

L'activité minière préhistorique dans le Nord-Est de la péninsule Ibérique

Étude sur la Coveta de l'Heura et l'exploitation du cuivre à la Solana del Bepo (Tarragone, Espagne)

Núria RAFEL, Ignacio MONTERO RUIZ, Ignacio SORIANO et Selina DELGADO-RAACK

Résumé : Cet article présente le résultat d'une étude détaillée de la mine de la Solana del Bepo (Tarragone, Espagne), ainsi que du site archéologique de la Coveta de l'Heura qui lui est lié. Ces deux gisements, découverts peu après les années 1950, n'avaient été étudiés que de façon très générale. Ces études ne résolvaient pas les questions en rapport avec les vestiges qui y ont été retrouvés. D'un point de vue méthodologique, notre étude tient compte des aspects archéologiques, historiques et archéométriques, ce qui permet de situer la mine dans son contexte. Nous ne disposons pas de données chronologiques directes du site de la Solana del Bepo, puisque les nombreux objets macrolithiques destinés à l'extraction minière qui y ont été retrouvés ont bénéficié seulement d'un faible diagnostic de ce point de vue. Nous pouvons, en revanche, dater le site voisin de la Coveta de l'Heura entre le Chalcolithique récent et le Bronze ancien et moyen. D'autre part, la caractérisation isotopique des mines du bassin du Montsant, dont la Solana del Bepo fait partie, et leur comparaison avec les analyses d'isotopes pratiquées sur des vestiges de la région, permettent d'affirmer que l'exploitation minière du bassin pendant la Préhistoire est une réalité démontrable. Les instruments d'exploitation minière récupérés à la Solana del Bepo sont constitués d'un ensemble de 81 outils macrolithiques, dont la plupart sont des pics avec un degré élevé d'élaboration, et qui présentent dans leur grande majorité des dispositifs d'emmanchement. La Coveta de l'Heura a été utilisée, entre autres fonctions, comme grotte funéraire, atelier de confection de pointes de flèches en silex et atelier métallurgique. Ses caractéristiques matérielles correspondent pour la plupart au Chalcolithique récent, ce qui a été corroboré par une datation au ^{14}C , et en raison de ses similarités avec les groupes languedociens de la fin du Néolithique.

Concernant ce dernier aspect, il convient de mentionner la présence de formes céramiques qui ont un lien évident avec les groupes chronoculturels du Véraza-Fontbouïsse, ainsi qu'une perle en plomb – un élément très caractéristique de Fontbouïsse – élaborée cependant avec du métal du bassin minier de Molar-Bellmunt-Falset, géographiquement proche de celui du Montsant. Si nous considérons la région que nous étudions dans le contexte du Nord-Est de la péninsule Ibérique, il est évident que c'est la zone qui dispose du plus grand nombre de preuves d'activités minières et métallurgiques pour la période qui englobe le Chalcolithique récent (2800-2300 cal. BC) et le Bronze ancien et moyen (2300-1300 cal. BC). Concernant la première période, il conviendrait d'y inclure les preuves d'exploitation de minerai des bassins miniers du Montsant et de Molar-Bellmunt-Falset, constituées respectivement par les haches plates en cuivre de la Cova M d'Arbolí et par la perle en plomb de la Coveta de l'Heura. Les sept vases à réduire les minerais de cuivre découverts se placent chronologiquement dans un moment indéterminé de cette frange temporelle (2800-1300 BC). Le poignard aux trois rivets de la Cova de la Font Major (L'Espluga de Francolí), daté de *ca* 1850 cal. BC, a été élaboré avec du minerai de cuivre du Montsant, ce qui certifie son exploitation entre le Bronze ancien et le Bronze moyen. D'autre part, la découverte récente d'une nouvelle mine préhistorique dans le bassin du Montsant, la mine de la Turquesa ou del Mas de les Moreres, en cours d'étude, a permis la mise au jour de nouveaux outils miniers et fourni de nouvelles données analytiques, aussi bien du point de vue de la composition que de l'isotopique, qui permettent une meilleure caractérisation de l'exploitation minière du Nord-Est de la Péninsule Ibérique.

Mots-clés : mine, outils macrolithiques miniers, isotopes, métallurgie, Néolithique, Chalcolithique récent, âge du Bronze, grotte funéraire, cuivre, bronze

Abstract: Since the year 2000 we have been undertaking a research programme into prehistoric mining and metallurgy. It focuses on the contextual and archaeometric characterisation (composition and lead isotope analyses) of the Priorat mining and metallurgy basins (Tarragona province, Spain): the Molar-Bellmunt-Falset basin to the south and the Montsant basin to the north. In recent years our research has focused on the latter zone, which has a high density of metal mineral resources (copper and lead). Our work to date has followed three parallel and interconnected lines of research: a) geominal surveys and the analytical characterisation of more than a dozen mines in the area; b) archaeometric analyses and the study and reinterpretation of archaeological data from earlier field research; and c) the localisation and excavation of a previously unstudied prehistoric copper mine, La Turquesa or Mas de les Moreres (Cornudella de Montsant).

The contribution we present here focuses on the second line of research and is based on a detailed study of La Solana del Bepo mine, as well as the related La Coveta de l'Heura (Ulldemolins) archaeological site. Both sites were discovered just before the middle of the last century, but only very generalist studies have been made of them to date. None of these studies has emphasised the importance of the documented archaeological evidence of prehistoric mining and metallurgy in the north-east of the Iberian Peninsula. In methodological terms, this study takes into account the archaeological, historical and archaeometric aspects, thus placing the sites in their correct regional context. The mining tools found at La Solana del Bepo are unique in the whole north-east: the assemblage of finds from the survey consists of 81 macrolithic artefacts, mainly highly intensively manufactured picks, most of which have fittings for handles. The main aspects revealed by the traceological study and analysis of the tools are the use of local rock types, the continuous reuse of tools, even after they were broken, and the presence of copper residue on some percussion surfaces. We have no direct chronological data as, although abundant, the tools provide little information in this respect; however, we can date the neighbouring La Coveta de l'Heura archaeological site between the Late Chalcolithic (2800-2300 cal. BC) and the Early to Middle Bronze Age (2300-1300 cal. BC). On the other hand, the isotopic characterisation of the Montsant basin mines, of which Solana del Bepo is one, and its comparison with the isotopic analyses of finds from the area, prove that mining activities were carried out there during prehistory. La Coveta de l'Heura, located barely half a kilometre from Solana del Bepo, is an archaeological site in a para-dolmenic shelter that at different times has served as a collective burial site, a flint arrowhead workshop and a metallurgic workshop. The evidence for metallurgy consists of a smelting vessel, pieces of copper-bearing mineral, various bronze smelting remains, a copper awl and a rolled bronze plate bead. The assemblage of finds, which shows affinities with the Fontbouïsse horizon, is mainly from the Late Neolithic/Chalcolithic and we have a radiometric dating to corroborate this. Especially noteworthy are the pottery finds that are clearly related to the Neolithic of the Languedoc, as well as a lead bead, a type of ornament highly characteristic of Fontbouïsse and the only one of its type documented to date on the whole of the Iberian Peninsula. However, in this case the bead is made of local lead. Other finds, for example the evidence of bronze, indicate that the shelter was also used during the Early and Middle Bronze Age.

If we look at our study zone in the context of the north-eastern Iberian Peninsula, there can be no doubt that both in relative and absolute terms it is the area with the largest amount of evidence of prehistoric mining and metallurgy. It is in the Late Chalcolithic (2800-2300 ca. BC) that we have to place the evidence of mineral exploitation in the Montsant and Molar-Bellmunt-Falset mining basins, a chronology corroborated by lead isotope data from the flat axes found at Cova M in Arbolí and the lead bead from La Coveta de l'Heura. With the current state of art, we are unable to specify between that period and the Early and Middle Bronze Age (2300-1300 cal. BC). We can highlight the find of eight smelting vessels, one of which appears to have been used for smelting mineral ore from the Montsant basin. The three-rivet dagger from La Cova de la Font Major (L'Espluga de Francolí), dated to c. 1850 cal. BC, was made of copper mineral from Montsant and confirms mining in that area between the Early and Middle Bronze Age. On the other hand, the recent discovery of a previously unknown prehistoric mine in the Montsant basin, La Turquesa or Mas de les Moreres, which is still being studied, has given us another unique set of mining tools (almost 75 implements), together with analytical data, both compositional and isotopic, with which we can improve our characterisation of mining in the north-eastern Iberian Peninsula.

Keywords: mine, mining macrolithic picks, isotopes, metallurgy, Late Chalcolithic, Bronze Age, copper, bronze, burial cave, isotopes

Resum : En aquest article presentem el resultat d'un estudi detallat de la mina de la Solana del Bepo (Tarragona, Espanya), així com del jaciment de la Coveta de l'Heura que ha estat tradicionalment vinculat al primer. Descoberts la dècada dels 50, aquests jaciments només han estat estudiats de manera molt general, sense resoldre les problemàtiques a ells associades. Des del punt de vista metodològic, es tenen en consideració tant els aspectes arqueològics com els històrics i arqueomètrics, cosa que permet situar la mina en el seu context. No disposem de dades cronològiques directes de la Solana del Bepo i els instruments macrolítics recuperats destinats a l'explotació minera només proporcionen indicacions tipològiques febles. Per contra, podem datar la Coveta de l'Heura en el calcolític final i el bronze inicial. La caracterització isotòpica de les mines de la conca del Montsant, de la qual forma part la Solana, i la comparació d'aquestes dades amb les anàlisis isòpiques realitzades sobre peces metàl·liques de la regió permeten afirmar que l'explotació minera de la conca durant la prehistòria és una realitat contrastada. Els estris de miner recuperats a la Solana constitueixen un conjunt de 81 artefactes, la major part dels quals són pics, la majoria amb un alt grau de transformació, i presenten quasi sempre dispositius d'emmanegament.

La Coveta de l'Heura fou utilitzada successivament com a taller de puntes de sílex, com a cova funerària, i com a taller metal·lúrgic. Les evidències materials recuperades a la cova corresponen en bona part al calcolític final, cosa que una datació radiocarbònica i les seves similituds amb els grups llenguadocians de finals del neolític corroboren. Diferents formes ceràmiques tenen lligams evidents amb els grups crono-culturals de Vézera-Fontbouïsse, mentre que una dena de collaret en plom constitueix un element molt característic de Fontbouïsse, tot i que està elaborada localment amb mineral de la veïna conca prioratina de Molar-Bellmunt-Falset. En el context català l'alt Priorat constitueix una de les zones amb més testimonis d'activitats mineres i metal·lúrgiques en el període que engloba el calcolític recent (2800-2300 cal. BC) i el bronze inicial (2300-1300 cal. BC). En el primer d'aquests períodes se situen proves d'explotació de les conques dels Montsant i de Molar-Bellmunt-Falset, les destrals planes de coure de la cova M d'Arbolí en el primer cas i la dena de collaret de plom en el segon, entre altres. Les troballes de vasos de reducció a la comarca i els seus voltants s'inscriuen en un moment indeterminat d'aquesta franja temporal (2800-1300 cal. BC). El punyal amb

tres reblons de la cova de la Font Major de l'Espluga de Francolí, datat *ca* 1850 cal. BC, fou elaborat amb coure del Montsant, fet que certifica l'exploració en aquests moments. Per altra banda, la descoberta recent d'una nova mina prehistòrica, la Mina de la Turquesa o del Mas de les Moreres, en curs d'estudi, ha permès recuperar un important lot d'estris miners de pedra, així com noves dades analítiques que permeten una caracterització millor de les explotacions mineres a Catalunya.

Paraules clau: mina, pics de miner macrolítics, metal·lúrgia, calcolític, edat del bronze, coure, bronze, cova d'enterrament, isòtops

NOUS TRAVAILLONS depuis l'an 2000 sur un programme de recherches consacré à l'activité minière et à la métallurgie préhistorique et plus particulièrement à la caractérisation contextuelle et archéométrique des bassins miniers de la région du Priorat (Tarragone)⁽¹⁾, celui de Molar-Bellmunt-Falset (MBF) au sud et celui du Montsant au nord. Ce programme nous a permis d'approfondir nos connaissances sur les exploitations de minerai de plomb (galène) menées à bien dans le secteur sud de cette région naturelle (MBF), ainsi que sur la circulation de métaux et de minerai liés à cette exploitation et aux circuits d'échange dans la péninsule Ibérique aux VII^e et VI^e siècles avant notre ère. Les habitants du bassin minier méridional du Priorat (MBF) exploitaient très probablement le cuivre local dès le X^e-IX^e siècle avant notre ère (Armada *et al.*, 2013). Cependant, à partir des premiers contacts avec le commerce colonial phénicien, ils se consacrèrent de façon intensive à l'exploitation du plomb qu'ils introduisirent dans les circuits commerciaux phéniciens tout d'abord, puis phocéens par la suite. L'usage du plomb du bassin MBF est répertorié dans le Sud-Ouest de la péninsule, en tant qu'agent attirant pour la coupellation de l'argent de la région de Tartessos. À partir de ce moment, le cuivre métallique dans le bassin de Tarragone provenait de Linares (Jaén), d'où il était transporté via les mêmes circuits commerciaux (Rafel, 2012, avec toute la bibliographie antérieure).

