



HAL
open science

Un fragment de lingot de l'habitat protohistorique de Cuciurpula (Serra-di-Scopamène/Sorbollano, Corse-du-Sud)

Thibault Lachenal, Ignacio Montero, Kewin Peche-Quilichini

► To cite this version:

Thibault Lachenal, Ignacio Montero, Kewin Peche-Quilichini. Un fragment de lingot de l'habitat protohistorique de Cuciurpula (Serra-di-Scopamène/Sorbollano, Corse-du-Sud). Giumlia-Mair A., Lo Schiavo F. Bronze Age Metallurgy on Mediterranean Islands: volume in honor of Robert Maddin and Vassos Karageorgis, 56, Ed. Mergoïl, pp.177-194, 2018, Monographies Instrumentum, 978-2-35518-083-5. halshs-01958970

HAL Id: halshs-01958970

<https://shs.hal.science/halshs-01958970>

Submitted on 30 Jan 2020

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.

Un fragment de lingot de l'habitat protohistorique de Cuciurpula (Serra-di-Scopamène/Sorbollano, Corse-du-Sud)

Thibault Lachenal, Ignacio Montero, Kewin Peche-Quilichini

► **To cite this version:**

Thibault Lachenal, Ignacio Montero, Kewin Peche-Quilichini. Un fragment de lingot de l'habitat protohistorique de Cuciurpula (Serra-di-Scopamène/Sorbollano, Corse-du-Sud). Giumlia-Mair A., Lo Schiavo F. Bronze Age Metallurgy on Mediterranean Islands: volume in honor of Robert Maddin and Vassos Karageorgis, Ed. Mergoïl, pp.177-194, 2018, Monographies Instrumentum, 978-2-35518-083-5. halshs-01958970

HAL Id: halshs-01958970

<https://halshs.archives-ouvertes.fr/halshs-01958970>

Submitted on 30 Jan 2020

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.



Monographies

Instrumentum

156



BRONZE AGE METALLURGY ON MEDITERRANEAN ISLANDS

volume in honor of Robert Maddin and Vassos Karageorgis

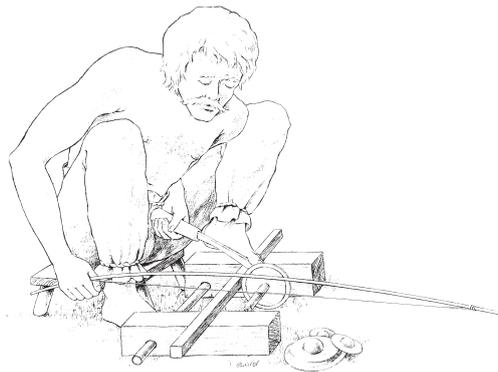
A. GIUMLIA-MAIR and F. LO SCHIAVO (eds.)



éditions mergoil

Monographie Instrumentum

56



Collection dirigée par
Michel Feugère

A. Giumlia-Mair and F. Lo Schiavo (eds.)

Tous droits réservés
© 2018



Diffusion, vente par correspondance
Editions Mergoïl - 13 Rue des Peupliers - 31280 Drémil-Lafage
Tél : 0345440444 - e-mail : contact@editions-mergoil.com

ISBN: 978-2-35518-083-5
ISSN: 1278-3846

Aucune partie de cet ouvrage ne peut être reproduite sous quelque forme que ce soit (photocopie, scanner ou autre) sans l'autorisation expresse des Editions Mergoïl.

Mise en page : A. Giumlia-Mair and L. Tocco
Couverture : Editions Mergoïl - Photo : Torralba-S. Antine. Ripostiglio dalla Capanna (da Lo Schiavo)
4^{ème} de couverture : Photos : Excavation on the island of Mochlos (photo A.Giumlia-Mair) et Moule de Sidossi (photo J.-P. Antolini)

Dépôt légal Septembre 2018

Bronze Age Metallurgy on Mediterranean Islands

In honour of Robert Maddin and Vassos Karageorgis

A. Giumlia-Mair and F. Lo Schiavo eds.



Editions Mergoil
Drémil-Lafage - 2018

Bronze Age Metallurgy on Mediterranean Islands

R.M. Albanese Procelli, M.J. Becker, Ph. Betancourt, S. Cara, P. Craddock, S. Ferrence, J.I. Gil Ibarguchi, A. Giumlia-Mair, A. Hauptmann, M. Jansen, V. Kassianidou, S. Klein, T. Lachenal, F. Lo Schiavo, M.R. Manunza, C. Matzuzzi, I. Montero-Ruiz, J.D. Muhly, P. Muhly, G. Papasavvas, M. Perra, K. Pêche-Quilichini, S. Pretti, N. Rafel, A. Sanna, B. Salvà Simonet, J. Soles, P. Sureda, †R. F. Tylecote, P. Valera, A. Usai

SUMMARY

Introduction (A. Giumlia-Mair and F. Lo Schiavo)	9	Moulds and crucibles of Nuragic Sardinia (F. Lo Schiavo)	356
Chronological Table 11		A proposito di alcune matrici nuragiche da Bidonì, Sorradile e Narbolia (OR) (A. Usai)	375
Lingotti/Ingots		The moulds from Sardinia known as “steatite moulds”: studies on their lithology and provenance (S. Pretti, A. Sanna, S. Cara, C. Matzuzzi, A. Usai, P. Valera)	393
Lingotti <i>oxhide</i> e oltre. Sintesi ed aggiornamenti nel Mediterraneo e in Sardegna (F. Lo Schiavo)	13	I reperti archeometallurgici nel nuraghe e villaggio nuragico di Genna Maria, Villanovaforru (Cagliari) (M. Perra)	403
Lingotti piano-convessi (<i>bun-ingots</i>) ed altre forme di lingotto (F. Lo Schiavo)	59	Metallurgy in Sardinia, the Balearic Islands and the Western Mediterranean/ Metallurgia in Sardegna, nelle Baleari e nel Mediterraneo occidentale	
The Funtana Coberta-Ballao Hoard: new copper provenances in Nuragic metallurgy (I. Montero-Ruiz, M.R. Manunza, F. Lo Schiavo, P. Valera, J.I. Gil Ibarguchi, N. Rafel, P. Sureda)	137	La strumentazione per la lavorazione dei metalli nella Sardegna nuragica (F. Lo Schiavo)	413
Copper ingots from the Nuraghe Arrubiu at Orroli (I. Montero-Ruiz)	165	Bronze Age Metalworking in the Balearic Islands (B. Salvà Simonet)	454
Un fragment de lingot de cuivre de Cuciurpula (T. Lachenal, K. Pêche-Quilichini, I. Montero-Ruiz)	177	Slag, Copper and Iron: The spread of slag smelting technology through the Mediterranean and Western Europe in later prehistory (P. Craddock)	480
Matrici e crogioli in Sicilia e Corsica/ Moulds and Crucibles in Sicily and Corsica		Crete and Cyprus/Creta e Cipro	
Produzione metallurgica nella Sicilia protostorica: matrici e crogioli (R.M. Albanese Procelli)	195	Metallurgical Habits and Workshop Remains in LM IB Mochlos, East-Crete (J. Soles and A. Giumlia-Mair)	498
Les outils du forgeron corse de l’âge du Bronze : creusets et moules (K. Pêche-Quilichini)	239	Arsenic in the network: Arsenical Copper in Minoan Crete (A. Giumlia-Mair, Ph. Betancourt, S. Ferrence)	520
Produzione in matrice nella Sardegna nuragica/ Casting in moulds in nuragic Sardinia		The Syme Sanctuary: Metal Analysis and the Work of Professor Robert Maddin (P. Muhly, J.D. Muhly)	542
Introduzione e storia della ricerca (F. Lo Schiavo)	261	Copper and lead isotope characterization of Late Bronze Age copper ingots in the Eastern Mediterranean: results from Gelidonya, Gournia, Enkomi and Mathiati. (M. Jansen, A. Hauptmann, S. Klein)	552
Casting in moulds in Nuragic Sardinia, introduction and history of the research (F. Lo Schiavo)	264	Ancient copper mining, oxhide ingots and a hoard – new data on Mathiatis from the State Archives of Cyprus (V. Kassianidou)	578
Casting techniques and the method of using moulds (†R. F. Tylecote)	267	Values, weights and equivalences of metals in the Late Bronze Age Eastern Mediterranean, or What could a copper oxhide ingot “buy”? (G. Papasavvas)	600
Stone Moulds in Sardinian Museum Collections: Indicators of Bronze Age Metallurgical Technology (M.J. Becker)	273		
Le matrici e i crogioli della Sardegna nuragica (F. Lo Schiavo)	305		

Un fragment de lingot de l'habitat protohistorique de Cuciurpula (Serra-di-Scopamène/Sorbollano, Corse-du-Sud)

THIBAUT LACHENAL

ASM - Archéologie des Sociétés Méditerranéennes, UMR5140, Univ. Paul-Valéry Montpellier, CNRS, MCC,
F-34000 Montpellier, France

IGNACIO MONTERO RUIZ

Instituto de Historia-CSIC, C/ Albasanz 26-28, 28037-Madrid, España

KEWIN PECHE-QUILICHINI

ASM - Archéologie des Sociétés Méditerranéennes, UMR5140, Univ. Paul-Valéry Montpellier, CNRS, MCC,
F-34000 Montpellier, France

Inrap Méditerranée, 561 rue Etienne Lenoir Km Delta, 30900 Nîmes, France

Résumé

Les fouilles de la structure 26 du site protohistorique de Cuciurpula (Serra-di- Scopamène/Sorbollano, Corse-du-Sud) ont livré un fragment de lingot dans un niveau précédant la construction de cette habitation, attribué au Bronze final 3 (IXe s. av. J.-C). Cet objet présente une section trapézoïdale et un bord extérieur concave. Il peut notamment être rapproché des lingots-barres ou en forme de cône tronqué. Les analyses de composition élémentaires ont permis d'identifier un alliage cuivre-plomb, avec une présence majoritaire de plomb. Cette composition singulière pose la question de son utilisation dans l'enrichissement des alliages cuivreux en plomb, une pratique perçue à la fin de l'âge du Bronze et au début de l'âge du Fer en particulier en Europe atlantique. Cet objet témoigne donc d'une métallurgie réalisée au sein de l'espace villageois, mais en marge des habitations, à proximité d'une structure interprétée comme un four.

