », *Oxford Journal of Archaeology*, 9, 3, p. 263-298. DOI : [10.1111/j.14680092.1990.tb00370.x](https://doi.org/10.1111/j.14680092.1990.tb00370.x)
- Pernicka E. et Anthony D. W., 2010**, « The Invention of Copper Metallurgy and the Copper Age of Old Europe », dans Anthony D. W. *et al.* (dir.), *The Lost World of Old Europe: The Danube Valley, 5000–3500 BC*, New-York, Institute for the Study of the Ancient World, p. 162-177.
- Pieters M., 2016**, « L'outillage lithique en contexte de transformation des métaux », *Archéopages*, 44, p. 76-85. DOI : [10.4000/archeopages.1567](https://doi.org/10.4000/archeopages.1567)
- Reingruber A., 2014**, « The Wealth of the Tells: Complex Settlement Patterns and Specialisations in the West Pontic Area between 4600 and 4250 cal BC », dans Horejs B. et Mehofer M. (dir.), *Western Anatolia before Troy. Proto-Urbanisation in the 4th millennium BC ? : Proceedings of the International Symposium held at the Kunsthistorisches Museum Wien Vienna, Austria*, Vienne, Austrian Academy of Sciences Press, p. 217-241.
- Renfrew C., 1972**, « The Development of Aegean Metallurgy », dans Renfrew C. (dir.), *The Emergence of Civilisation, The Cyclades and the Aegean in the Third Millennium B.C.*, London, Methuen & Co LTD, p. 308-338.
- Renfrew C., 1978**, « Varna and the Social Context of Early Metallurgy », *Antiquity*, 52, 206, p. 199-203. DOI : [10.1017/S0003598X00072197](https://doi.org/10.1017/S0003598X00072197)
- Renfrew C. et Slater E. A., 2003**, « Metal Artefacts and Metallurgy », dans Elster E. S. et Renfrew C. (dir.), *Prehistoric Sitagroi : Excavations in Northeast Greece, 1968-70, vol. 2: The Final Report*, Los Angeles, Cotsen Institute of Archaeology at UCLA, p. 302-311.
- Schoop U.-D., 2009**, « Ausgrabungen in Çamlıbel Tarlası 2008 », *Archäologischer Anzeiger*, p. 56-66.
- Schoop U.-D., 2011**, « Çamlıbel Tarlası, ein metallverarbeitender Fundplatz des

vierten Jahrtausends v. Chr. im nördlichen Zentralanatolien », dans Yalçın Ü. (dir.), *Anatolian Metal V*, Bochum, Deutsches Bergbaumuseum, p. 53-68.

**Sigaut F., 2007**, « Les outils et le corps », *Communications*, 81, Corps et techniques, p. 9-30. DOI : [10.3406/jatba.1977.3272](https://doi.org/10.3406/jatba.1977.3272)

**Skafida E., 2008**, « Symbols from the Aegean world. The case of Late Neolithic figurines and house models from Thessaly », dans Erkanal H. et al. (dir.), *The Aegean in the Neolithic, Chalcolithic and the Early Bronze Age*, Ankara, Ankara University Press, p. 517-532.

**Theocharis D., 1973**, *Neolithic Greece*, Athens, National Bank of Greece, 356 p.

**Todorova H. et Vajsov I., 2001**, *Der kupferzeitlichen Schmuck Bulgariens*, Stuttgart, Franz Steiner Verlag, 121 p. DOI : [10.13140/RG.2.1.3610.4724](https://doi.org/10.13140/RG.2.1.3610.4724)

**Treuil R., 1983**, *Le Néolithique et le Bronze Ancien Égéens, Les problèmes stratigraphiques et chronologiques, les techniques, les hommes*, Paris, École Française d'Athènes, De Boccard, 541 p.

**Treuil R., 2008**, « Le Paléolithique et le Néolithique. L'évolution de la civilisation », dans Treuil R. et al. (dir.), *Les civilisations égéennes du néolithique et de l'Âge du Bronze*, Paris, PUF, p. 63-82.

**Tsirtsoni Z. (dir.), 2016**, *The Human Face of Radiocarbon: reassessing chronology in prehistoric Greece and Bulgaria, 5000-3000 cal BC*, Lyon, Maison de l'Orient et de la Méditerranée, 520 p. DOI : [10.4000/books.momeditions.498](https://doi.org/10.4000/books.momeditions.498)

**Tsountas C., 1908**, *Αι προϊστορικοί Ακροπόλεις Διμηγίου και Σέσκλου*, Athens, Sakellarios, 432 p.

**Zachos K., 2007**, « The Neolithic background. A reassessment », dans Day P. M. et Doonan R. C. (dir.), *Metallurgy in the Early Bronze Age Aegean*, Oxford, Sheffield Studies in Aegean Archaeology, p. 168-206.

**Zachos K., 2010**, « Η μεταλλουργία στην Ελλάδα και στη ΝΑ Ευρώπη κατά την 5η και 4η χιλιετία

π.Χ. », dans Papadimitriou N. et Tsirtsoni Z. (dir.), *Η Ελλάδα στο ευρύτερο πολιτισμικό πλαίσιο των Βαλκανίων κατά την 5η και 4η χιλιετία π.Χ.*, Αθήνα, Μουσείο Κυκλαδικής Τέχνης, p. 77-91.

**Zimmermann T., 2007**, « Anatolia and the Balkans, once again – ring-shaped idols from western Asia and a critical reassessment of some 'early bronze age' items from Ikiztepe, Turkey », *Oxford Journal of Archaeology*, 26, p. 25-33. DOI : [10.1111/j.1468-0092.2007.00271.x](https://doi.org/10.1111/j.1468-0092.2007.00271.x)

**Valentine Martin**

Université Paris 1 Panthéon-Sorbonne  
École Doctorale 112,  
UMR 7041 ArScAn  
[valentine.martin2@etu.univ-paris1.fr](mailto:valentine.martin2@etu.univ-paris1.fr)

DOI : [10.5281/zenodo.5847068](https://doi.org/10.5281/zenodo.5847068)

DÉCEMBRE 2021

En 2021, l'Association Pour l'Expérimentation et la Recherche Archéologique (APERA) inaugure le premier numéro de son Bulletin annuel. Ce Bulletin publie des articles originaux en français ou anglais au sujet de l'expérimentation en archéologie. Ces écrits sont consacrés aussi bien à des projets et protocoles expérimentaux qu'à la diffusion de synthèses et de résultats.

Ce 1<sup>er</sup> numéro du Bulletin est l'occasion de publier les actes de la Journée Thématique de l'association qui s'est tenue le 4 juin 2021 à l'Institut d'Art et d'Archéologie. Cette Journée Thématique internationale, sous la modération de Haris Procopiou (Professeure, Université Paris 1), a réuni dix communicants étudiants, professionnels de l'archéologie préventive ou médiateurs en archéologie. Centrée sur les apports de l'expérimentation à la recherche archéologique sur la Protohistoire (Néolithique - âge du Bronze - âge du Fer), cette journée s'est articulée autour de problématiques variées, mettant en lumière l'interdisciplinarité des travaux expérimentaux actuels : apports ethnographiques et sociologiques, analyses physiques et chimiques, études numériques tridimensionnelles. Elle a été l'occasion d'échanger sur le potentiel et les limites de la démarche expérimentale, ainsi que de discuter de l'importance de la médiation archéologique.

Illustration page de couverture :  
*Incendie d'une reconstitution expérimentale d'un  
bâtiment néolithique en 2020, Mézeray, Sarthe.*  
© Paul Bacoup