Une grande quantité de ressources minéro-métallurgiques se trouve dans la partie septentrionale de la région du Priorat, en particulier du plomb et du cuivre. Nous faisons référence à cette région sous l'appellation de bassin minier du Montsant. Comme nous aurons l'occasion de le voir ci-après, le cuivre de ce bassin est exploité depuis le Chalcolithique récent (2800-2300 av. J.-C.) jusqu'au Bronze ancien et moyen (2300-1300 av. J.-C.). Lors des dernières années, notre projet de recherche s'est concentré sur cette région. Le travail que nous avons réalisé jusqu'à présent a consisté, d'une part, en la prospection géominière et la caractérisation élémentaire et isotopique (Montero *et al.*, 2012) et nous avons, d'autre part, commencé à effectuer des fouilles dans une mine préhistorique que nous avons découverte lors de nos prospections, la mine de la Turquesa ou del Mas de les Moreres (Soriano *et al.*, sous presse). Nous avons également analysé, étudié et réinterprété des données archéologiques provenant d'anciennes recherches sur le terrain, en particulier sur l'exploitation minière appelée la Solana del Bepo, dont l'analyse et la mise en contexte seront développées ci-après.

L'étude que nous présentons ici est centrée, d'une part, sur l'analyse des instruments d'exploitation minière de la Solana del Bepo et, d'autre part, sur l'étude des vestiges archéologiques de sites connexes, qui nous permettent une meilleure contextualisation de la mine de la Solana del Bepo. En outre, l'ensemble de l'étude s'appuie également sur l'analyse archéométrique du matériel minéral et métallique.

LE BASSIN MINIER DU MONTSANT

La région du Priorat est située dans la Serralada Prelitoral Catalana (chaîne montagneuse pré littorale Catalane), entre l'Èbre, les plaines de la côte de Tarragone et l'extrémité méridionale de la province de Lleida (fig. 1). L'unité morphostructurale des Catalanides (cordillères pré littorale et littorale) correspond au Paléozoïque et au Mésozoïque. Le socle paléozoïque date du Carbonifère, avec une intrusion granitique génératrice d'une petite auréole métamorphique de contact qui reste à découvrir par l'érosion de la couverture mésozoïque. Les filons de minéraux de la région se trouvent dans ce socle paléozoïque.

D'un point de vue géomorphologique, les reliefs dominant ce territoire sont des conglomérats tertiaires oligocènes de la Serra de la Llena au nord et le massif du Montsant au sud, séparés par la vallée de la rivière de Prades et le haut bassin du Montsant. Ils sont constitués de matériaux principalement calcaires et dolomitiques, bien que l'on y trouve également du quartzite, des roches plutoniques et de l'argile rose. La commune actuelle d'Ulldemolins comprend la plus grande partie du haut bassin de la rivière Montsant, qui coule entre le versant méridional et septentrional de la Serra de La Llena jusqu'à parvenir à une plaine où se trouve le village. Cornudella de Montsant, au sud-est du massif du Montsant, se trouve dans la haute vallée de la rivière Siurana.

Parmi les minéralisations répertoriées dans ce bassin du Montsant (Mata-Perelló, 1990; IGME, 1973), les formations les plus importantes sont filoniennes (fig. 2). On y trouve en particulier des filons de plomb (Pb) à Cornudella de Montsant et de cuivre (Cu) – principalement des sulfures – à Cornudella-Alforja. Cette dernière formation, très vaste et dont l'exploitation remonte à l'époque historique, s'étend dans les communes d'Arbolí et de Riudecols, outre celles déjà citées de Cornudella et d'Alforja. Elle se caractérise par des minéralisations en filons

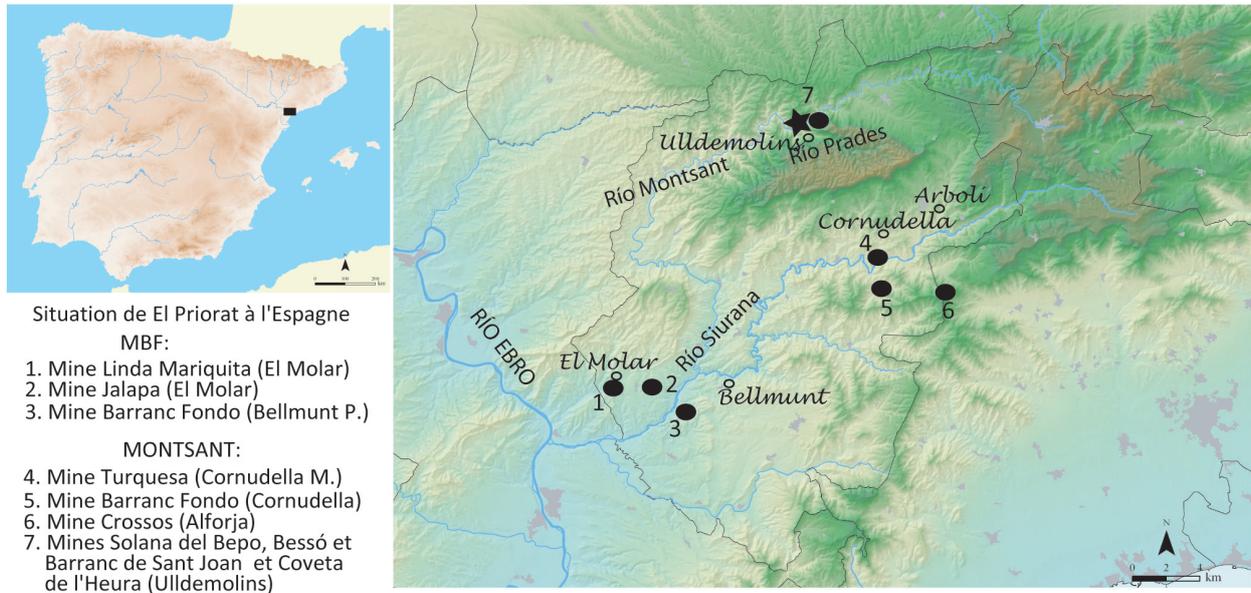


Fig. 1 – Situation de la région du Priorat avec les bassins miniers MBF au sud, et le Montsant, les principales mines et la Coveta de l'Heura.

Fig. 1 – Location of Priorat county with the MBF mining basins to the south and Montsant, the main mines and La Coveta de l'Heura.

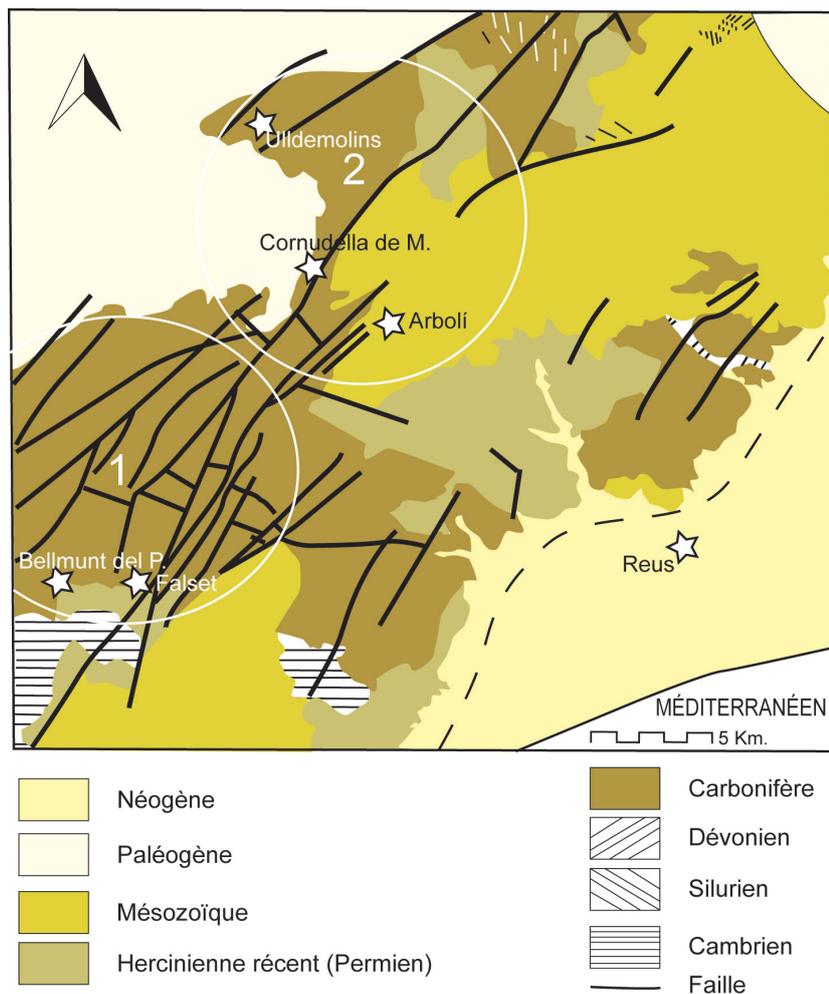


Fig. 2 – Carte géologique du Priorat. 1 : bassin MBF; 2 : bassin du Montsant (fond de carte Alfonso *et al.*, 2012).

Fig. 2 – Geological map of Priorat county. 1. MBF basin; 2. Montsant basin (map background Alfonso *et al.*, 2012).

incrustés dans les ardoises carbonifères. On y trouve la mine de cuivre des Crossos dont l'origine est probablement préhistorique (Vilaseca et Vilaseca, 1957), ainsi que la mine de la Turquesa ou du Mas de las Moreras, mentionnée plus haut. Dans la première zone, celle de Cornudella de Montsant, des filons bréchoïdes également insérés dans les ardoises carbonifères, contiennent surtout de la galène, de la calcite et du quartz. La mine du Barranc Fondo contient du Pb-Zn, et on y a également trouvé du cuivre (Cu-Fe). Des minéralisations d'origine volcanique comme la galène, la chalcopirite et la sphalérite ont été détectées à Ulldemolins et dans la commune voisine de Vilanova de Prades. Dans une moindre mesure, on a retrouvé des cuivres gris et d'autres minéraux d'altération comme la malachite et l'azurite. La mine préhistorique de la Solana del Bepo fait partie de cet ensemble avec la mine du Bessó et celle du Barranc de Sant Joan.

LE SITE DE LA SOLANA DEL BEPO : SITUATION ET FOUILLES

La Solana del Bepo est située à environ deux kilomètres au nord du village d'Ulldemolins, au pied de la chaîne montagneuse de la Llena. L'emplacement constitue une douce dépression nivelée par des terrasses et des plantations de noisetiers. Il est installé sur une zone de contact géologique constituée de marne jaune et rose, de conglomérats de l'Oligocène et d'ardoise, et traversée par des étendues de granite du Carbonifère. Les affleurements de carbonates de cuivre (malachite et azurite) sont incrustés dans l'ardoise et leur exploitation est facile.

Le site est situé directement sur deux formations géologiques de nature diverse. La moitié nord-ouest est occupée par des matériaux sédimentaires de l'Éocène (faciès Cuisien-Lutétien), avec des calcaires micritiques, du gypse et des niveaux de marne et de lignite. La moitié sud-est est constituée de grès et d'ardoise du Paléozoïque (Carbonifère) avec des conglomérats intercalés et des andésites sur la base. Des filons de porphyres granodioritiques correspondant également au Paléozoïque (Carbonifère-Permien) se trouvent à proximité du site. Les formations de grès et d'ardoise paléozoïque s'étendent vers l'est, où elles rejoignent à environ 7 ou 8 km de la Solana del Bepo un ensemble de roches magmatiques paléozoïques (Carbonifère-Permien) où les granodiorites et les granites alcalins sont abondants. À cet endroit, le grès et l'ardoise font l'objet d'un métamorphisme de contact du pluton : des roches cornéennes et d'autres matériaux métamorphiques de contact ont été créés à partir de ces éléments. Toutes les lithologies mentionnées font partie des sédiments transportés par la rivière Prades le long de son parcours vers Ulldemolins.

Découvert en 1948, le site a été révélé au public par S. Vilaseca à la fin des années 1950. Il n'a jamais été fouillé, et la totalité des vestiges provient de ramassages superficiels (Vilaseca et Vilaseca, 1957; Vilaseca 1973, p. 167-168). Lors de sa découverte, plus de

quatre-vingts outils d'extraction minière ont été trouvés. Cependant, des références orales indiquent que de nombreux autres outils ont disparu lors de travaux agricoles. La plupart des objets ont été récupérés personnellement par ce chercheur après la notification de la découverte du site par le propriétaire du terrain (Vilaseca et Vilaseca, 1957, p. 136). Compte tenu de l'expérience de S. Vilaseca en matière d'étude de matériaux lithiques, les outils recensés doivent être considérés comme représentatifs du total des objets présents à l'origine sur le site. Cependant, nous ne pouvons pas exclure totalement la possibilité de l'existence d'autres pics aux caractéristiques différentes (par exemple, sans modifications pour l'emmanchement). S. Vilaseca a constitué un classement préliminaire des outils selon leurs caractéristiques morphologiques.

Après sa découverte, le site est devenu une référence classique dans les synthèses sur l'activité minière et métallurgique préhistorique, aussi bien de Catalogne (Martín *et al.*, 1999, p. 159; Rovira Hortalà, 2006, p. 138; Soriano, 2013, p. 61) que de la péninsule Ibérique en général ou d'autres régions ibériques (Domergue, 1987, p. 483; Maya, 2002, p. 95; Rodríguez de la Esperanza, 2005, p. 59). Cependant, de nouveaux éléments ont été apportés de façon très ponctuelle, par rapport aux informations déjà publiées, et ce site n'avait pas été étudié de façon exhaustive jusqu'à présent, sauf par M. Genera, qui a décrit et dessiné quelques-uns des outils dans différents travaux (Genera, 2006 et 2011).