Il enrichit les travaux récents mettant en avant le dynamisme de la production métallurgique en Corse à l'âge du Bronze final. Cependant, les analyses isotopiques du plomb contenu dans ce lingot suggèrent une provenance de la région d'Iglesias dans le sud-ouest de la Sardaigne. Il constitue donc un nouveau témoignage des relations étroites existant entre les deux îles et de l'insertion de la Corse dans les réseaux de transferts de savoir-faire et de matière première caractérisant l'âge du Bronze en Méditerranée.

Abstract

The excavations of structure 26 of the protohistoric site of Cuciurpula (Serra-di- Scopamène/Sorbollano, Corse-du-Sud) revealed a fragment of ingot in a level preceding the construction of the dwelling, attributed to the Late Bronze Age 3 (9th century BC). This object has a trapezoidal section and a concave outer edge and comes close to bar- or truncated conical ingots. Elemental compositional analyses identified a copper-lead alloy, with a majority presence of lead. This singular composition raises the question of its use in the enrichment of copper alloys with lead, a practice observed at the end of the Bronze Age and at the beginning of the Iron Age, particularly in Atlantic Europe. This object thus bears witness to a metallurgy carried out within the village space, but at the margin of the dwellings, near a structure interpreted as an oven. It enriches recent work and highlights the dynamism of metallurgical production in Corsica in the final Bronze Age. However, isotopic analyses of the lead contained in this ingot suggest a provenance from the Iglesias region in southwest Sardinia. It thus constitutes a new testimony of the close relations existing between the two islands and of Corsica's integration into the networks of know-how and raw material transfer characterizing the Bronze Age in the Mediterranean.

Riassunto

Gli scavi della struttura 26 del sito protostorico di Cuciurpula (Serra-di-Scopamène/Sorbollano, Corse-du-Sud) hanno rivelato un frammento di lingotto in un livello precedente alla costruzione di questa abitazione, attribuito al Bronzo finale 3 (IX secolo a.C.). Il reperto ha una sezione trapezoidale e un bordo esterno concavo. Può essere avvicinato a lingotti a forma di barre o troncoconici. Le analisi compositive elementari hanno individuato una lega rame-piombo, con una presenza maggioritaria di piombo. Questa singolare composizione solleva la questione del suo uso nell'arricchimento delle leghe di rame con il piombo, una pratica notata alla fine dell'età del bronzo e all'inizio dell'età del ferro, in particolare nell'Europa atlantica. Questo oggetto testimonia così una metallurgia effettuata all'interno dello spazio del villaggio, ma a margine delle abitazioni, in prossimità di una struttura interpretata come un forno. Arricchisce i lavori recenti che mettono in luce il dinamismo della produzione metallurgica in Corsica nell'ultima età del bronzo. Inoltre, le analisi isotopiche del piombo contenuto in questo lingotto suggeriscono una provenienza dalla regione di Iglesias nel sud-ovest della Sardegna. Esso costituisce quindi una nuova testimonianza delle strette relazioni esistenti tra le due isole e dell'integrazione della Corsica nelle reti di trasferimento di tecnologie e materie prime che caratterizzano l'età del bronzo nel Mediterraneo.

Un fragment de lingot de l'habitat protohistorique de Cuciurpula (Serra-di-Scopamène/Sorbollano, Corse-du-Sud)

THIBAUT LACHENAL

IGNACIO MONTERO RUIZ

KEWIN PECHE-QUILICHINI

1. Introduction

Le site de Cuciurpula est localisé au cœur de l'Alta Rocca, dans les montagnes du sud de la Corse. Il s'étend sur près d'une douzaine d'hectares sur les communes de Serra-di-Scopamène et de Sorbollano, à une altitude comprise entre 900 et 1080 m, dans un paysage caractérisé par une forte pente rythmée par des chaos granitiques. Sa reconnaissance provient de la présence de plus d'une trentaine de structures matérialisées par une couronne ovale de blocs de granite. Les fouilles qui s'y sont succédé entre 2008 et 2015 ont permis de fouiller sept de ces structures qui se sont révélées être des unités d'habitations participantes d'une agglomération à maille lâche dont l'occupation

débuta au Bronze final, pour s'achever à la fin du premier âge du Fer, de 1200 à 550 av. J.-C. (Pêche-Quilichini *et al.* 2015), avant des fréquentations ponctuelles entre le IV^e et le II^e siècle av. J.-C. Le site est également caractérisé par de nombreux abris qui ont probablement été utilisés comme caveau sépulcral (Pêche-Quilichini 2014a), ainsi que par des rampes aménagées qui devaient faciliter la circulation au sein du village (Pêche-Quilichini *et al.* 2014a). Les travaux réalisés ont permis de reconnaître un modèle d'occupation domestique (Pêche-Quilichini *et al.* 2015; Drieu *et al.* 2018) et de documenter un large panel d'activités associées, parmi lesquelles il faut mentionner la production de brai de bouleau pour réparer les récipients en céramique (Rageot *et al.* 2015) et

de pigment rouge à base d'hématite (Lambert *et al.* 2017).

La métallurgie est également attestée sur le site par différents types de vestiges mobiliers illustrant chaque étape des chaînes opératoires de production: minerais (de fer), scories, creusets, moules, outils lithiques liés à la déformation plastique et objets finis (Peche-Quilichini *et al.* 2012; Boutoille et Peche-Quilichini, *à paraître*).

La catégorie des demi-produits est également représentée par un unique artefact découvert à l'occasion des fouilles réalisées à l'emplacement de la structure 26. Cet article vise à présenter cet élément qui apporte de nouveaux éclairages sur les pratiques métallurgiques des habitants du site et plus largement sur l'insertion de ce dernier dans les réseaux d'échanges méditerranéens.

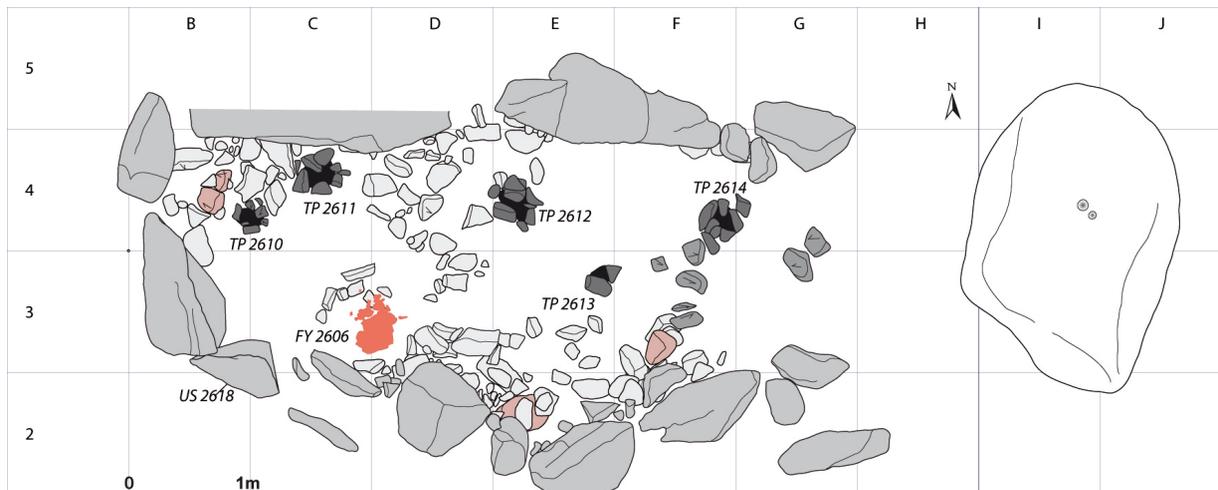


Fig. 1: Plan de la phase d'occupation de la Structure 26 de Cuciurpula (DAO T. Lachenal)

2. Le contexte de découverte: la structure 26

Ce fragment de lingot a été mis au jour à l'occasion des fouilles ayant intéressé la structure 26 du site, effectuées lors des campagnes 2014 et 2015. Celle-ci est localisée dans la partie centre-occidentale du site de Cuciurpula, à une altitude d'environ 1030 m, dans une zone à l'interface des aires d'extension des trois phases d'occupation principales du village. Cette partie de la montagne de Cuciurpula est caractérisée par une forte pente. Cependant, les constructeurs ont profité de la présence d'un chaos naturel occasionnant un replat d'une vingtaine de mètres carrés, pour

asseoir cette structure d'habitation. Cette dernière se caractérise par la technique architecturale traditionnelle du site, qui voit l'emploi de blocs de granite de grandes dimensions pour matérialiser son soubassement. Elle présente une surface interne que l'on peut évaluer à environ 12 m² et elle est orientée est-ouest, perpendiculairement à la pente. Son entrée devait se situer à l'est, au niveau d'une boule naturelle de granite contre laquelle la structure vient buter. La présence de cupules visiblement anthropiques sur ce bloc indique par ailleurs qu'il a été mis à profit dans la construction de la superstructure de l'habitation. Le soubassement en pierre, en grande partie visible en surface, se compose pour sa part de 14

blocs principaux de taille variable issus du chaos local, auxquels peuvent s'adjoindre d'autres

pierres de plus petite dimension (fig. 1).