Les reconnaissances réalisées sur le terrain permettent de reconnaître un grand déblai, bien conservé, même si il a été aménagé en terrasses agricoles pour la culture d'arbres fruitiers. Les travaux d'extraction devaient sans aucun doute être proches de la halde, mais nous n'avons pas encore pu les identifier, ce que nous souhaitons pouvoir faire lors de futures campagnes de fouilles.

Tout porte à croire qu'il s'agit d'une exploitation minière à ciel ouvert. Les exemples d'exploitations préhistoriques dans la péninsule Ibérique font majoritairement référence à des activités minières de surface ou à ciel ouvert. C'est le cas des mines de José Martín Palacios et El Polígono, Baños de la Encina, Jaén (Arboledas Martínez et Contreras Cortés, 2010; Arboledas Martínez *et al.*, 2015) et Sa Mitjalluna, Maón, Minorque (Hunt Ortiz *et al.*, 2013). Dans tous ces sites, les minerais recensés étaient des oxydes et des carbonates de cuivre, ce qui concorde avec le type d'activité minière réalisé, bien que d'autres minéraux potentiellement exploitées soient détectés comme la chalcopirite. Les seules mines souterraines péninsulaires dont nous ayons connaissance, El Milagro et El Áramo (Onís, Asturies), ainsi que La Profunda (Cármenes et Villamanín, León) ont exploité, outre des carbonates et des oxydes, des sulfates et des arsénates (Blas Cortina et Suárez, 2010). Il faut ajouter les mines de variscite de Can Tintorer, Gavà, Barcelone (Villalba *et al.*, 2011), beaucoup plus anciennes (fin du V^e-IV^e millénaire av. J.-C.). De l'autre côté des Pyrénées, les mines de Neuf Bouches (Ambert *et al.*, 2009; Bouquet *et al.*, 2006), Pioch Farrús (Ambert, 1999) dans la région de Cabrières-Péret,

Hérault, et de Saint-Véran, Hautes-Alpes (Barge *et al.*, 1998) ont principalement donné lieu à l'exploitation de sulfures : bornite (surtout à Saint-Véran), chalcopryrite, chalcosine, tétraédrite, etc. Cependant, du cuivre natif et des carbonates ont également été exploités.

LES INSTRUMENTS MINIERS DE LA SOLANA DEL BEPO

L'ensemble récupéré par Vilaseca (Vilaseca et Vilaseca, 1957, fig. 3-8; voir ici fig. 12) est composé de 81 pièces, dont 78% sont des pics (n = 66). Parmi les outils de percussion, deux percuteurs ont été retrouvés. Ils étaient probablement utilisés dans la transformation de la pierre (par des techniques de taille ou de piquetage). On a également retrouvé l'extrémité distale d'un outil en biseau (hache ou herminette). Le reste des éléments étudiés est un groupe de sept objets abrasifs, deux galets endommagés et trois outils dont les caractéristiques ne permettent pas de définir la nature fonctionnelle.

La catégorie des pics est celle qui a suscité le plus grand intérêt de notre part à la suite de la publication de ce matériel par S. Vilaseca, non seulement en raison de sa représentativité dans l'ensemble mais aussi par les implications historiques des propositions fonctionnelles en rapport avec ces objets. En termes généraux, ces pics sont classés en deux catégories morphologiques. La première inclut des faces actives terminées par une extrémité en biseau, alors que la deuxième catégorie, plus abondante, comprend des faces actives à l'extrémité en pointe (fig. 3).

Les objets de ces deux catégories semblent avoir été

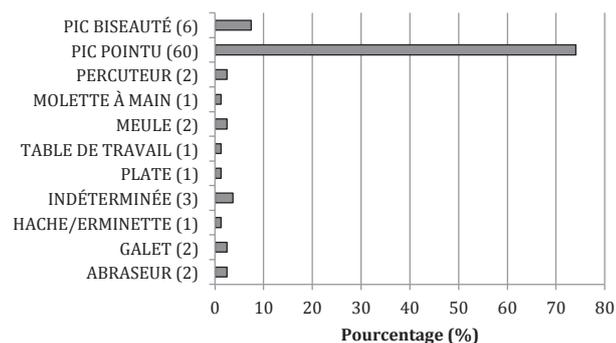


Fig. 3 – Fréquences absolues (entre parenthèses) et pourcentages des différentes catégories macrolithiques retrouvées à la Solana del Bepo.

Fig. 3 – Absolute (in brackets) and percentage frequencies of the diverse macrolithic categories found at Solana del Bepo.

emmanchés, et un pourcentage élevé des surfaces actives présente d'importantes traces de percussion qui modifient la morphologie générale de l'instrument. Malgré cela, l'intégrité des pics est bonne, puisqu'ils sont complets ou qu'il leur manque seulement l'une des deux extrémités

dans 70% des cas (fig. 4). En revanche, la longue exposition de ces outils en surface, soumis aux conditions externes et aux agents naturels, a provoqué l'altération d'une grande partie des surfaces originelles (présence de lichens et d'oxyde de fer à différents endroits de la surface des outils), ce qui a conditionné l'analyse tracéologique à l'échelle microscopique.

Après avoir étudié l'ensemble des pièces sous le cri-

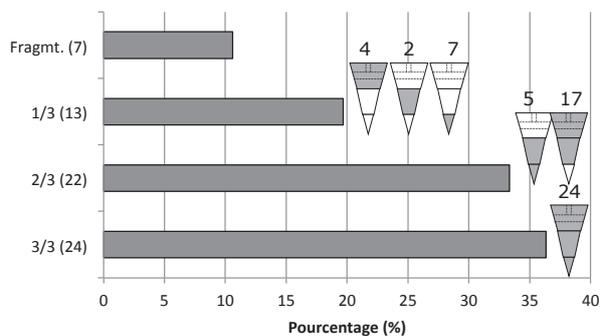


Fig. 4 – Fréquences absolues (entre parenthèses) et pourcentages des modèles de fracturation des pics retrouvés à la Solana del Bepo, compte tenu du fait que l'outil complet est composé de trois parties (proximale, médiale et distale).

Fig. 4 – Absolute (in brackets) and percentage frequencies of the fracturing patterns on the picks found at Solana del Bepo, taking into account that the complete artefact consists of three parts (proximal, medial and distal).

tère du modèle de fracturation, il a été possible d'assembler quatre pièces pour constituer deux outils complets (BEP-4275-46 et BEP 4275-50; BEP-4275-13 et BEP-4275-33). L'un d'entre eux est l'outil clairement le plus long (381 mm) parmi l'ensemble de pics retrouvés à la Solana del Bepo (fig. 5 : BEP-4275-46/50).

Du point de vue morphologique, les outils à l'extrémité en pointe constituent un groupe prédominant et ceux dont la pointe est en biseau sont minoritaires. Ces pics étaient élaborés avec des roches d'origine locale, principalement cornéennes, et des roches granitiques. L'intensité employée dans la transformation des supports naturels avant leur utilisation est élevée, compte tenu des traces de préparation des faces passives et des dispositifs d'emmanchement en rainure ou en entaille. Les outils étaient probablement conçus pour être emmanchés dès le début de leur utilisation.

Les faces actives présentent des traces de percussion provoquées par de forts impacts contre une matière de contact dure, ce qui a conduit à l'émoussement de la surface de travail. En outre, des résidus de composition de cuivre ont été retrouvés dans certaines faces de percussion. Conjointement avec les caractéristiques qualitatives de l'usure et les informations contextuelles des pics, ces éléments renforcent l'interprétation fonctionnelle selon laquelle il s'agirait d'outils de travail fondamentaux dans l'extraction du minerai de cuivre à la Solana del Bepo (voir *infra*).

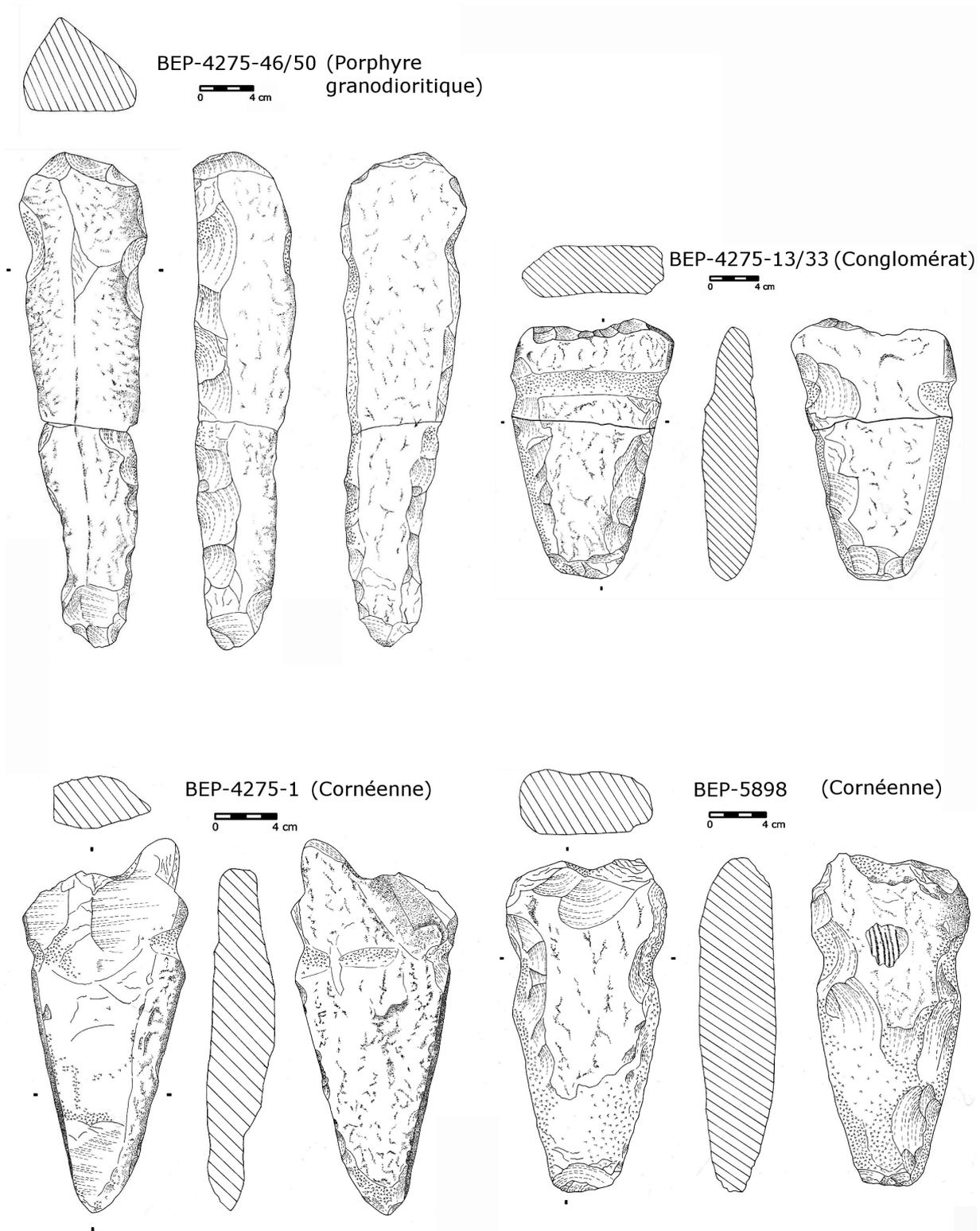


Fig. 5 – Pics de la Solana del Bepo.
Fig. 5 – Picks from Solana del Bepo.

	Préforme	Milieu de travail 1	Milieu de travail 2	Artefact fracturé	Artefact recyclé
Pic biseauté					
Pic pointu					

Fig. 6 – Modèle simplifié illustrant les différents états physiques dans lesquels se trouvent les pics de la Solana del Bepo ainsi que leur vie utile depuis la transformation du support naturel jusqu'à l'abandon ou le recyclage de l'outil fracturé, en passant par plusieurs phases d'utilisation.

Fig. 6 – Simplified model illustrating the different physical states of the picks from Solana del Bepo along their use life, starting from the initial transformation of the blank until the broken artefact is discarded or recycled and passing through different stages of use.

Il s'agit d'outils de percussion avec différents degrés d'usure, plutôt que différentes catégories d'outils. Ces degrés d'usure reflètent différents moments de l'utilisation des pics. L'état de ces outils correspond, dans un modèle simplifié, à une préforme, à un outil légèrement usé, à un outil usé de façon intensive, à un outil fracturé et à un outil recyclé (fig. 6).

En opposition à la morphologie des faces actives, les dispositifs d'emmanchement semblent correspondre à un schéma préalable, conçu avant l'utilisation. La rainure et l'entaille sont les deux principales formes qu'adoptent ces dispositifs dans les pics. L'utilisation de ces différentes formes dépendait des caractéristiques métriques du support. Les rainures sont en effet généralement associées à des pics massifs et les entailles à des pics plats.

En définitive, le niveau de transformation élevé, aussi bien pour l'élaboration du support que pour l'utilisation de l'instrument de travail, dont témoignent les pics de la Solana, indique une utilisation intense de ces outils. Bien que la matière première nécessaire à leur production soit abondante aux alentours du site, d'importants efforts ont été investis dans la préparation préalable des outils, probablement dans l'objectif de réaliser l'extraction du minerai dans des conditions optimales et dans le cadre de processus de travail spécialisés. Lorsque le pic était devenu inutilisable ou avait été cassé, son utilisation était prolongée jusqu'à un certain point, grâce à une profonde connaissance technique des roches et de leur comportement. Cet aspect est visible par les retouches des plans de fracture, la réparation des faces de percussion ou la réutilisation de dispositifs d'emmanchement malgré la perte de la morphologie générale de l'outil. Il s'agit probablement de l'une des différences fondamentales par rapport à d'autres sites péninsulaires d'activité minière, où les

outils ne semblent pas avoir été réutilisés après avoir été cassés (Hunt Ortiz, 2003, p. 285).

Du point de vue typologique et technologique, il convient de souligner le degré élevé d'élaboration des pics de la Solana del Bepo. Cet aspect n'est pas attesté dans les premiers contextes de mines préhistoriques péninsulaires (par exemple Cerro Minado, Chinflón, Cuchillares, El Polígono), où des exemplaires bien plus rudimentaires ont été retrouvés (Delgado-Raack *et al.*, 2014, p. 13-44). L'exception est probablement constituée par les mines asturiennes d'El Áramo et d'El Milagro, où les outils miniers ont bénéficié d'un degré d'élaboration important, à en juger par la documentation graphique publiée (Blas Cortina, 2007-2008). Une révision de la bibliographie a permis de reconnaître les pics les plus similaires, d'un point de vue typologique, à ceux étudiés dans les Asturies (Álvarez et Pajares, 2011, fig. 2). Dans ce cas, cependant, il pourrait s'agir de vestiges en rapport avec l'époque romaine et l'occupation des « castros ». Dans le Nord-Est de la péninsule Ibérique, les seuls exemplaires aussi élaborés proviennent de la mine de la Turquesa toute proche (Rafel *et al.*, 2014), cependant ils sont utilisés conjointement à d'autres non modifiés. Il s'agit de soixante-quinze pièces, dont quarante pics et quatre éventuels pics. Il existe aussi d'autres cas répartis dans le reste de la Catalogne, avec quelques modifications mais dépourvus de contexte (Soriano, 2013, p. 61).

Compte tenu des éléments matériels décrits, en particulier pour les soixante-six pics répertoriés dans l'ensemble des éléments macrolithiques, les caractéristiques technologiques de ces outils ont été étudiées afin d'en savoir plus sur leurs processus d'élaboration et d'utilisation. L'objectif était de définir le système d'approvisionnement en matière première utilisé dans le contexte d'ex-

exploitation de la mine, la gestion des outils et la définition de leur utilisation en tant qu'instruments de travail.

Matière première et système d'approvisionnement

Afin de déterminer la nature lithologique des outils macrolithiques, un premier classement macroscopique des groupes pétrographiques représentés dans l'ensemble a été réalisé à l'aide d'une loupe de terrain et d'autres procédés habituels dans la pratique géologique. Plusieurs échantillons ont ensuite été sélectionnés afin d'être soumis à une analyse pétrographique par lame mince. Un ensemble de dix lames minces a été analysé au microscope optique à lumière polarisée dans le département de géologie de l'université autonome de Barcelone, UAB (tabl. 1).

Échantillon	Lithologie
BEP-4275-10	Ardoise cornéennique
BEP-4275-14	Grès carbonifère (sans cornéification)
BEP-4275-18	Grès carbonifère (sans cornéification)
BEP-4275-24	Cornéenne
BEP-4275-26	Grès carbonifère (sans cornéification)
BEP-4275-49	Grès carbonifère (sans cornéification)
BEP-4275-51	Granodiorite
BEP-4275-55	Prophyre granodioritique
BEP-4275-56	Ardoise (sans cornéification)
BEP-4276	Prophyre granodioritique

Tabl. 1 – Détermination pétrographique par lame mince à partir de l'échantillonnage réalisé sur l'ensemble du groupe macrolithique de la Solana del Bepo.

Table 1 – *Thin section petrographic determination based on the samples taken from the whole macrolithic assemblage from Solana del Bepo.*

Parmi les lithologies représentées spécifiquement dans l'ensemble des pics, les éléments suivants ont été identifiés : matières plutoniques (porphyres granodioritiques, porphyres quartzodioritiques, granodiorites) et des roches plus ou moins affectées par métamorphisme de contact (grès, conglomérat, cornéennes). Comme nous venons de l'indiquer, toutes ces lithologies sont incluses dans les formations géologiques de l'environnement immédiat du site, c'est pourquoi elles peuvent être considérées comme étant d'origine locale.

La présence de ces lithologies, aussi bien dans les affleurements primaires de la formation Montsant que dans les dépôts fluviaux de la rivière Prades, ont rendu nécessaire une étude géomorphologique des supports dans l'objectif de déterminer la ou les sources spécifiques de matières premières utilisées dans l'exploitation des roches (nous tenons à remercier David Gómez-Gras (département de géologie de l'UAB) pour faire l'identification pétrographique par lame mince). Bien que dans

de nombreux cas l'intensité avec laquelle les outils ont été modifiés ne permette pas d'observer les superficies originales du support ($n = 23$), dans d'autres cas, il a été possible de déterminer qu'il s'agit de galets ($n = 29$) et de clastes ($n = 14$). Les indices de corrélation estimés par rapport aux lithotypes pour chacun des groupes de supports peuvent être considérés comme élevés (galets et clastes : 0,90 ; galets et type de support non observable : 0,90 ; clastes et type de support non observable : 0,80). Par conséquent, la variété lithologique existante dans les différents types de supports correspond à une seule production, et la sélection anthropique réalisée sur les supports a été indépendante de la lithologie.

Compte tenu de l'importance relative des galets (presque 70%) parmi les supports déterminables d'un point de vue géomorphologique, nous avons réfléchi à la question du type spécifique de dépôt secondaire exploité pour leur obtention. L'origine la plus probable des galets utilisés pour l'élaboration de pics sont les terrasses de la rivière Prades, ce qu'indiquent les résultats de l'échantillonnage par dénombrement réalisé à différents points du cours fluvial. D'une part, toutes les lithologies exploitées de façon anthropique se trouvent dans les dépôts de la rivière Prades (fig. 7). D'autre part, les indices de sphéricité calculés pour les galets archéologiques coïncident avec ceux définis en géomorphologie comme caractéristiques d'un transport fluvial. Les indices de Cailleux (Cailleux, 1951), calculés pour les supports en galets de la Solana del Bepo correspondent aux valeurs 2,5-3,5, ce qui les associe à un transport de type fluvial en opposition à d'autres indices qui se rapportent traditionnellement à des plages marines (2,3-2,8), à un transport fluvio-glaciaire (1,0-2,0) ou à des moraines (1,6-1,8).

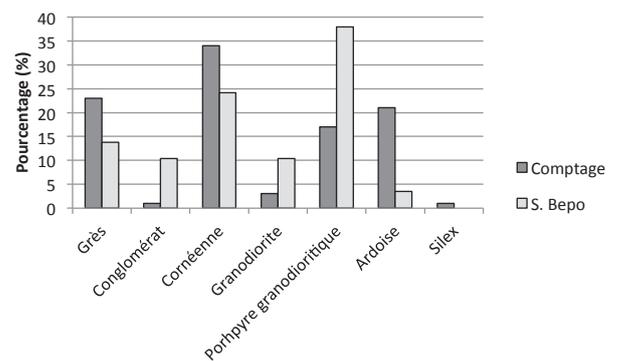


Fig. 7 – Fréquences relatives des différentes lithologies représentées sur les terrasses de la rivière Prades et dans l'ensemble de pics originaires de la Solana del Bepo.

Fig. 7 – *Relative frequencies of the diverse lithologies represented on the terraces of the Prades River and in the assemblage of picks from Solana del Bepo.*

Concernant les aspects lithologiques, les dénombrements réalisés indiquent un taux de corrélation de 0,50 par rapport aux supports de type galet, représentés dans l'ensemble des pics. Les différences entre les deux ensembles (galets fluviaux et galets archéologiques) sont dues à la

sélection anthropique, ce qui a favorisé une exploitation préférentielle des cornéennes et des roches granitiques (granodiorites et porphyres). Dans les deux groupes de roches prédominantes, le support le plus fréquent a été le galet. Nous pouvons donc affirmer que la production de pics à la Solana del Bepo s'est principalement fondée sur le ramassage de galets sur les terrasses de la rivière Prades, complété par l'exploitation, dans une carrière, de ces mêmes roches dans les affleurements primaires de la zone. Les avantages liés à l'exploitation de dépôts secondaires pour l'acquisition de matières premières lithiques sont désormais bien connus. Parmi ces avantages, il convient de citer la plus grande accessibilité à des lithologies de types divers, la possibilité de sélectionner des supports qui se rapprochent d'un point de vue morphologique ou métrique à l'outil que l'on souhaite fabriquer et la plus grande résistance mécanique des galets, plus ou moins exempts de fissures internes, après avoir été soumis à un processus de roulement par transport fluvial (Risch, 1995, p. 333 et suivantes).

Analyse morphométrique et processus d'élaboration des outils

La morphologie triangulaire est la plus fréquente parmi les pics. Bien que le processus d'élaboration des outils ait conduit lui-même à l'élimination des premières étapes de transformation du support naturel, le chevauchement de traces d'élaboration dans certains des pics étudiés permet d'établir une séquence de travail spécifique. En premier lieu, le support était taillé afin de lui conférer sa morphologie triangulaire approximative. La présence de deux préformes dans les instruments étudiés a permis d'observer la concentration des premières extractions le long des bords longitudinaux du support, afin d'aiguiser l'extrémité inférieure où la face active sera installée (fig. 8 : BEP-4275-4). L'extrémité supérieure des faces droite et gauche et la face supérieure présentent également, dans le cas des deux préformes, une certaine quantité de négatifs d'extraction qui permettaient d'aménager les surfaces pour ensuite confectionner les rainures d'emmanchement. Ensuite, les arêtes les plus prononcées des négatifs d'extraction étaient adoucies par piquetage. Cette procédure a éliminé une grande partie des traces de travail précédentes, mais là où elles sont conservées, la taille est toujours sous-jacente par rapport au piquetage.

Laissons de côté la face active, que nous traiterons au paragraphe suivant ; les faces latérales sont celles qui ont été modifiées de façon plus intense. La méthode du piquetage y prédomine par rapport à la taille, mais la plupart des talons ont été surtout taillés, et piquetés de façon occasionnelle. Plus de la moitié des zones situées entre les faces antérieures et les faces postérieures sont demeurées à l'état naturel, bien que le polissage soit un peu plus développé sur ces surfaces que sur le reste. En règle générale, la transformation des outils a demandé un investissement important indépendamment du type de support ayant servi à l'élaboration des pics. C'est ce qu'indiquent (fig. 9) les taux de transformation de 0,6 et

0,8 ; la valeur 1 indique l'intensité maximum et 0 l'intensité minimum (Delgado-Raack, 2008, p. 307).

Les propriétés physiques qui jouent le rôle le plus important parmi les outils de percussion avec extrémité en sommet (qu'elle soit en pointe ou en biais) sont étroitement liées à leur poids et à leurs proportions métriques, outre la dureté intrinsèque de la roche. La morphologie des faces actives doit favoriser la pénétration nécessaire dans la matière de contact permettant de couper ou de dégager une partie de celle-ci sans casser le pic, ce qui le rendrait inutilisable. Compte tenu des deux groupes principaux de roches utilisés dans l'élaboration des pics, c'est-à-dire du granite et du porphyre, d'une part, et des roches cornéennes, d'autre part, nous avons recherché d'éventuelles différences technologiques susceptibles de correspondre à des fonctionnalités différenciées.

Bien que les dispositifs élaborés sur des roches granitiques tendent à peser légèrement plus lourd (1763 g en moyenne) que les pics de roches cornéennes (1100 g en moyenne), ces différences sont trop faibles pour en déduire que ces deux groupes de pics ont été élaborés pour des activités différentes (fig. 10).

Les différences les plus évidentes entre les outils de roche cornéennes et ceux de roches granitiques sont d'ordre métrique. Il s'agit du rapport entre la longueur, la largeur et l'épaisseur des pics, ce qui permet de caractériser la robustesse du support (Cailloux, 1951). Cet aspect fait référence en réalité aux proportions entre les trois dimensions de toute forme géométrique. Selon ce critère, les pics de roches cornéennes et de roches granitiques se dissocient clairement, avec des indices respectivement autour de 3 et de 2 (fig. 11). Les pics de roches granitiques doivent donc être considérés comme massifs, puisqu'ils présentent une épaisseur plus importante par rapport à la longueur et à la largeur, tandis que les pics de roche cornéenne sont caractérisés par des proportions plus aplaties. Ces différences de proportions sont étroitement liées à la nature géologique des lithotypes, c'est-à-dire à la fabrique. La fabrique constitue le trait pétrographique où s'unissent la texture et la structure de la roche, y compris la distribution spatiale et les aspects géométriques des éléments qui forment la roche, les minéraux. Ces caractéristiques ont une influence directe sur le comportement mécanique de la roche, non seulement dans les processus d'érosion naturels (éboulement du substrat, roulement à sec, transport hydrique) mais aussi dans la réaction du matériel face à la modification anthropique de celui-ci (processus de transformation par percussion ou abrasion). Dans le cas des roches cornéennes, le processus subi par la roche par métamorphisme de contact ou cornéification a donné lieu à la formation de minéraux secondaires comme les phyllosilicates, qui, même s'ils sont fortement imbriqués et développés entre eux, présentent une texture granoblastique légèrement folliée. Cela confère à la roche une fabrique au plan linéaire (Risch et Martínez, 2008, p. 53-54). C'est pour cela que le degré de sphéricité dans le cas des roches cornéennes est inférieur, et cette tendance se reproduit dans tout autre type de support de cette lithologie (claste et nature du support non observable).