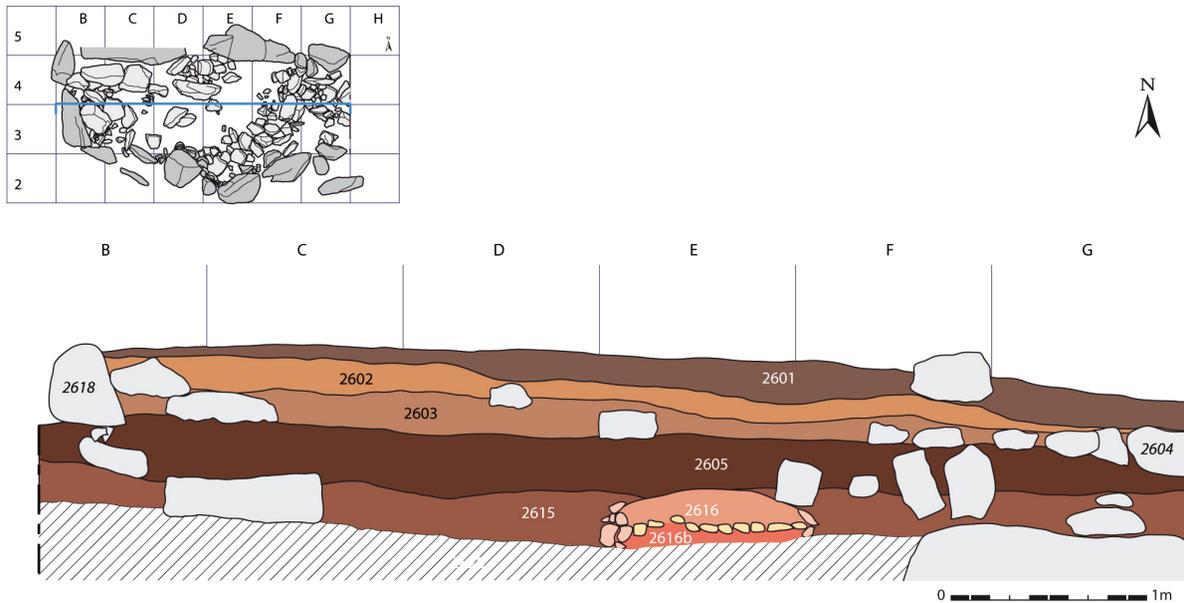


Fig. 2: Coupe stratigraphique de la Structure 26 de Cuciurpula (DAO T. Lachenal)

La stratigraphie identifiée pendant la fouille illustre quatre phases principales (fig. 2 et fig. 3). La dernière, correspondant aux niveaux d'humus récents (US 2601 et 2602), surmonte les niveaux de destruction de l'habitation. Celle-ci peut être imputée à un épisode catastrophique de type glissement de terrain ayant entraîné l'effondrement de la structure et son comblement par un important niveau de blocs et de terre (US 2603 et 2604) ayant scellé les niveaux d'occupation de la structure d'habitat à proprement parler. Cette dernière se matérialise par les blocs de la couronne périphérique (US 2618), disposés dans des tranchées de fondation

et maintenus par des pierres de calage, ainsi que par un ensemble de cinq trous de poteaux (TP 2610, 2611, 2612, 2613 et 2614) et par un foyer constitué d'une sole d'argile à surface lissée (US 2606) localisé contre le mur sud (fig. 1 et 3).

Le niveau correspondant à l'occupation de cette structure (US 2605) a livré un corpus céramique caractéristique du faciès de Nuciarsa du premier âge du Fer (Pêche-Quilichini 2012), et plus précisément, d'après la nature des décors identifiés, au VI^e s. av. J.-C. (fig. 5). Une phase d'occupation précédant la construction de la structure d'habitation à proprement parler a également été identifiée (fig. 6).

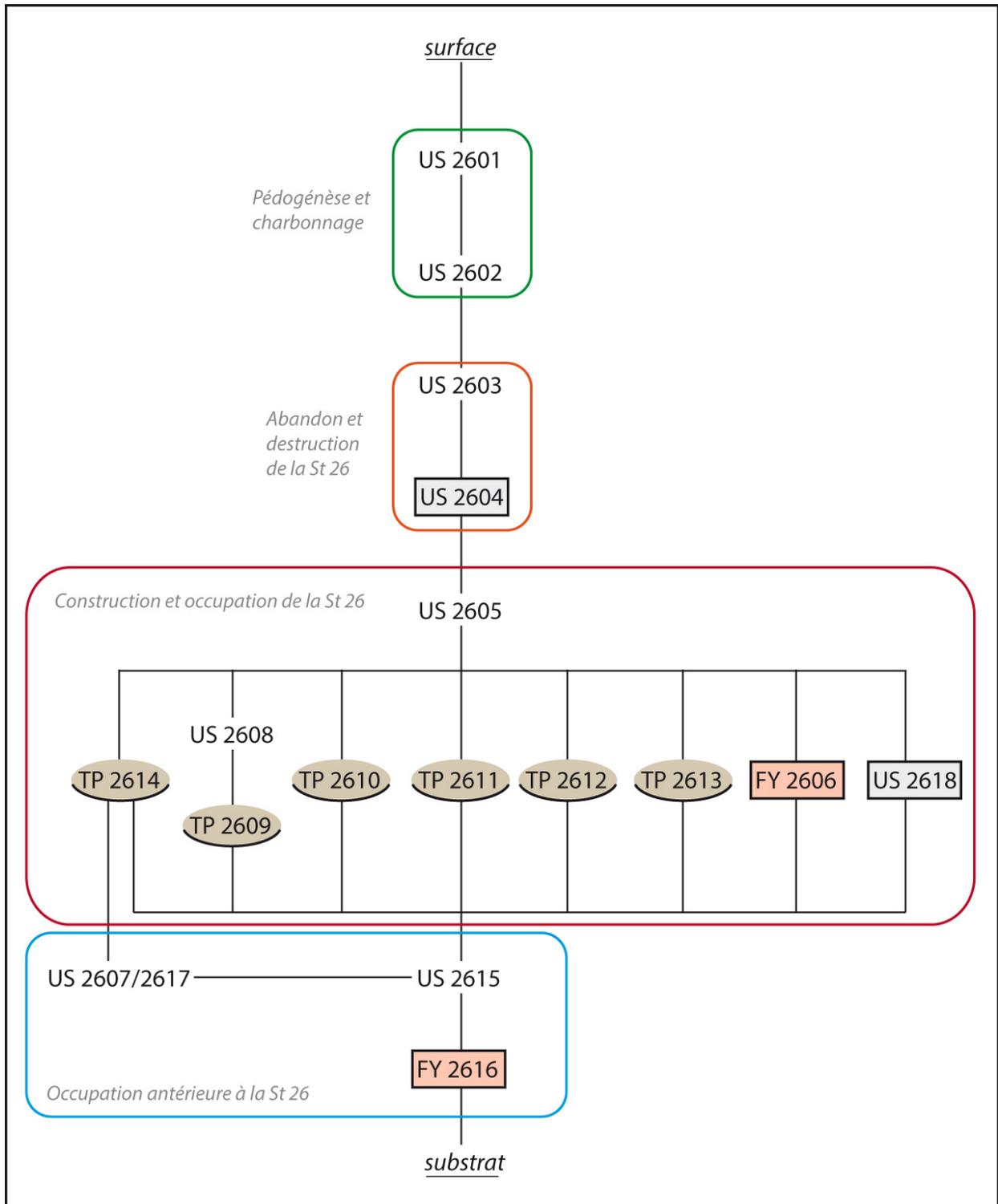


Fig. 3: Matrice stratigraphique de la Structure 26 de Cucurpula (DAO T. Lachenal)



Fig. 4: Vue de la Structure 26 de Cuciurpula en cours de fouille (cliché T. Lachenal)