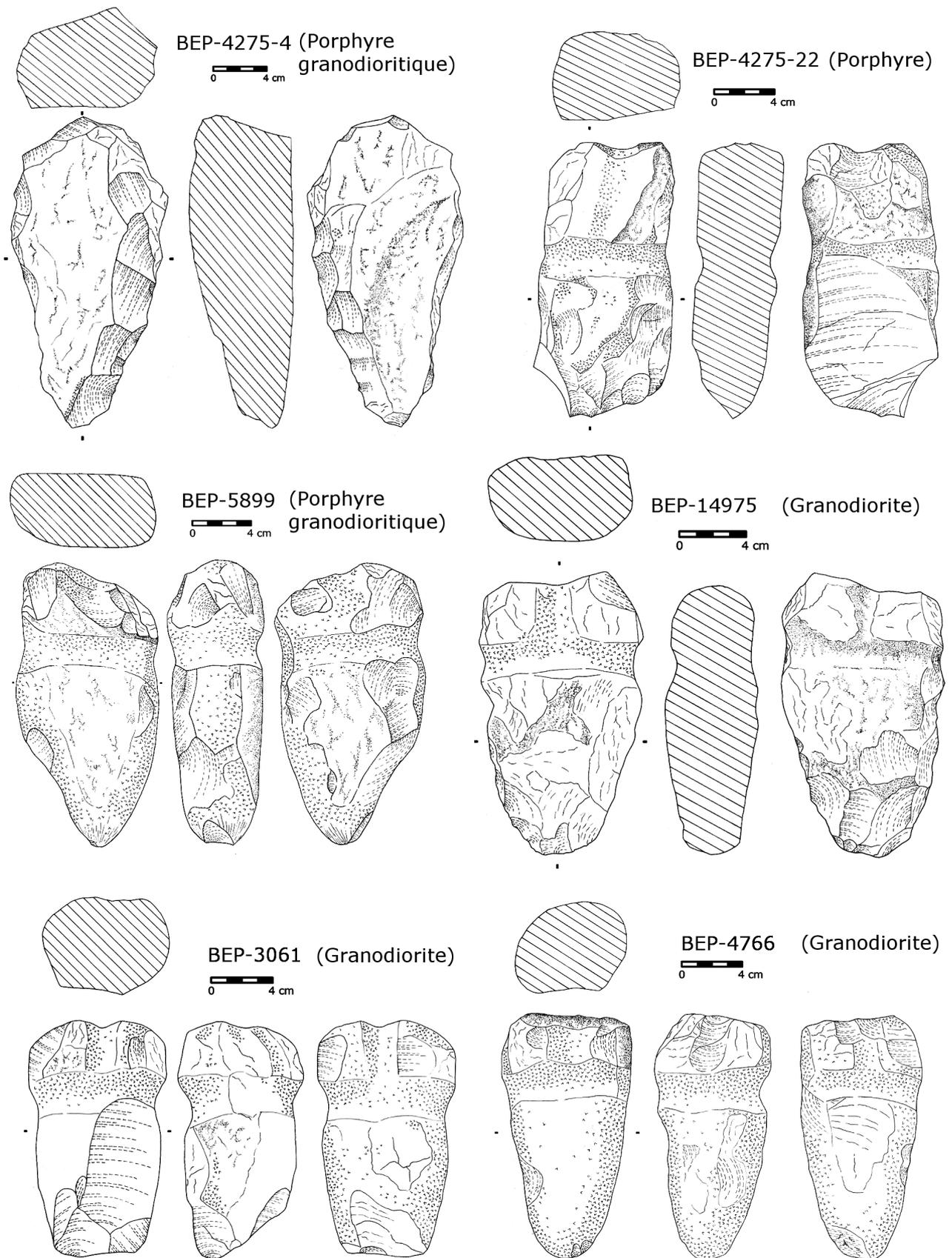


Fig. 8 – Pics de la Solana del Bepo.

Fig. 8 – Picks from Solana del Bepo.

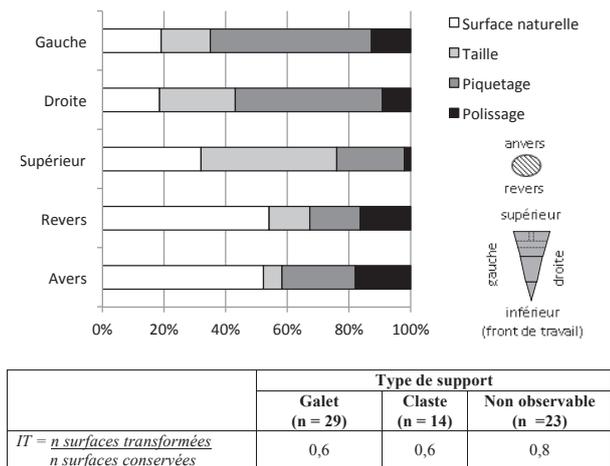


Fig. 9 – Traces d’élaboration inscrites sur les faces passives des pics récupérés à la Solana del Bepo (en haut). Le type de traces montre le dernier processus de transformation qui a eu lieu sur la superficie. Valeurs moyennes des indices de transformation estimés pour chacun des types de supports sur lesquels les pics ont été élaborés (en bas). Les faces actives (faces de percussion) ne sont pas comprises dans le calcul.

Fig. 9 – Manufacturing marks recorded on the passive surfaces of the picks found at Solana del Bepo (above). The type of mark shows the final transformation process that took place on the surface. Average values of the estimated transformation indices for each type of blank from which the picks were made (below). Active surfaces are not included among these values.

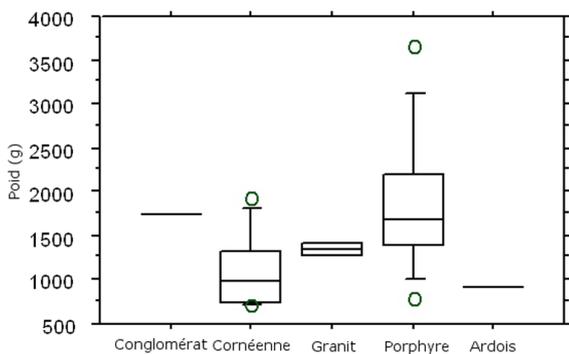


Fig. 10 – Distribution (percentiles) des poids répertoriés pour les pics conservés dans leur intégralité selon leur lithologie.

Fig. 10 – Percentile distribution of the weights of the fully preserved picks according to their lithology.

Au contraire, la nature isotrope des roches magmatiques, comme les roches granitiques, fait que l’érosion affecte tous les points de la roche de façon équivalente. Le développement de prismes est fréquent.

Les résultats obtenus à la suite de l’analyse morphométrique mettent en avant deux groupes principaux qui se différencient dans leurs caractéristiques lithologiques et leurs proportions métriques. L’un d’eux inclut des pics de roches cornéennes aux proportions plates, tandis que l’autre est constitué par des pics élaborés sur des supports généralement massifs de roches granitiques.

Bien que l’aspect massif des pics élaborés sur des roches granitiques, ainsi que leur poids supérieur par rapport aux pics de roches cornéennes, puissent suggérer en théorie une fonctionnalité différente, les propriétés relatives à la résistance mécanique d’un type de lithologie ou un autre font penser plutôt le contraire. Un programme de tests mécaniques réalisé avec des machines industrielles a soumis des roches cornéennes et des roches granitiques à des conditions identiques d’augmentation de charge⁽²⁾. Le résultat a montré un comportement très similaire des deux lithologies dans des contextes de compression (cornéenne $s = 1228,74 \text{ kg/cm}^2$; granites $= 1289,93 \text{ kg/cm}^2$) et de résistance notablement plus importantes des cornéennes dans des situations de flexion (cornéennes $= 699,43 \text{ kg/cm}^2$; granites $= 227,33 \text{ kg/cm}^2$). Dans ce sens, nous tendons à penser qu’aussi bien les pics en roches granitiques que ceux élaborés en roches cornéennes pouvaient parfaitement réaliser les mêmes activités, dans lesquelles intervenaient des processus de percussion intenses. Il est probable que la moindre résistance des roches granitiques soumises à des conditions mécaniques spécifiques pouvait être résolue par la plus grande épaisseur donnée au le support.

Analyse des traces et de la fonctionnalité des outils de travail

Les surfaces actives qui interviennent dans l’utilisation des pics comme outils de travail se trouvent sur l’extrémité inférieure du support. Il s’agit d’une caractéristique standard dans l’ensemble étudié.

Du point de vue macroscopique, trois types de faces actives ont été détectées : morphologie en V, morphologie en U et morphologie asymétrique. Ces faces sont affectées et partiellement déformées par des marques de percussion sous forme de fractures conchoïdales ou échelonnées qui sont réparties à partir des points les plus exposés sur la topographie de la surface. Ces extractions peuvent mesurer plusieurs centimètres et s’étendre jusqu’au tiers supérieur de l’objet, déformant ainsi la rainure d’emmanchement (fig. 8 : BEP-4275-22, BEP-3061; fig. 12 : BEP-4275-43). Elles montrent l’intensité des coups donnés avec ces outils. D’un point de vue macro et mésoscopique, des traces de type abrasif ont été détectées sur ces marques (fig. 13). Il s’agit d’un polissage qui concerne exclusivement la zone la plus protubérante de la face de percussion et qui est parfois accompagné de stries orientées de façon longitudinale ou oblique par rapport à l’axe longitudinal de l’outil. Ces manifestations ont été détectées sur n’importe laquelle des lithologies identifiées parmi les pics de la Solana del Bepo, ce qui indique des activités de production similaires.

La séquence permettant d’expliquer la présence des différents types de traces sur les faces de percussion est à caractère cyclique. Lorsque la face active « fraîche » entrain en fonctionnement (phase expérimentale), elle subissait un ensemble de déformations *via* une perte de matière. Si ces déformations étaient importantes, l’outil devait être soumis à une réparation. Si, au contraire, la face active était toujours opérationnelle, la surface se stabilisait avec le temps et ses

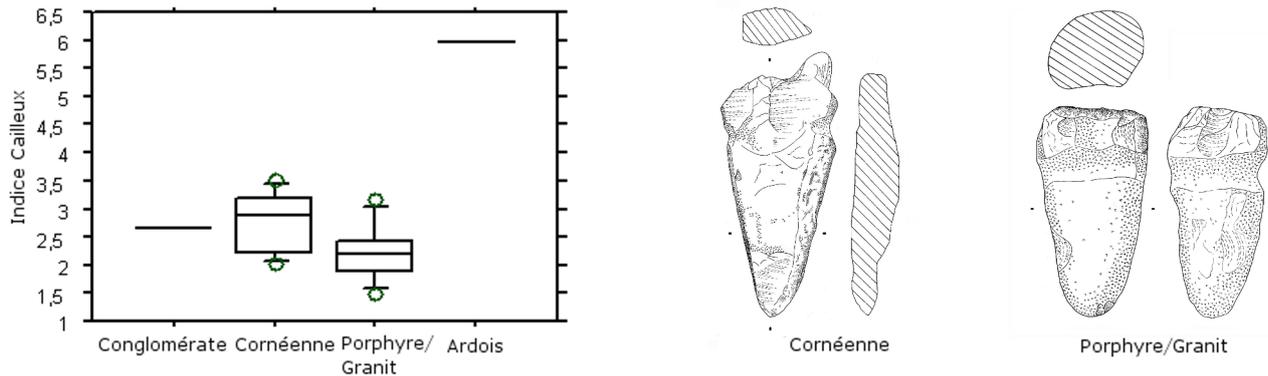


Fig. 11 – Indice de sphéricité selon la lithologie des pics : plus l'indice est grand, plus le degré de sphéricité est faible.

Fig. 11 – Sphericity indices according to the lithology of the picks; the higher the ratio, the lower the sphericity.

contours étaient adoucis *via* des processus de pression et d'abrasion avec le matériel de contact (phase de maturité-usage). Ensuite, un impact particulièrement violent pouvait déstabiliser la surface à nouveau par le détachement d'un ou plusieurs éclats de pierre, ce qui rendait nécessaire la rénovation de la surface par des opérations d'entretien pour lui conférer à nouveau une morphologie adéquate pour le travail (phase d'entretien). Le cas échéant, il fallait jeter l'instrument (phase d'abandon).

Les observations réalisées indiquent qu'en effet, l'emboutissage des faces actives apparaît et s'intensifie quand la longueur diminue par rapport à la largeur (fig. 14), ce qui indique une plus grande usure de l'outil. Une conclusion similaire se dégage de la répartition de la morphologie des faces actives mentionnée ci-dessus, puisqu'on remarque une rétractation de la face de percussion à mesure que celle-ci s'adoucit d'un point de vue morphologique (fig. 14). La longueur de l'outil a donc diminué à mesure que la face active s'est émoussée (développement de la morphologie en U à partir de la morphologie en V). Cette observation est également vérifiée en termes métriques absolus, puisque les pics pourvus de faces en V tendent à présenter une longueur supérieure à ceux qui possèdent des faces en U.

Dans le cas des faces à la morphologie asymétrique, les proportions des outils sont plus allongées. Nous ne pouvons pas affirmer avec certitude l'existence d'une fonction spécifique pour ces exemplaires, mais le déplacement latéral de la face active par rapport à l'axe central de l'outil pourrait être lié à son usage avec des leviers, ou indiquer un état relativement récent d'utilisation. Dans ce dernier cas, un redressement de la face se ferait au fur et à mesure de sa vie utile, de son usure et des opérations d'entretien.