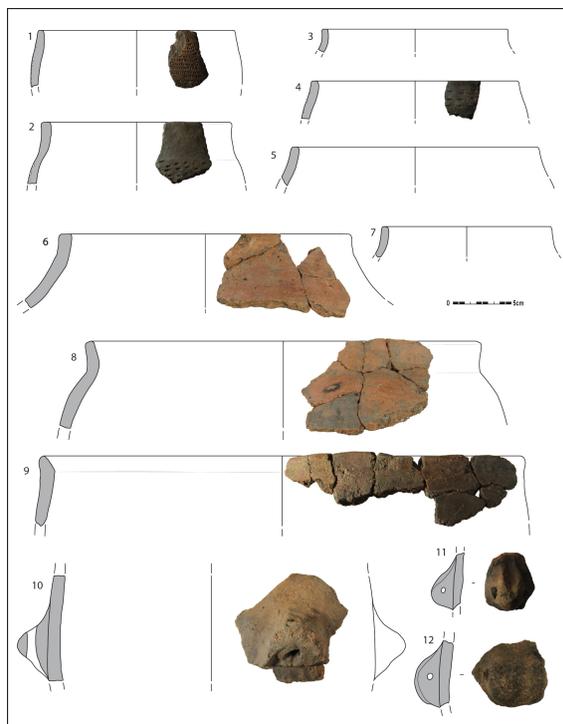


Fig. 5: Choix de mobilier céramique de l'US 2605 de la Structure 26, premier âge du Fer (DAO T. Lachenal)

Elle se matérialise par la construction d'un four (FY 2616) délimité par une couronne de blocs présentant au moins trois assises et au centre duquel étaient présents plusieurs niveaux de radiers de pierres et de céramiques surmontant une sole d'argile rubéfiée (fig. 6 et 7).

Le mobilier issu de ce four, ainsi que du niveau d'occupation correspondant à son utilisation (US 2615), s'intègre dans sa majorité au style « Apazzu-Castidetta-Cucuruzzu » du Bronze final du sud de la Corse (fig. 8). Par ailleurs, la rareté des formes basses, l'absence de fonds impressionnés sur vannerie et la présence d'éléments annonçant le premier âge du Fer, permettent de proposer une datation du Bronze final 3, correspondant au IX^e s. av. J.-C. environ (Pêche-Quilichini 2012, 208). C'est de ce niveau que provient le fragment de lingot dont il sera question.

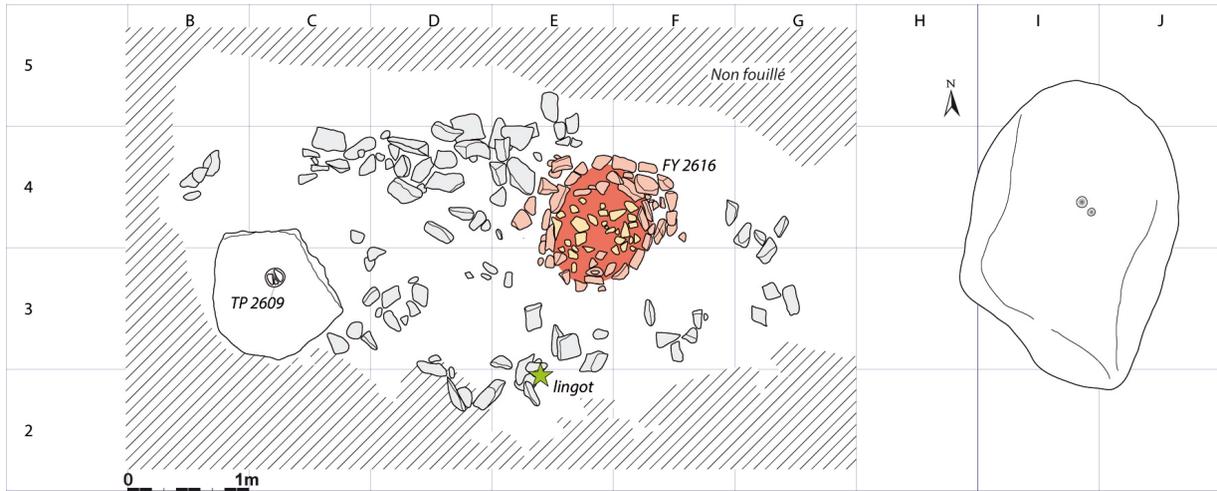


Fig. 6: Plan de l'occupation précédant la construction de la Structure 26 de Cuciurpula (DAO T. Lachenal)

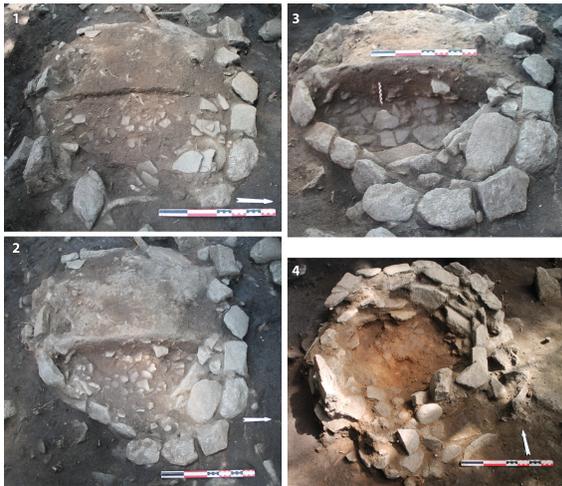


Fig. 7: Vues des étapes de la fouille du four FY2616 (clichés T. Lachenal)

Ce dernier a été découvert au sud du foyer, il est également associé à une meule en granite et des instruments en pierres de forme sphérique portant des traces de polissage (fig. 6). Ces différents vestiges peuvent correspondre à un secteur d'activité localisé en marge de l'habitat, comprenant notamment des opérations métallurgiques.

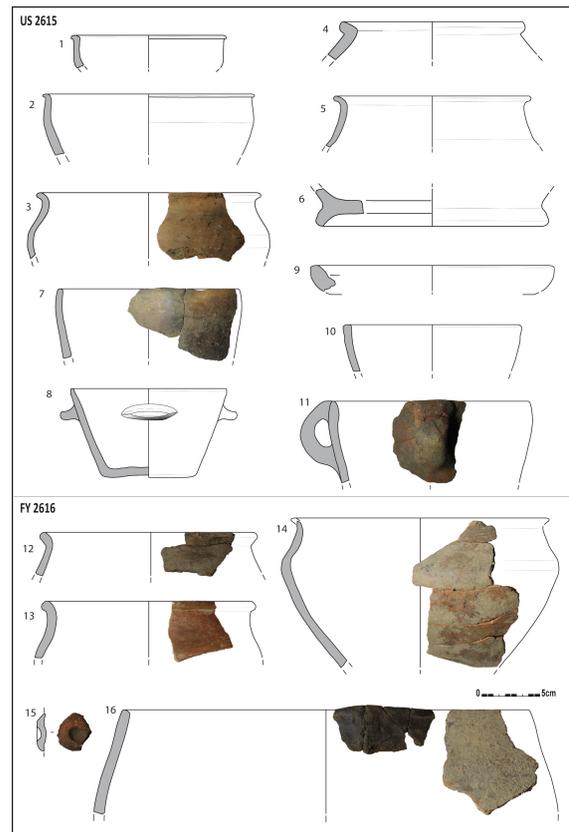


Fig. 8: Choix de mobilier céramique de l'US 2615 et FY 2616, Bronze final (DAO T. Lachenal)

3. Le fragment de lingot

3.1. Morphologie et typologie

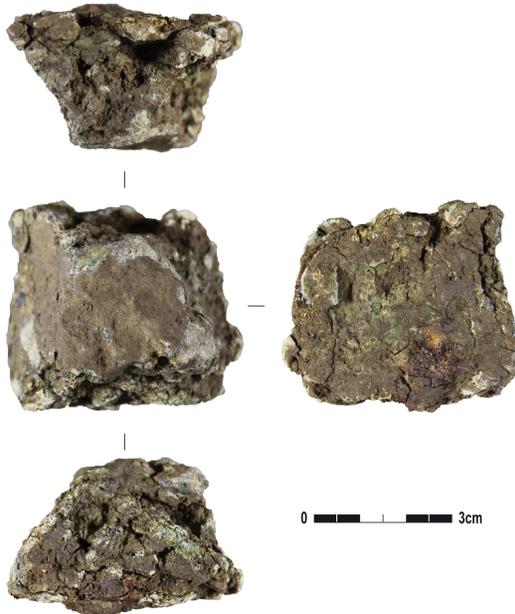


Fig. 9: Vues des différentes faces du fragment de lingot de l'US 2615 (clichés T. Lachenal)

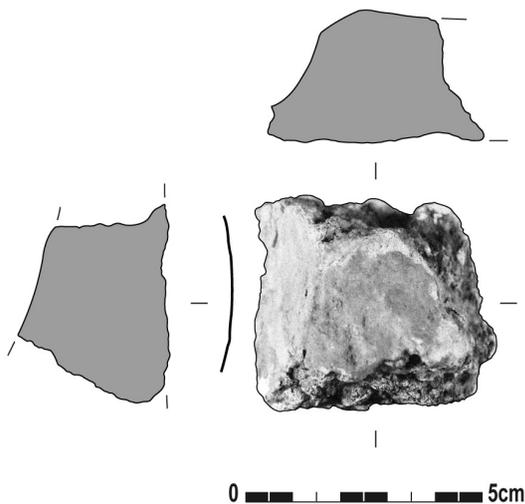


Fig. 10: Fragment de lingot de l'US 2615 (DAO T. Lachenal)

Il s'agit d'un fragment de lingot mesurant 5 cm de longueur pour 4,6 cm de largeur (fig. 9 et 10). L'objet présente une section trapézoïdale, une face inférieure grumeleuse, une face supérieure plus régulière et un bord extérieur concave. La forme conservée aurait pu évoquer l'extrémité un fragment de lingot en «peau de bœuf», forme de demi-produit du cuivre ayant fait l'objet d'un commerce en méditerranée centrale et orientale entre le XIV^e et le XI^e s. av. J.-C., et dont un exemplaire entier est connu pour la Haute-Corse, à Sant'Anastasia dans la vallée du Golu (Lo Schiavo 2013). Les analyses de composition permettent néanmoins d'écarter cette hypothèse. Cet objet ne semble pas non plus s'apparenter à un fragment de lingot plano-convexe, correspondant à la forme de demi-produits la plus répandue à l'âge du Bronze. Il faut peut-être le rapprocher des lingots en barre, connus dans le sud de la France au Bronze final dans le dépôt de Terra Fort à Octon dans l'Hérault (Chardenoux et Courtois 1979, pl. 88, n°6-7). D'autres lingots-barres sont également signalés dans la région au premier âge du Fer, dans les dépôts launaciens datant du VI^e s. av. J.-C. (Guilaine *et al.* 2017), mais leur morphologie, plate ou plano-convexe, s'écarte le plus souvent du fragment de Cuciurpula, à l'exception peut-être d'un exemplaire de Carcassonne (Guilaine 1969, fig.132). Enfin, un rapprochement peut également être fait avec les lingots en forme de cône tronqué connus en Sardaigne à Funtana Janna (Bonnanaro), dont un exemplaire a été réalisé avec du cuivre dont les analyses isotopiques sont compatibles avec des minerais du nord de l'île. Ces objets présentent une surface concave, comme sur le fragment de Cuciurpula, et leur contour irrégulier pourrait expliquer la forme du bord externe, également concave, de ce dernier (Begemann *et al.* 2001, fig. 5, 69). Cette morphologie, également documentée en France atlantique, est vraisemblablement liée à l'emploi d'un fond de

vase pour mouler le lingot (Le Carlier de Veslud *et al.* 2014).

3.2. Compositions élémentaires du métal et isotopique du plomb

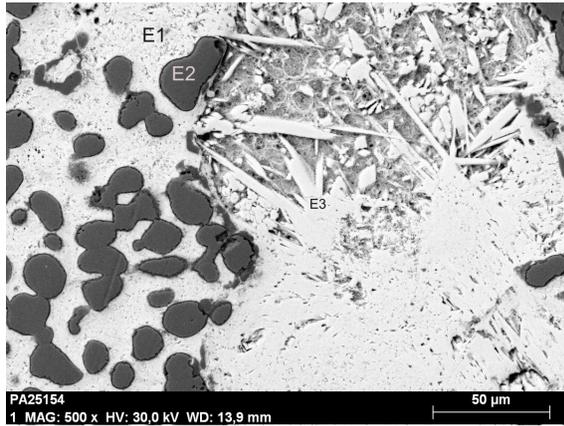


Fig. 11: Image prise au MEB du bord de l'échantillon du lingot de Cuciurpula montrant la couche d'oxyde de plomb à droite et la ségrégation du cuivre (foncé) et du plomb (clair) (I. Montero-Ruiz)

L'étude a été réalisée sur un petit fragment détaché de la surface du lingot. L'analyse de surface à l'aide d'un spectromètre de fluorescence X portable (INNOV-X mod. Alpha) a permis d'identifier un alliage cuivre-plomb, avec une présence majoritaire de plomb (Tab. 1). Aucun autre élément n'est détecté à l'exception du fer dans la partie la plus externe de l'échantillon. Des images et une composition élémentaire détaillée des phases identifiées ont également été obtenues par l'intermédiaire d'un Microscope électronique à balayage à pression variable (MEB-VP) *Hitachi S3400 n, type II*. L'analyse élémentaire par Energie Dispersive de rayons X (EDX) a été réalisée à l'aide d'un

détecteur *SDD Bruker Quantax 4010* couplé au MEB, avec une unité de traitement externe Bruker AXS SVE III. Les résultats quantitatifs ont été comparés à l'aide de modèles virtuels et traités à l'aide du logiciel Bruker Quantax SPRIT v. 1.2.

La figure 11 indique la présence sur le bord externe d'une couche d'oxyde de plomb et de chlorures de plomb, tandis que vers l'intérieur sont visibles des éléments isolés de cuivre métallique (en sombre) entourés de plomb oxydé. La même séparation du cuivre et du plomb, qui ne sont que partiellement miscibles sous forme liquide et pratiquement insolubles sous forme solide, est notable sur la figure 12.

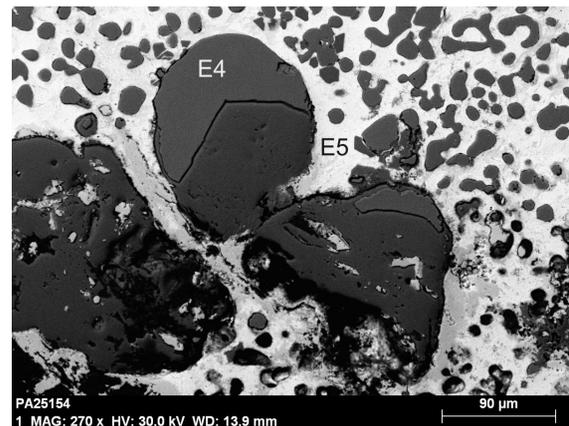


Fig. 12: Image prise avec le MEB de la séparation du cuivre et du plomb dans le lingot de Cuciurpula (I. Montero-Ruiz)

Les données du tableau 2 concernant les zones marquées aux figures 11 et 12 montrent l'oxydation différentielle entre le plomb et le cuivre.

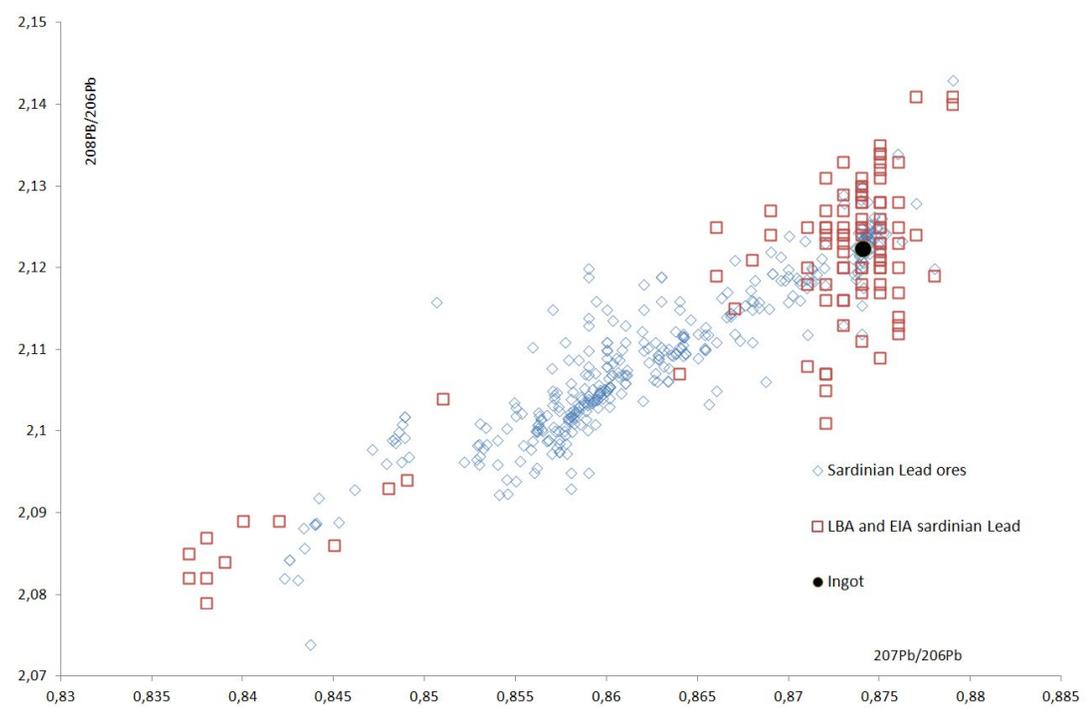
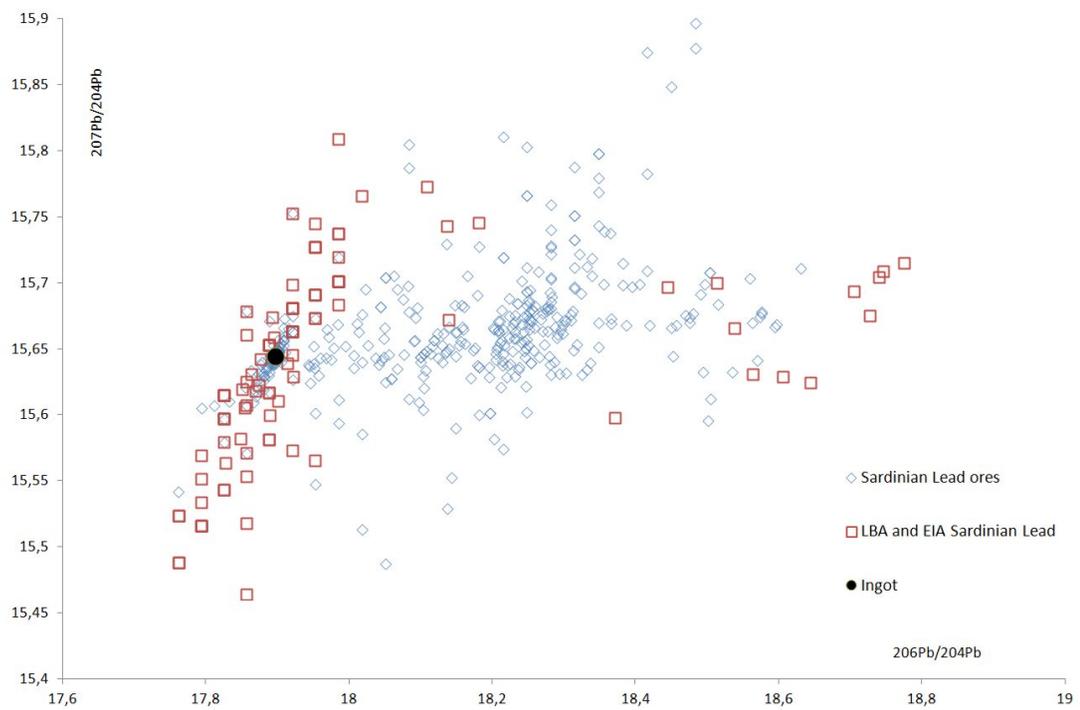