D'une part, les caractéristiques qualitatives de l'usure décrites – aussi bien les extractions que l'émoussement qui atténue celles-ci – suggèrent un contact par percussion avec une matière dure comme la roche. D'autre part, la loupe binoculaire a permis de reconnaître la présence de traces de cuivre, limitées à certaines de ces faces actives (fig. 13 f-h). Si, outre les arguments tracéologiques, nous

tenons compte du contexte spatial dans lequel l'ensemble lithique a été récupéré – selon Vilaseca, en association avec des carbonates de cuivre –, l'interprétation d'une intervention des pics dans les processus d'extraction du minerai de cuivre prend tout son sens. Ces outils étaient principalement façonnés en pointe; leur activité consistait très probablement à défaire la roche selon un procédé mécanique en suivant les filons de l'affleurement cuprifère. Comme nous l'expliquons *infra*, les analyses réalisées sur un petit échantillon de ces pics ont montré dans un cas des restes minéraux compatibles avec la minéralogie de la Solana del Bepo.

Dispositifs de préhension ou d'emmanchement

Les dispositifs de préhension ou d'emmanchement sont des preuves de la transformation du support préalablement à l'utilisation. Cependant, ils sont étroitement liés à la manipulation de l'instrument pendant son utilisation. Dans l'ensemble macrolithique de la Solana del Bepo, ce type de dispositif est habituel dans les pics aussi bien de roches cornéennes que de roches granitiques. Parmi les cinquante-trois pics qui conservent leur extrémité proximale, seulement deux sont dépourvus de ce type de preuve; il s'agit probablement dans ce cas de préformes, à en juger par leur aspect grossier (fig. 8 : BEP-4275-4). La reconnaissance d'une seule face active sur l'extrémité inférieure des pics analysés correspond bien à la localisation habituelle des rainures sur le tiers supérieur de l'outil. La présence additionnelle de rainures dans le talon de 80% des pics qui conservent leur extrémité proximale, indique que la plupart d'entre eux disposaient également d'un talon emmanché.

Les dispositifs de préhension répertoriés dans l'ensemble étudié sont des rainures avec des sillons plus ou moins étendus le long de la surface ou bien des entailles. Tandis que les premiers peuvent sembler avoir été installés de façon individualisée sur une ou plusieurs faces ou être dotés de sillons périmétraux sans solution de continuité (fig. 8 : BEP-5899, BEP-3061), les entailles

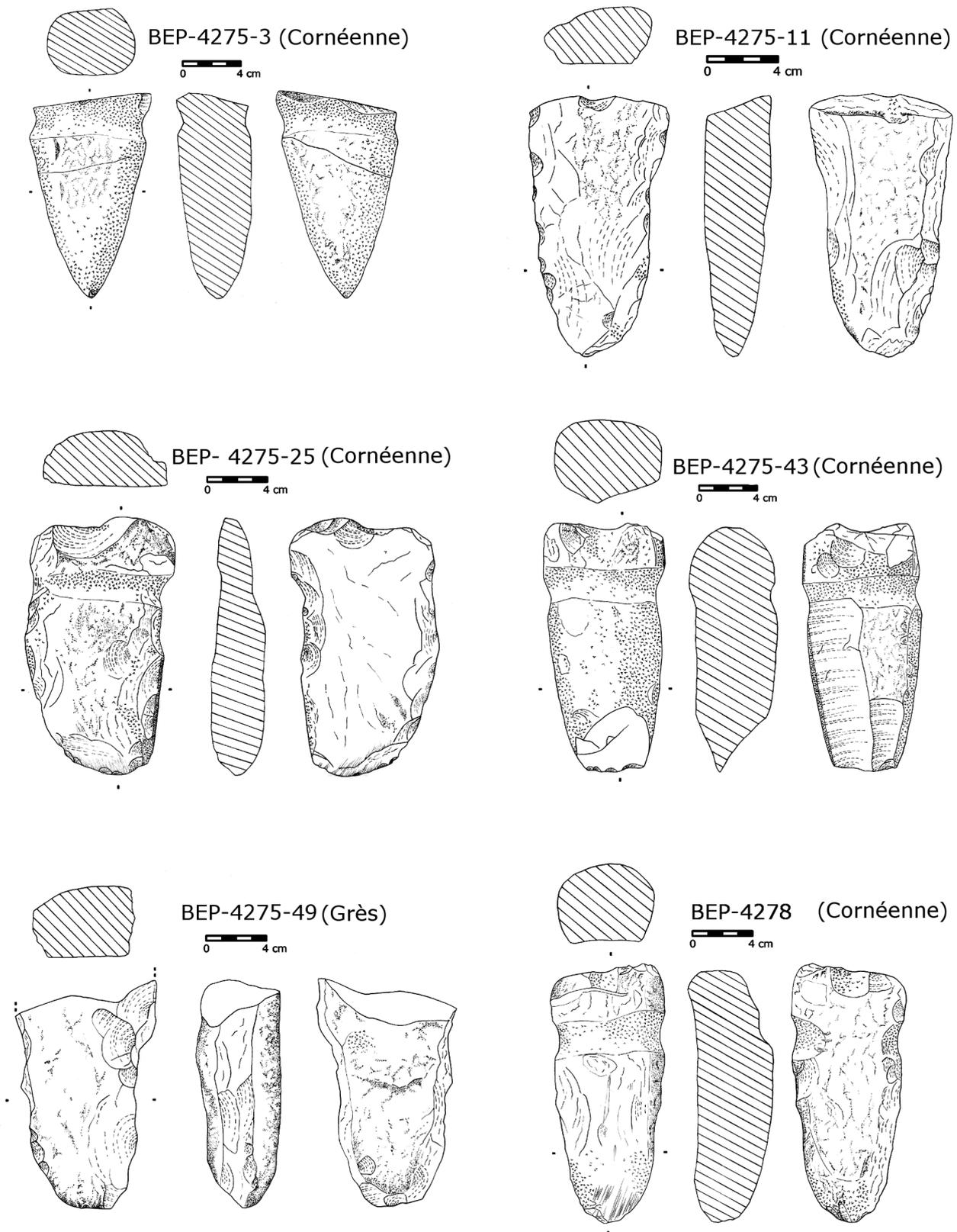


Fig. 12 – Pics de la Solana del Bepo.
Fig. 12 – Picks from Solana del Bepo.

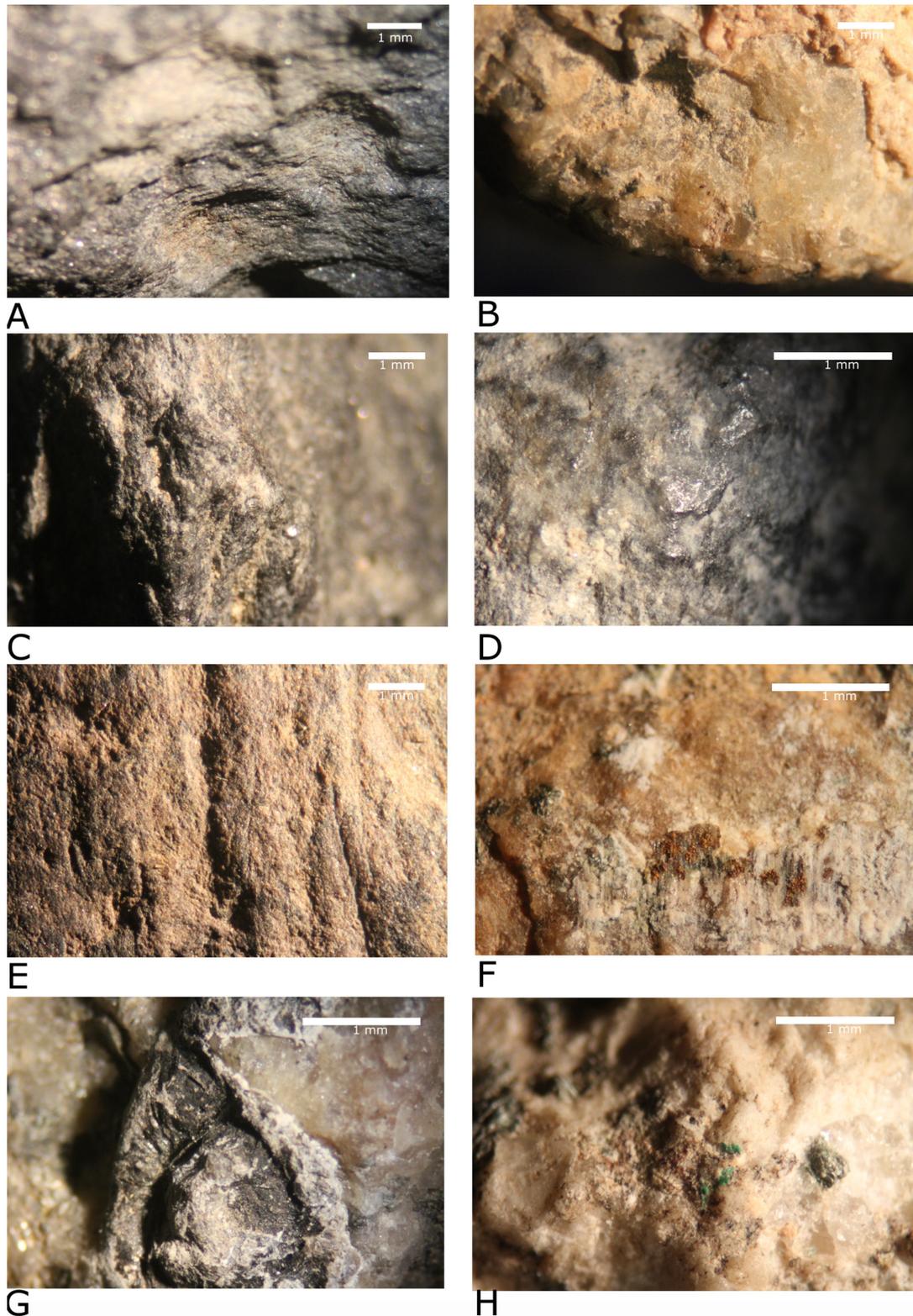


Fig. 13 – Traces observées sur les faces actives des pics de la Solana del Bepo. A : piquetage sur une superficie latérale proche de la face en pointe (BEP-4275-1); B : fractures échelonnées associées à la face de percussion (BEP-3061); C : pointe émoussée (BEP-4275-3); D : polissage lustré sur la zone exposée de la pointe (BEP-4275-20); E : traces linéaires (BEP-4278); F : adhérences à l'aspect oxydé, associées à des traces linéaires (BEP-4275-22); G : adhérences de couleur noirâtre et à l'aspect plastique (BEP-14975); H : adhérences de couleur verte (BEP-4275-46/50).

Fig. 13 – Marks observed on the active surface of the picks from Solana del Bepo. A: pitting on a lateral surface near the pointed surface (BEP-4275-1); B: staggered fractures associated with the percussion surface (BEP-3061); C: blunt vertex (BEP-4275-3); D: shiny polish on the exposed area of the vertex (BEP-4275-20); E: linear marks (BEP-4278); F: rust-like adherences associated with linear marks (BEP-4275-22); G: blackish, plastic-like adherences (BEP-14975); H: green adherences (BEP-4275-46/50).

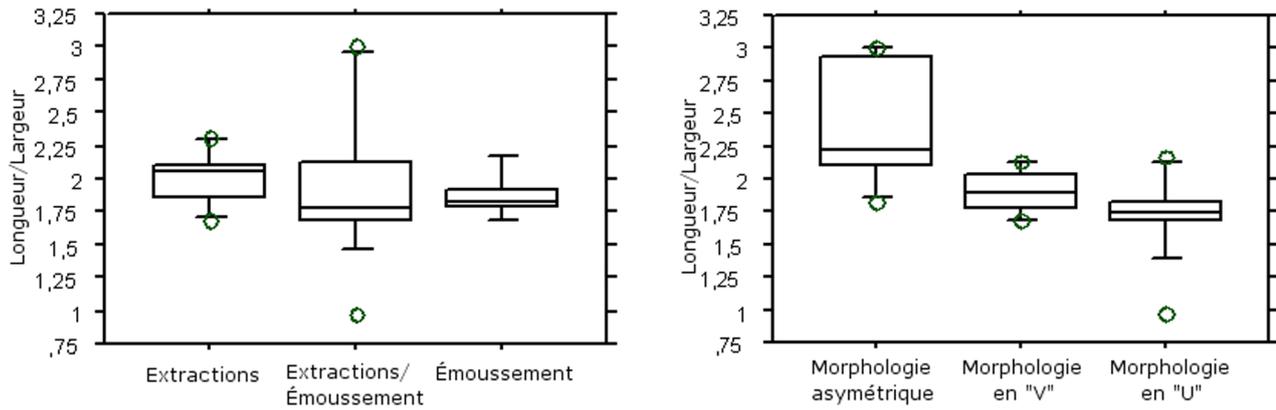


Fig. 14 – Proportions métriques (longueur/largeur) des pics par rapport aux traces d’usure présentes sur ces faces actives et à la morphologie de celles-ci (en V, en U et asymétriques).

Fig. 14 – Metric proportions (longitude/width) of the picks in relation to use-wear traces registered on their active surfaces and to their morphology (V and U-shaped and asymmetric).

sont généralement présentes sur les flancs latéraux ou sur le talon de l’outil (fig. 5 : BEP-4275-1, BEP-5898). Elles sont prédominantes sur les pics de roche cornéenne, moins épais, alors que les rainures sont typiques des outils massifs, élaborés en roches granitiques. Leur confection devait consister d’abord en un premier processus de taille, suivi d’un piquetage afin d’adoucir la surface et d’éviter d’endommager le cordage. En outre, une surface nivelée a été retrouvée à l’intérieur de plusieurs dispositifs d’emmanchement, probablement en raison de la friction, faible mais continue, de la corde sur la pierre lors de l’utilisation du pic.