Fig. 13: Représentations graphiques des résultats des analyses isotopiques du plomb, comparant les valeurs obtenues pour le lingot de Cu-Pb de Cuciarpula avec celles des minerais de plomb de Sardaigne et des objets archéologiques en plomb des périodes nuragique et de l'âge du Fer de l'île (I. Montero-Ruiz)

Une partie de l'échantillon a été envoyée au *Curt-Engelhorn-Zentrum Archäometrie* (Mannheim, Allemagne) pour l'analyse des isotopes du plomb par spectrométrie de masse avec plasma à couplage inductif à multi-collecteurs (MC-ICP-MS). Le plomb étant majoritaire dans la composition de l'objet, l'origine du métal identifié est celle du plomb. Les résultats obtenus ont été confrontés aux informations géologiques disponibles en Méditerranée occidentale et en particulier en Sardaigne (OXALID, Begemann *et al.* 2001, Valera *et al.* 2005). Bien que nous ne disposions pas d'informations sur les mines de plomb de Corse, les valeurs indiquent un rapprochement avec des formations très anciennes (Cambrien) qui ne sont connues que dans le sud-ouest de la Sardaigne et dans le sud de la péninsule ibérique. La figure 13 compare ce résultat aux données disponibles sur les isotopes des minerais de plomb de Sardaigne et des objets en plomb des âges du Bronze et du Fer. Le lingot de Cuciurpula s'intègre dans la distribution du plomb archéologique, dont l'origine provient majoritairement de la région d'Iglesias dans le sud-ouest de l'île.

4. L'alliage cuivre-plomb et les bronzes au plomb: des recettes du Bronze final?

Le lingot de Cuciurpula apparaît donc être constitué d'un alliage de cuivre et de plomb, pour lequel les analyses isotopiques suggèrent une provenance du sud-ouest de la Sardaigne. Cette composition, singulière pour ce type d'objet, pose des questions sur sa fonction. Des lingots, de forme bipenne ou en barre, faits d'un alliage binaire cuivre-plomb à teneur élevée en plomb (avec une moyenne de 24,8 % et jusqu'à 89,1 %) sont notamment connus dans des dépôts de la fin de l'âge du Bronze en Slovénie. Cette composition se retrouve également pour des haches à douille ou à ailerons dans cette région,

où il faut également noter que de nombreux objets du Bronze final témoignent d'une forte teneur en plomb (Huth 2000). D'autres exemples de fragments de lingots plano-convexes constitués d'un alliage cuivre-plomb sont connus dans le nord-est de la péninsule ibérique, au VII^e-VI^e s. av. J.-C., à Sant Jaume Mas d'En Serrá (de 5,49 à 62,1 % de Pb), Can Roqueta Can Revell (73,4 %) et Tossal del Mortorum (13,1 %). Ils sont mis en relation avec l'apparition de bronze au plomb durant cette même période (Montero-Ruiz *et al.* 2010-2011). S'y ajoutent deux lingots en forme de pain provenant d'Aljubs à Minorque (3,61 et 5,9 % de Pb), qui pourraient être plus anciens, de la fin de l'âge du Bronze. Ils ont été découverts avec cinq autres exemplaires de forme similaire en cuivre (*ibid*). Enfin, nous pouvons également citer un lingot-barre à section plano-convexe du dépôt launacien (VI^e s. av. J.-C.) de La-Croix-de-Mus à Murviel-les-Béziers (Hérault), correspondant à un cuivre allié à 17 % de plomb. Bien que cet exemplaire soit unique en son genre, les lingots-barres issus de ces dépôts se sont tous révélés être le résultat d'un alliage, sans que leur composition ne soit comparable à celle des objets manufacturés qui en sont issus. Dès lors, ils ne peuvent être considérés ni comme le résultat de la refonte de ces objets ni même comme des ébauches. L'hypothèse a donc été émise qu'ils servaient au métallurgiste dans l'ajustement de ses alliages, afin de contrôler la teneur désirée en cuivre, étain et plomb (Guilaine *et al.* 2017, 136; 159). Une fonction similaire peut-elle être proposée pour le fragment de Cuciurpula, dont la forme, nous l'avons vu, se rapproche de certains lingots-barres? Suivant ce postulat, le lingot de Cuciurpula aurait été utilisé par un artisan pour augmenter la teneur en plomb de ses alliages, au moment de leur préparation dans le creuset. L'ajout de plomb dans les objets en bronze présente plusieurs intérêts discutés à diverses reprises (Huth 2000, 25; Northover 2009, 352;

Tremblay Cormier et Mille 2016, 804). Cela permet notamment d'améliorer le processus de coulée en abaissant le point de fusion et la viscosité du métal. D'autre part, le plomb aurait pu être utilisé en substitution de l'étain, dans le cas d'un appauvrissement de la disponibilité de ce métal ou des stocks de bronze recyclable. Cela pourrait en partie expliquer l'abondance des bronzes à teneur élevée en plomb au début de l'âge du Fer, en particulier aux VII^e-VI^e s. av. J.-C., à un moment où l'on assiste à une restructuration des réseaux d'échanges caractérisant l'âge du Bronze (Huth 2000, 35). Dans l'espace atlantique, le plomb joue néanmoins un rôle important dans les recettes métallurgiques dès le Bronze final, que ce soit dans les îles Britanniques (Northover 1981), dans l'ouest de la France (Le Carlier de Veslud *et al.* 2015) ou la péninsule ibérique (Montero Ruiz *et al.* 2003). Son ajout volontaire dans les alliages cuivreux est par ailleurs également documenté en Sardaigne à la fin de l'âge du Bronze (Begemann *et al.* 2001). L'introduction de cette recette métallurgique peut-elle être mise au compte des relations entretenues entre la Sardaigne et la péninsule ibérique au Bronze final (Lo Schiavo 2012)?

En Corse, les analyses chimiques restent trop peu fréquentes pour juger de la représentativité du plomb dans les alliages cuivreux protohistoriques. Tout juste peut-on signaler qu'une hache à rebords relevés de typologie nuragique du site de Torre (Porto-Vecchio, Corse-du-Sud), témoigne de taux élevés de plomb et de fer, alors que l'étain y est faiblement représenté (Salvà *et al.* 2017, 901). Cette unique analyse concerne *a fortiori* un objet pour lequel la chronologie s'étale entre le Bronze moyen et les débuts de l'âge du Fer (Lo Schiavo 1989-90; Ialongo 2010). Elle présente néanmoins l'intérêt de confirmer l'existence de l'ajout volontaire de plomb dans les productions métallurgiques protohistoriques de Corse.

5. La place de la métallurgie dans l'espace villageois de Cuciurpula

A Cuciurpula, la métallurgie est documentée à l'intérieur même des habitations de l'âge du Fer, dans la structure 1 (Pêche-Quilichini *et al.* 2012) mais aussi dans la structure 26 même, qui a livré un déchet de coulée d'un alliage cuivreux (US 2605). Pour l'occupation du Bronze final 3 à laquelle se rapporte le lingot, il semblerait que cette activité se soit déroulée en marge des habitations, à proximité d'un four (FY 2616) qui a d'ailleurs potentiellement été employé pour la préparation du métal à la fonte. Sa forme se démarque en effet des foyers culinaires présents dans les habitations du site, qui se caractérisent le plus souvent par des simples plaques d'argiles rubéfiées entourées d'une couronne de pierres. Il a par ailleurs fait l'objet de nombreuses rechapés indiquant une utilisation intense et répétée. Ce contexte trouve également un écho dans les fouilles de l'habitation 1. En effet, un niveau attribué au IX^e s. av. J.-C. précédant l'installation de cette structure a livré deux objets en quartzite liés aux travaux de déformation plastique des métaux (Boutouille et Pêche-Quilichini, *à paraître*). Faut-il y voir une évolution de la place de cette activité dans l'espace villageois, localisé à l'extérieur des habitations au Bronze final puis au cœur de celle-ci au premier âge du Fer ?

6. Conclusion

Le lingot de Cuciurpula constitue le témoignage précieux d'une métallurgie réalisée au sein de l'espace villageois à la fin de l'âge du Bronze en Corse, alors même que les espaces dédiés à cette pratique sont bien souvent difficiles à mettre en évidence. Il témoigne également de la maîtrise de cette activité par les artisans locaux, vraisemblablement amenés à doser leurs alliages en y intégrant volontairement du plomb. Les

données se multiplient ces dernières années qui mettent en évidence le dynamisme de l'île dans la production métallurgique protohistorique, en particulier grâce à la reconnaissance et l'étude des moules de coulée, des creusets ou des matrices pour le repoussé (Peche-Quilichini 2014b ; Peche-Quilichini *et al.* 2014b; Graziani *et al.* 2014). Les témoins métalliques de cette artisanat sont en revanche singulièrement peu nombreux, en raison notamment de la marginalité du phénomène des dépôts de bronzes sur l'île (Peche-Quilichini et Mary, *à paraître*), qui contraste nettement avec leur abondance en Sardaigne et en Italie centrale (Lehoërff 2007; Lo Schiavo *et al.* 2009; Ialongo 2010). Cependant, malgré le dynamisme de cette métallurgie locale, le plomb présent dans le lingot découvert à Cuciurpula provient selon toute vraisemblance du sud-ouest de la Sardaigne. Ce résultat s'ajoute aux autres témoignages d'échanges et de proximité culturelle entre les deux îles à l'âge du Bronze, commentés à de nombreuses reprises, en particulier pour ce qui concerne l'architecture monumentale (Peche-Quilichini 2011; Usai 2013). Ces relations avec la Sardaigne sont en revanche beaucoup plus marquées dans le sud de la Corse, ce qui participe d'une distinction culturelle entre les parties méridionale et septentrionale de l'île (Peche-Quilichini 2014c). Or, les gisements métalliques, de cuivre et de plomb notamment, y sont principalement présents dans la partie nord (Heetveld 1980). Il n'est dès lors pas étonnant que dans le sud de la Corse l'approvisionnement en métaux se soit effectué au moins partiellement par l'intermédiaire de la Sardaigne. Le poids de ce partenaire commercial au détriment d'une exploitation locale reste inconnu faute d'analyses. Il faut néanmoins souligner que le lingot «peau de bœuf» en cuivre découvert à Sant'Anastasia (Borgo) dans le nord de la Corse, pourrait provenir de Chypre, et qu'un relais depuis la Sardaigne nuragique constitue une

hypothèse des plus probables (Lo Schiavo 2013, 16). Malgré une métallurgie extractive ancienne documentée sur l'île (Camps 1988), les besoins en métaux des sociétés protohistoriques de Corse n'étaient peut-être pas comblés par les ressources locales. Une consommation intense du bronze, à flux tendu (Mordant *et al.* 2004), pourrait notamment y expliquer la rareté des phénomènes de thésaurisation. Cette région n'est pas moins pleinement intégrée aux réseaux de transferts de savoir-faire et de matière première qui caractérisent l'âge du Bronze en Méditerranée. L'objet à l'origine de cet article en constitue un nouveau témoignage.

Remerciements

Ce travail est inscrit dans l'axe thématique «Contacts de cultures et Constructions identitaires» du programme scientifique du Labex ARCHIMEDE, programme IA-ANR-11-LABX-0032-01. Nous remercions chaleureusement Fulvia Lo Schiavo pour son aide déterminante dans l'analyse de ce lingot.

Bibliographie

Begemann F., Schmitt-Strecker S., Pernicka E., 2001, Chemical Composition and Lead Isotopy of Copper and Bronze from Nuragic Sardinia, *European Journal of Archaeology* 4 (1), 43-85.

Boutoille L., Peche-Quilichini K., *à paraître*, Les outils lithiques liés à la déformation des métaux du site de Cuciurpula (Corse, Bronze final/premier âge du Fer), in : Boutoille L. (dir.), *The metalworker and his tools: symbolism, function and technology in the Bronze and Iron Age*, Proceedings of the MeTools Conference, Belfast, juin 2016.

Camps G. (dir.), 1988, *Terrina et le Terrinien : recherches sur le chalcolithique de la Corse*.

Ecole française de Rome, Rome (Collection de l'École Française de Rome, 109).

Chardenoux M.-B., Courtois J.-C., 1979, *Les haches dans la France méridionale*. C. H. Beck, München (Prähistorische Bronzefunde, IX/11).

Drieu L., Peche-Quilichini K., Lachenal T., Regert M., 2018, Domestic activities and pottery use in the Iron Age Corsican settlement of Cuciurpula revealed by organic residue analysis, *Journal of Archaeological Science: Reports* 19, 213–223.

Graziani J., Paolini-Saez H., Peche-Quilichini K., Soula F., 2014, *Contribution à l'étude des paléométallurgies corses : les matrices pour le repoussé*, in Sénépart I., Leandri F., Cauliez J., Perrin T., Thirault E. (dir.), *Chronologie de la Préhistoire Récente dans le Sud de la France. Acquis 1992-2012. Actualités de la recherche*. Actes des X^e Rencontres Méridionales de Préhistoire Récente (Ajaccio, octobre 2012), Archives d'Ecologie Préhistoriques, Toulouse, 447-457.

Guilaine J., Carozza L., Garcia D., Gasco J., Janin T., Mille B., 2017, *Launac et le Launacien. Dépôts de bronzes protohistoriques du sud de la Gaule*. Presses Universitaires de la Méditerranée, Montpellier.

Guilaine J., 1969, Le dépôt de bronzes de Carcassonne, *Revue archéologique de Narbonnaise* 2, 1-28.

Heetveld H., 1980, *Activités minières en corse. Essai de synthèse*. Bureau de recherches géologiques et minières, Orléans.

Huth C., 2000, Quantity and Quality in Late Bronze and Early Iron Age Exchange Systems, in: Giurlia-Mair A. (ed.), *Ancient Metallurgy between Oriental Alps and Pannonian Plain*. Trieste, 25–39 (Quaderni dell'Associazione Nazionale per Aquileia, 8).

Ialongo N., 2010, Ripostigli e complessi di Bronzi Votivi della Sardegna Nuragica tra Bronzo Recente e Prima Età del Ferro. Proposta di una scansione cronologica, *Origini: Preistoria e protostoria delle civiltà antiche* 32, 315-352.

Lambert M., Skeates R., Le Bourdonnec F.-X., Dubernet S., Peche-Quilichini K., Paolini-Saez H., Milanini J.-L., Lefrais Y., 2017, Iron oxide artefacts in late prehistoric Corsica: towards a physico-chemical characterisation, in: *The exploitation of raw materials in Prehistory: sourcing, processing and distribution*. Cambridge Scholars Publishing, Newcastle, 572-586.

Le Carlier de Veslud C., Edme L., Fily M., 2014, Lingots et déchets de fonderie dans les dépôts de l'horizon de l'épée à pointe en langue de carpe (Bronze final IIIb) : proposition de typologie, *Bulletin de la Société préhistorique française* 111 (3), 509-522.

Le Carlier de Veslud C., Le Bannier J.-C., Marcigny C., Fily M., 2015, L'analyse chimique des objets à base cuivre protohistoriques. Des données complémentaires aidant à l'attribution chronologique des dépôts, *Bulletin de l'association pour la promotion des recherches sur l'âge du Bronze* 13, 81-86.

Lehoërf A., 2007, *L'artisanat du bronze en Italie centrale (1200-725 avant notre ère). Le métal des dépôts volontaires*, École française de Rome, Rome (Bibliothèque des Écoles françaises de Rome et d'Athènes, 335).

Lo Schiavo F., 1989-90, Le più antiche asce a margini rialzati della Sardegna, *Rivista di scienze preistoriche* 42, 241-270.

Lo Schiavo F., 2012, Interconnessioni fra Mediterraneo e Atlantico nell'età del bronzo: il punto di vista della Sardegna, *Cuadernos de Arqueología Mediterránea* 21, 107-134.

Lo Schiavo F., 2013, *I lingotti "a forma di pelle di bue" da S. Anastasia (Borgo) e da Sète, nel quadro della problematica della navigazione e degli scambi nel Mediterraneo centrale*, in Pergola P., Lo Schiavo F. (dir.), *Les lingots peau-de-bœuf et la navigation en Méditerranée centrale*, Actes du IIème colloque international (Lucciana, Mariana, 15-18 septembre 2005), Alain Piazzola, Ajaccio, 15-32 (Patrimoine d'une île = Patrimoni u isulanu, 4).