D’autres attributs spécifiques des dispositifs d’emmanchement, comme leur profondeur ou leur largeur, ne semblent pas être en rapport avec les caractéristiques technologiques des pics. Différentes catégories, décrites par Hunt Ortiz (Ortiz, 2003, p. 285), ont été distinguées dans l’ensemble étudié, en rapport avec la morphologie et la localisation des dispositifs d’emmanchement (fig. 15) : le type 2, où deux préformes ont été incluses ; le type 3a2, avec des pics pourvus d’une entaille sur les deux faces latérales ; les types 4a et 4c, avec des pics pourvus de rainures bien développées, qui sont les plus fréquemment mentionnés dans le registre archéologique général. Concernant l’ensemble de la Solana del Bepo, il conviendrait d’ajouter une variante supplémentaire au type 3, qui serait le 3a2 avec talon, et deux variantes supplémentaires au type 4c, où le talon présente une rainure en croix (quatre bras), dans le premier cas, et une rainure en demi-croix (trois bras), dans le deuxième. Théoriquement, aussi bien pour les pics avec des entailles que pour ceux avec des rainures, avec ou sans rainures sur le talon, un emmanchement comme ceux observés dans les mines chiliennes préhispaniques serait possible (Figueroa *et al.*, 2013, fig. 7, 8, 10 et 11). Dans ce cas, la longueur et la largeur s’orientent perpendiculairement au manche tandis que l’épaisseur reste parallèle à la trajectoire de celui-ci.

Il est intéressant d’observer que dans tous les pics, indépendamment de la morphologie de leur face active, nous trouvons des signes prouvant l’existence d’emmanchements. Parmi les pics pourvus de face en V, malgré leur nombre réduit, on trouve des dispositifs d’emmanchement spécialement développés sur les quatre faces et parfois aussi sur le talon (tabl. 2). Par conséquent, la présence de preuves d’emmanchement sur des pics ayant divers degrés d’usure indique qu’ils ont été conçus dès le départ en tant qu’outils dont la manipulation requerrait un élément intermédiaire entre celui-ci et la main et qu’ils n’ont donc jamais été utilisés directement avec la main.

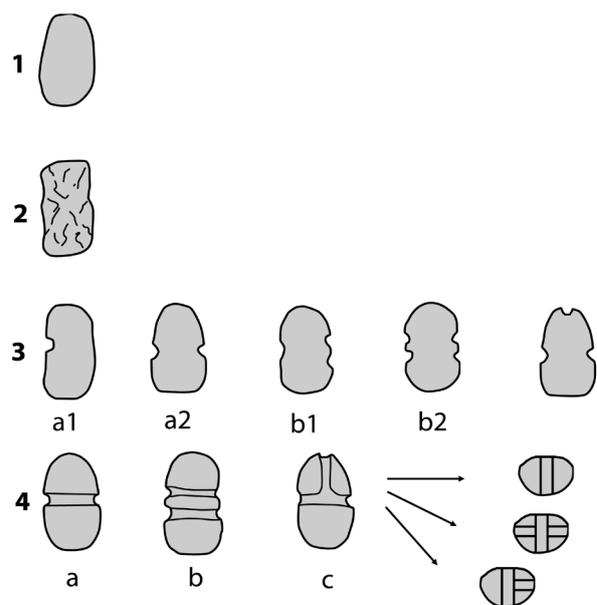


Fig. 15 – Typologie d’instruments d’extraction minière selon Hunt Ortiz 2003, avec les nouveaux types de la Solana del Bepo.

Fig. 15 – Typology of mining implements according to Hunt Ortiz 2003, with the new subtypes described at Solana del Bepo.

	Morphologie de la surface active		
	V	U	Asymétrique
Sans évidences	2	0	0
Talon	0	1	0
2/4	0	1	2
2/4 + talon	0	1	1
3/4	0	0	0
3/4 + talon	0	7	2
4/4	1	0	0
4/4 + talon	3	2	1
Total	6	12	6

Tabl. 2 – Fréquences absolues de dispositifs d'emmanchement selon la morphologie de la face active sur les pics complets.

Table 2 – Absolute frequencies of hafting evidences according to the morphology of the active surface observed on the complete picks.

Les attestations d'emmanchement répertoriées dans le cas des pics avec face active asymétrique ne diffèrent pas de façon substantielle du reste des pics, car ils devaient être fixés au manche de façon similaire. Nous avons déjà mentionné la possibilité que ces outils soient utilisés en tant que leviers, ou qu'il s'agisse d'exemplaires qui se trouvaient dans un état relativement précoce d'utilisation. Cependant, mis à part la symétrie de la face active par rapport à l'axe longitudinal de l'instrument, il n'existe pas d'autres arguments technologiques faisant penser à des fonctionnalités différentes du reste des pics.

Finalement, dans l'ensemble des pics trouvés à la Solana del Bepo, il existe des exemples clairs de fragments distaux ou proximaux d'anciens outils dont les plans de fracture ont été aménagés afin de pouvoir réutiliser le support. Ces retouches peuvent consister en un adoucissement et un renforcement des bords d'un plan de fracture, l'aménagement d'une nouvelle face de percussion ou l'installation ou la réparation d'une entaille d'emmanchement (fig. 12 : BEP-4275-3, BEP-4275-11). Cette volonté d'allonger la vie utile des outils, dont la matière première était abondante à proximité de leur contexte d'utilisation, doit être nécessairement mise en relation avec l'investissement important en terme de temps de travail que représente la fabrication de chaque outil.

LA COVETA DE L'HEURA ET SES VESTIGES ARCHÉOLOGIQUES

Il est difficile d'attribuer une datation directe à la mine de la Solana del Bepo en raison de ses caractéristiques. Depuis le travail pionnier de S. Vilaseca, le site a été associé, d'un point de vue chronologique et fonctionnel, au site archéologique voisin de la grotte Coveta de l'Heura (Vilaseca et Vilaseca, 1957). Nous partageons cette opinion – qui, comme nous le verrons

plus loin, a été partiellement vérifiée par les nouvelles études que nous avons réalisées – et c'est pourquoi nous incluons Coveta de l'Heura dans la présente étude. Le site et ses vestiges associés constituent le seul élément dont nous disposons à l'heure actuelle pour nous orienter sur la datation des premières exploitations cuprifères dans l'environnement minier de la commune actuelle d'Ulldemolins. Le site se trouve à moins de 500 m à l'ouest de la Solana del Bepo.

La cavité, de type paradolménique, est formée par un grand bloc de conglomérat polygénique lapidifié qui s'appuie sur deux autres blocs plus petits. Ils se sont tous décrochés de la chaîne montagneuse de Llena. La partie située à l'est et l'entrée de la grotte étaient dotées à l'origine de structures de fermeture constituées par des murs en pierre sèche. L'accès s'effectue par un couloir de 1,40 m. de large sur 3 m de long qui débouche sur une chambre quadrangulaire de 3 m de long sur 4 m de large. La cavité a été partiellement vidée en 1938 afin d'être utilisée comme refuge antiaérien lors de la guerre civile espagnole. On découvrit alors qu'elle contenait des restes humains. Ce ne fut pas avant 1948 que des fouilles de sauvetage dirigées par S. Vilaseca ont été organisées, entre novembre 1948 et juin 1949. Bien qu'il s'agisse d'un site très largement cité dans la bibliographie, la seule étude d'ensemble publiée à ce jour est celle réalisée par le chercheur lui-même (Vilaseca, 1952 et 1973, p. 182-184).

Tel qu'il l'indique, les vestiges n'ont pas été localisés dans un contexte stratigraphique clair (Vilaseca, 1952, p. 128) et, d'autre part, on ne peut pas, avec les données du fouilleur, établir la relation stratigraphique entre chambre et couloir. La plupart de ces vestiges, exceptés certains restes humains et du matériel céramique, ont été récupérés dans une même strate (niveau b), située dans la chambre de la cavité. Certaines descriptions sur la localisation spatiale des vestiges les plus singuliers ont été réalisées (Vilaseca, 1952, p. 129). La plus grande partie du lot de pointes de flèches en silex retrouvées dans la cavité, à proximité d'un poinçon en cuivre et de céramique non décorée, a été découverte dans le couloir d'entrée, sur un niveau d'argile brûlée et où apparaissent des signes de combustion. Les inhumations étaient pratiquées dans la chambre interne et on y a retrouvé un vase avec des décorations cannelées, une cuillère en céramique et un vase de réduction des minerais (ou vase-four) près d'un moulin manuel. Malheureusement, il n'est pas possible d'établir le rapport entre la stratigraphie de S. Vilaseca du couloir et celle de la chambre. En outre, l'ensemble a été partiellement bouleversé à cause de phénomènes postdépoussonnements.

Malgré les difficultés de l'interprétation stratigraphique et fonctionnelle de la cavité, tout semble indiquer qu'elle a été utilisée dans un premier temps comme atelier de fabrication de pointes de flèche et comme refuge puis, plus tard, comme sépulture collective et enfin comme atelier métallurgique. Le début de la phase d'inhumations préhistoriques est probablement à placer au III^e millénaire (voir *infra*), ce qui placerait la fonction d'atelier métallurgique au Bronze ancien-moyen.

S. Vilaseca a identifié dans la chambre de la cavité un ossuaire, constitué d'environ 60 à 70 individus enterrés, qui occupaient le fond de la pièce et qui, selon les indications fournies, ne possédaient pas de liens anatomiques, mais on a pu observer des alignements de crânes et des paquets d'os longs. Le chercheur a considéré que toutes les inhumations avaient été réalisées à l'époque préhistorique (Vilaseca, 1952, p. 123-124). Nous avons réfuté cette affirmation grâce à la réalisation de trois datations radiométriques sur les os humains du lot mentionné, appartenant à trois individus différents. Parmi les trois datations au ^{14}C que nous avons réalisées, l'une d'entre elles, sur laquelle nous reviendrons ci-après, nous a donné une date du III^e millénaire av. J.-C., mais les deux autres font référence à une chronologie du haut Moyen Âge. L'une d'entre elles remonte à 920-960 apr. J.-C. et l'autre à 590-660 apr. J.-C. (tabl. 3). Il convient donc de conclure que la fonctionnalité funéraire de la cavité a connu une première phase préhistorique puis une phase ultérieure d'inhumations durant le haut Moyen Âge. Cette phase est extrêmement importante en raison des rares informations disponibles pour cette période, mais nous ne la traiterons pas dans le présent article. Les matériaux meubles récupérés dans la cavité, ainsi qu'un léger indice de ce que nous pouvons savoir de leur situation spatiale et stratigraphique, permet d'indiquer, comme l'a fait S. Vilaseca à l'époque, que la cavité avait une fonction funéraire mais aussi une fonction d'atelier spécialisé en métallurgie et en manufacture de pointes de flèche en silex, et peut-être aussi comme habitat. La plupart des vestiges archéologiques trouvés dans la cavité appartiennent au Néolithique final-Chalcolithique. Cependant, certaines pièces métalliques doivent être datées de l'âge du Bronze.

Les fouilles de S. Vilaseca ont permis de mettre au jour quelque 3 300 pièces de silex qui constituent l'un des ensembles lithiques les plus importants de la Préhistoire du Nord-Est péninsulaire. C'est, en outre, le seul groupe permettant de reconstituer dans sa quasi-totalité la chaîne de fabrication de pointes de flèches folliacées, un type de pointes répertoriées dans la région nord-est de la pénin-

sule Ibérique au Néolithique final-Chalcolithique. L'ensemble (fig. 16) est réalisé sur du silex local évaporitique aux tonalités blanches et rouges et au grain moyen à gros qui provient de la marge catalanide du bassin de l'Èbre, généralement appelé silex d'Ulldemolins. L'analyse préliminaire de l'ensemble (Palomo, 2012, p. 196-198) permet de définir deux chaînes de fabrication différentes. La première suppose la réduction bifaciale d'un éclat de pierre traité de façon thermique, ce qui provoque un grand amincissement des supports (dont la largeur est d'environ 20 mm en moyenne). Ensuite, la taille des pointes est réalisée en fin d'étape (elles mesurent environ 3 mm d'épaisseur en moyenne). Ces opérations sont réalisées à l'aide de percuteurs inorganiques et organiques et de compresseurs organiques ou métalliques. La deuxième chaîne d'opérations consiste en la taille de fins éclats de pierre à partir d'un nucléus traité de façon thermique sur place, puis la réduction bifaciale par pression peu appuyée. Des percuteurs inorganiques ou métalliques sont utilisés pour la réduction bifaciale. Un test tracéologique a été effectué sur vingt-six pièces⁽³⁾. Les résultats ont été négatifs puisque le matériel avait subi des altérations nombreuses et intenses pré- et postdépositionnelles : patine, lustre de la semelle, lustre thermique et traces de contact avec d'autres éléments lithiques, provoquées par leur stockage dans un même sac avec de nombreuses autres pièces. À cela, il faut ajouter le fait que le grain de la roche utilisée dans la fabrication de ces outils, le silex d'Ulldemolins, est très épais.

L'ensemble du matériel céramique récupéré comprend un grand fragment d'un vase de réduction des minerais qui a permis de le reconstituer (fig. 17, n° 9), et de quelques vases dont une bonne partie du profil a pu être reconstituée (fig. 17), outre des fragments d'autres vases (fig. 18) et d'une cuillère en terre cuite complète (fig. 19, n° 11). Ces objets étaient accompagnés de quatre boutons, de deux perles de collier ou pendentifs en pierre, d'un brassard d'archer en pierre, d'une perle en plomb, d'un poinçon et d'une perle en cuivre, d'une tige et d'un élément en bronze de type indéterminé, et de plusieurs fragments de minerai (fig. 19).