Lo Schiavo F., Falchi P., Milletti M., 2009, *Accumulo e tesaurizzazione dei metalli nella Sardegna nuragica*, in *Corsica e nell'Etruria tirrenica nella fase BF 3/I Fe 1*, in Bonnardin S., Hamon C., Lauwers M., Quilliec B. (dir.), *Du matériel au spirituel : réalités archéologiques et historiques des "dépôts" de la Préhistoire à nos jours*, actes des rencontres 16-18 octobre 2008, Association pour la Promotion et la Diffusion des Connaissances archéologiques, Antibes, 203-213

Montero-Ruiz I., Rovira Llorens S., Delibes de Castro G., Fernández - Manzano J., Fernández-Posse D., Ignacio Herrán J., Martín C., Maicas R., 2003, High leaded bronze in the Late Bronze Age metallurgy of the Iberian Peninsula, in *Archaeometallurgy in Europe, International Conference, 24-25-26 September 2003, Milan, Italy, Proceedings*, Associazione Italiana di Metallurgia, Milano, 39-46.

Montero Ruiz I., Santos Retolaza M., Rovira Hortalá C., Renzi M., Murillo-Barroso M., Hunt Ortiz M. A., Gener Moret M., Castanyer P., 2010-2011, Lingotes plano-convexos de cobre en la primera mitad del I milenio AC en la Península Ibérica, in Homenaje a D. Manuel Santoja Alonso, *Boletín de la Asociación Española de Amigos de la Arqueología* 46, 99-119.

Mordant C., Gabillot M., Krolikowski F., Saligny L., 2004, *Approche de la notion de flux de métal et de recyclage au sein des sociétés*

européennes de l'Âge du Bronze, in Lehörff A. (dir.), *L'Artisanat métallurgique dans les sociétés anciennes en Méditerranée occidentale*, Actes du colloque de Ravello, 2000, École française de Rome, Rome, 263-285 (collection de l'École française de Rome, 332).

Northover P., 1981, Metallurgy in Bronze Age Archaeology, *Revue d'archéométrie* 1, 215-224.

Northover P., 2009, *Analysis and Metallography of Copper Alloy Metalwork*, in A. Lippert, P. Stadler (dir.), *Das spätbronze- und früheisenzeitliche Gräberfeld von Bischofshofen-Pestfriedhof*, Rudolf von Habelt, Bonn, 351-384 (Universitätsforschungen zur prähistorischen Archäologie, 168).

Peche-Quilichini K., 2011, *Les monuments turriformes de l'âge du Bronze en Corse: tentative de caractérisation spatiale et chronologique sur fond d'historiographie*, in Garcia D. (dir.), *L'âge du Bronze en Méditerranée : Recherches récentes*, Séminaire d'Antiquités nationales et de Protohistoire européenne d'Aix-en-Provence, Errance, Paris, 155-170.

Peche-Quilichini K., 2012, Le Bronze final et le Premier Age du fer de la Corse : chronologie, production céramique et espaces culturels, *Acta Archaeologica* 83 (1), 203-223.

Peche-Quilichini K., 2014a, Entre riz et peigne. Le mobilier du deuxième âge du Fer initial de l'abri 3 de Cuciurpula (Corse): une illustration de la reprise funéraire d'un espace domestique délaissé ?, *Rassegna di Archeologia* 24, 9-21.

Peche-Quilichini K., 2014b, Sous le tesson, l'alliage. Note morphologique et chronologique sur les creusets de l'âge du bronze de Corse, *Bulletin de l'association pour la promotion des recherches sur l'âge du Bronze* 12, 129-133.

Peche-Quilichini K., 2014c, Processus de régionalisation des productions matérielles et des

modes d'acquisition de modèles exogènes en Corse à l'âge du Bronze et au premier âge du Fer, *Archimède: archéologie et histoire ancienne* 1, 191-202.

Peche-Quilichini K., Mary J.-B., à paraître, *La Corse aurait-elle échappé au phénomène des dépôts d'objets métalliques durant l'âge du Bronze?* in « *Entre deux mers* » et *Actualité de la Recherche*, Actes des XII^e Rencontres Méridionales de Préhistoire Récente, Bayonne, 29 septembre - 1er octobre 2016.

Peche-Quilichini K., Bergerot L., Lachenal T., Martinetti D., Py V., Regert M., 2012, *Les fouilles de Cuciurpula : la structure I*, in K. Peche-Quilichini (dir.), *L'âge du Fer en Corse - Acquis et perspectives*. Actes de la Table-Ronde de Serra-di-Scopamène, 7 août 2009, Associu Cuciurpula, Serra-di-Scopamène, 35-57.

Peche-Quilichini K., Delvaux S., Lachenal T., De Lanfranchi F., 2014a, Espaces de circulation, espaces de cheminement. Quelques « pistes » de réflexion pour le Sud de la Corse entre Bronze final et premier âge du Fer, *Bulletin de la Société Préhistorique Française* 111 (1), 101-128.

Peche-Quilichini K., Graziani J., Antolini G.-F., Gardella M.-A., Milletti M., 2014b, *Les matrices de fusion protohistoriques de Corse : état de la recherche et découvertes récentes*, in Sénépart I., Leandri F., Cauliez J., Perrin T., Thirault E. (dir.), *Chronologie de la Préhistoire Récente dans le Sud de la France. Acquis 1992-2012. Actualités de la recherche*. Actes des X^e Rencontres Méridionales de Préhistoire Récente (Ajaccio, octobre 2012), Archives d'Ecologie Préhistoriques, Toulouse, 431-446.

Peche-Quilichini K., Delvaux S., Lachenal T., Grevey A.-L., Amici S., de Lanfranchi F., Bartoloni G., Milletti M., Bergerot L., Mottolese C., Biancifiori E., Volpi A., Colomba Carraro

C., 2015, L'espace domestique au Bronze final et au premier âge du Fer dans le sud de la Corse, *Trabajos de Prehistoria* 72 (2), 259-281.

Rageot M., Peche-Quilichini K., Py V., Filippi J.-J., Fernandez X., Regert M., 2015, Exploitation of beehive products, plant exudates and tars in Corsica during the early Iron Age, *Archaeometry* 58 (2), 315-332.

Salvà B., Peche-Quilichini K., Perelló L., Lull B., Cesari J., 2017, *Considérations préliminaires sur la composition chimique des bronzes de l'âge du Bronze ancien et moyen des Baléares et de Corse*, in Lachenal T., Mordant C., Nicolas T., Véber C. (dir.), *Le Bronze moyen et l'origine du Bronze final en Europe occidentale, de la Mer du Nord à la Méditerranée (XVII^e-XIII^e siècles avant notre ère)*, Colloque APRAB "Bronze 2014", Strasbourg 17 au 20 juin 2014, Strasbourg, 893-901 (Mémoires d'Archéologie du Grand-Est 1).

Tremblay Cormier L., Mille B., 2016, Étude archéométallurgique de parures hallstattiennes en alliage cuivreux du Rhin supérieur, *Bulletin de la Société préhistorique française* 113 (4), 785-808.

Usai A., 2013, *Gli insediamenti nella Corsica protostorica: osservazioni e interrogativi dal punto di vista nuragico*, in: Pergola P., Lo Schiavo F. (dir.), *Les lingots peau-de-bœuf et la navigation en Méditerranée centrale*, Actes du II^e colloque international (Lucciana, Mariana, 15-18 septembre 2005), Alain Piazzola, Ajaccio, 211-228 (Patrimoine d'une île = Patrimoniu isulanu, 4).

Valera R.G., Valera P.G., Rivoldini A., 2005, *Sardinian ore deposits and metals in the Bronze Age*, in Lo Schiavo F., Giumlia-Mair A., Sanna U., Valera R. (eds.), *Archaeometallurgy in Sardinia from the Origins to the beginning of Early Iron*, Monique Mergoïl, Montagnac, 43-87 (Monographie Instrumentum, 30).

Análisis	Fe	Ni	Cu	Zn	As	Ag	Sn	Sb	Au	Pb	Bi
PA25154A	ND	ND	32,2	ND	ND	ND	ND	ND	ND	67,8	ND
PA25154B	0,45	ND	24,8	ND	ND	ND	ND	ND	ND	74,8	ND

Tableau 1: Composition élémentaire (% en poids) par pXRF du lingot de Cuciurpula (I. Montero-Ruiz)

Spectrum	O	Al	Cl	Cu	Pb
PA25154_E1	10,4	-	4,5	5,1	80
PA25154_E2	0,74	-	-	89,3	9,9
PA25154_E3	12,7	0,3	4,9	2,6	79,5
PA25154_E4	0,73	-	-	93,2	6,1
PA25154_E5	21,7	-	-	4,2	74

Tableau 2: Composition élémentaire (% en poids) par MEB-EDX du lingot de Cuciurpula. Les zones analysées sont indiquées sur les figures 11 et 12 (I. Montero-Ruiz)

Lab no.	Original ID1	$^{208}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ mean	$^{207}\text{Pb}/^{206}\text{Pb}$ mean	$^{208}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ mean	$^{207}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ calc mean	$^{206}\text{Pb}/^{204}\text{Pb}$ calc mean
MA-165663	PA25154	2,1224	0,87408	17,897	37,984	15,644

Tableau 3: Analyse des isotopes du plomb par MC-ICP-MS du lingot de Cuciurpula (I. Montero-Ruiz)