Code laboratoire	Matériel	Datation BP	1 σ	2 σ
Beta 299206	Os humain	1420 \pm 30	612-651 cal. AD [100 %]	582-660 cal. AD [100 %]
Beta 299207	Os humain	1170 \pm 30	777-793 cal. AD [17 %] 801-847 cal. AD [41,8 %] 853-893 cal. AD [41,1 %]	771-903 cal. AD [84,8 %] 918-964 cal. AD [15,1 %]
Beta 334392	Os humain	4040 \pm 30	2618-2609 cal. BC [0,74 %] 2597-2595 cal. BC [0,07 %] 2583-2557 cal. BC [30,6 %] 2555-2551 cal. BC [30 %] 2536-2491 cal. BC [58,1 %]	2832-2820 cal. BC [0,2 %] 2657-2655 cal. BC [0,02 %] 2632-2474 cal. BC [97,7 %]

Tabl. 3 – Les trois échantillons de la Coveta de l'Heura datés au ^{14}C et leur calibrage. Courbe Intcal 13.14c, Calib 7.0.0 Stuiver and Reimer 1986-2013 (Reimer *et al.*, 2013).

Table 3 – The three radiocarbon dated samples from Coveta de l'Heura and their calibration. Intcal Curve 13.14c, Calib 7.0.0 Stuiver and Reimer 1986-2013 (Reimer *et al.*, 2013).

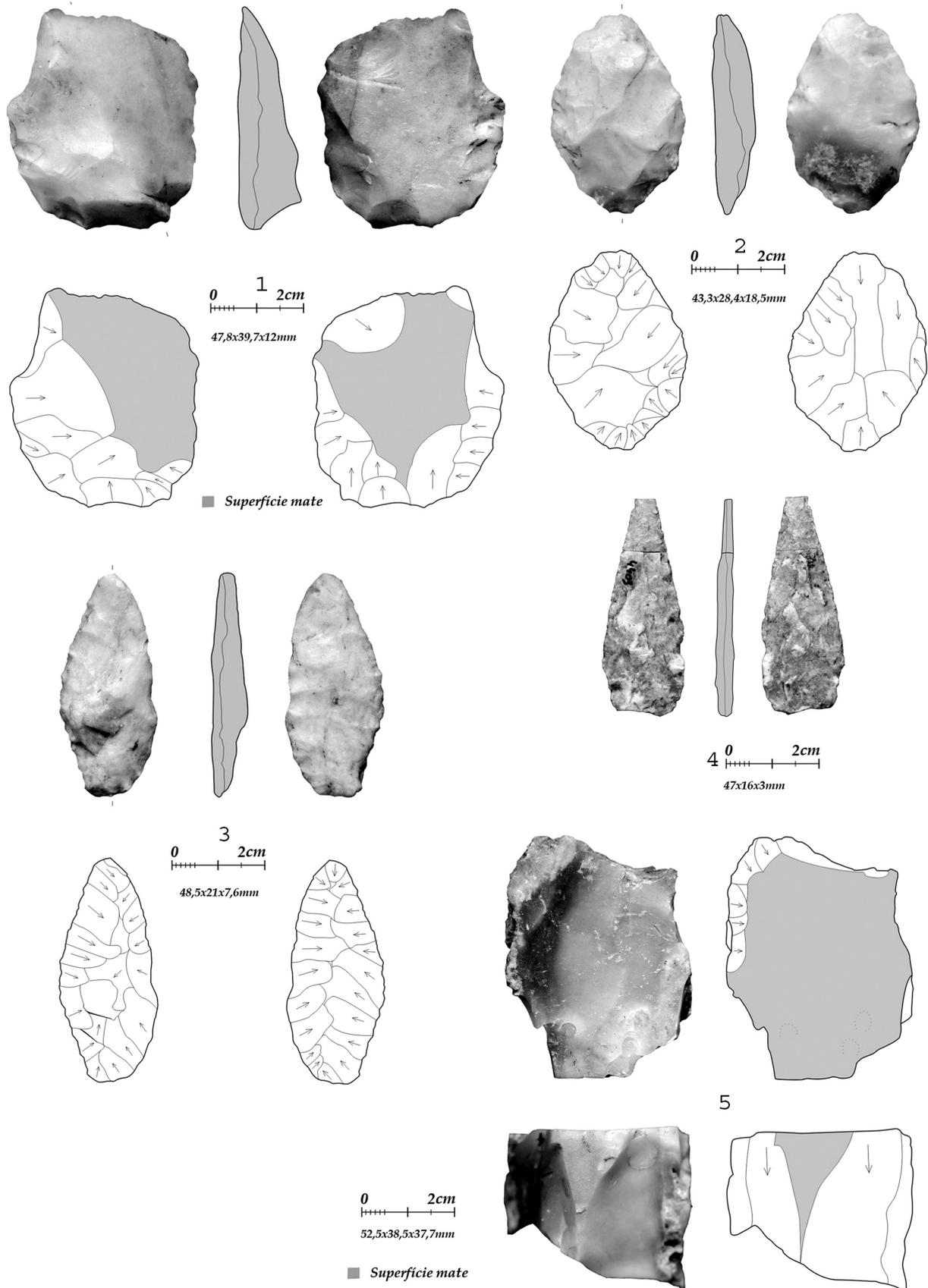


Fig. 16 – Coveta de l'Heura. 1 et 2 : éclats de pierre en processus de réduction bifaciale; 3 : préforme bifaciale; 4 : pointe fracturée; 5 : noyau d'éclats de pierre traité thermiquement (Palomo, 2012, pl. 20).

Fig. 16 – Coveta de l'Heura. 1 and 2: Stone flakes in the process of bifacial reduction; 3: Bifacial pre-form; 4: Fractured point; 5: Heat treated nucleus for the extraction of flakes (Palomo, 2012, pl. 20).

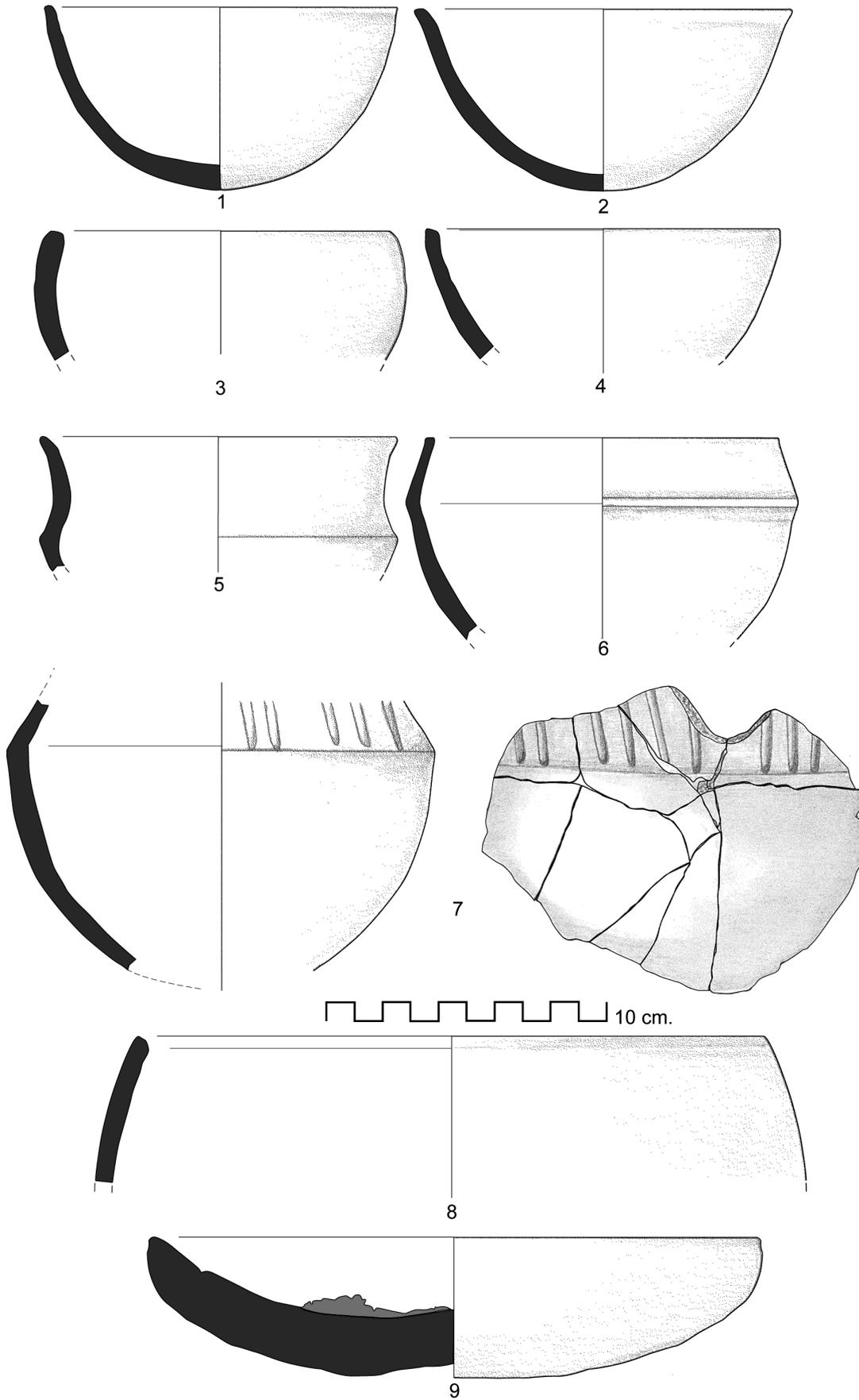


Fig. 17 – Coveta de l'Heura. Mobilier céramique.

Fig. 17 – Coveta de l'Heura. Handmade pottery.

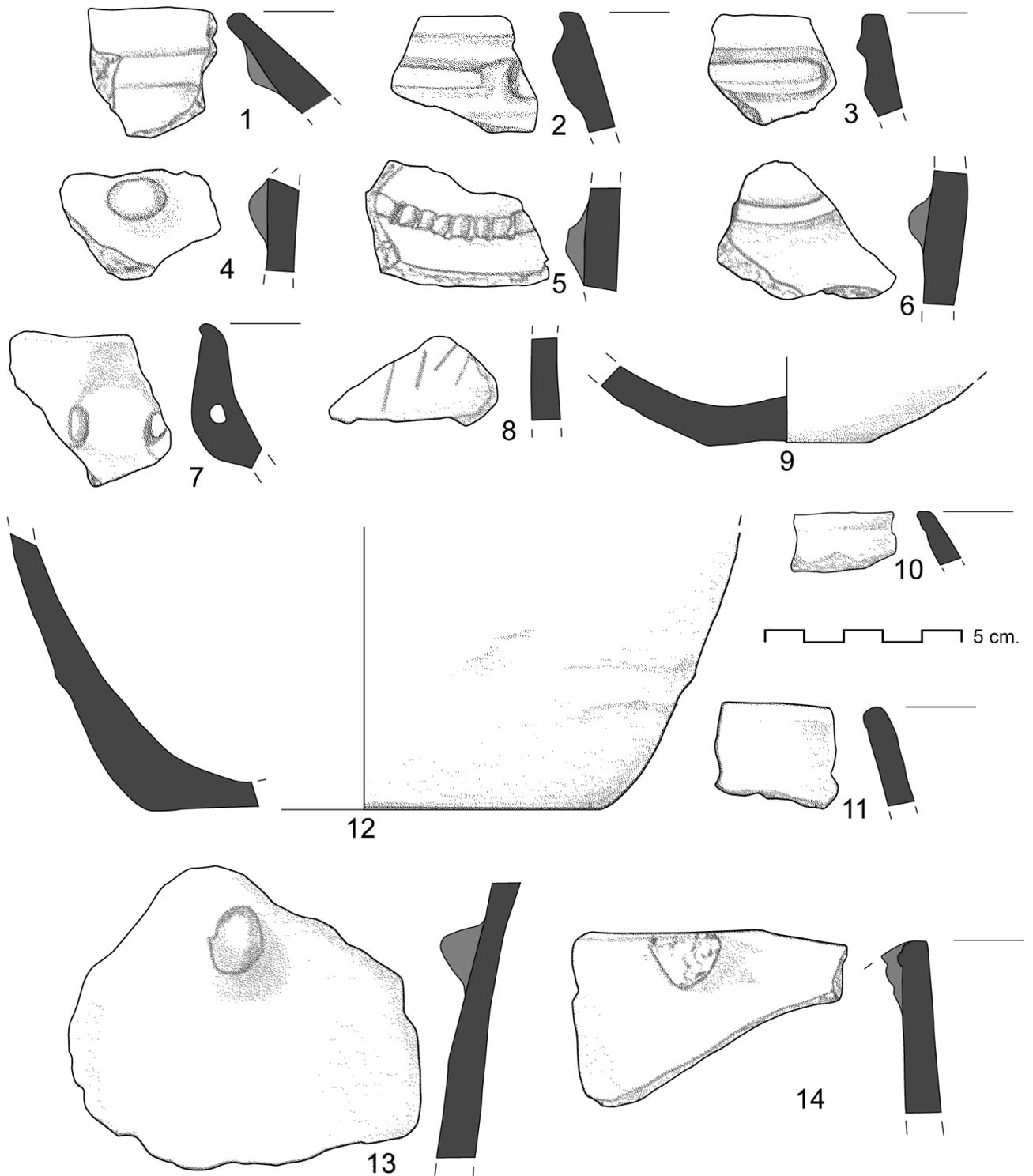


Fig. 18 – Coveta de l'Heura. Mobilier céramique.

Fig. 18 – Coveta de l'Heura. Handmade pottery.

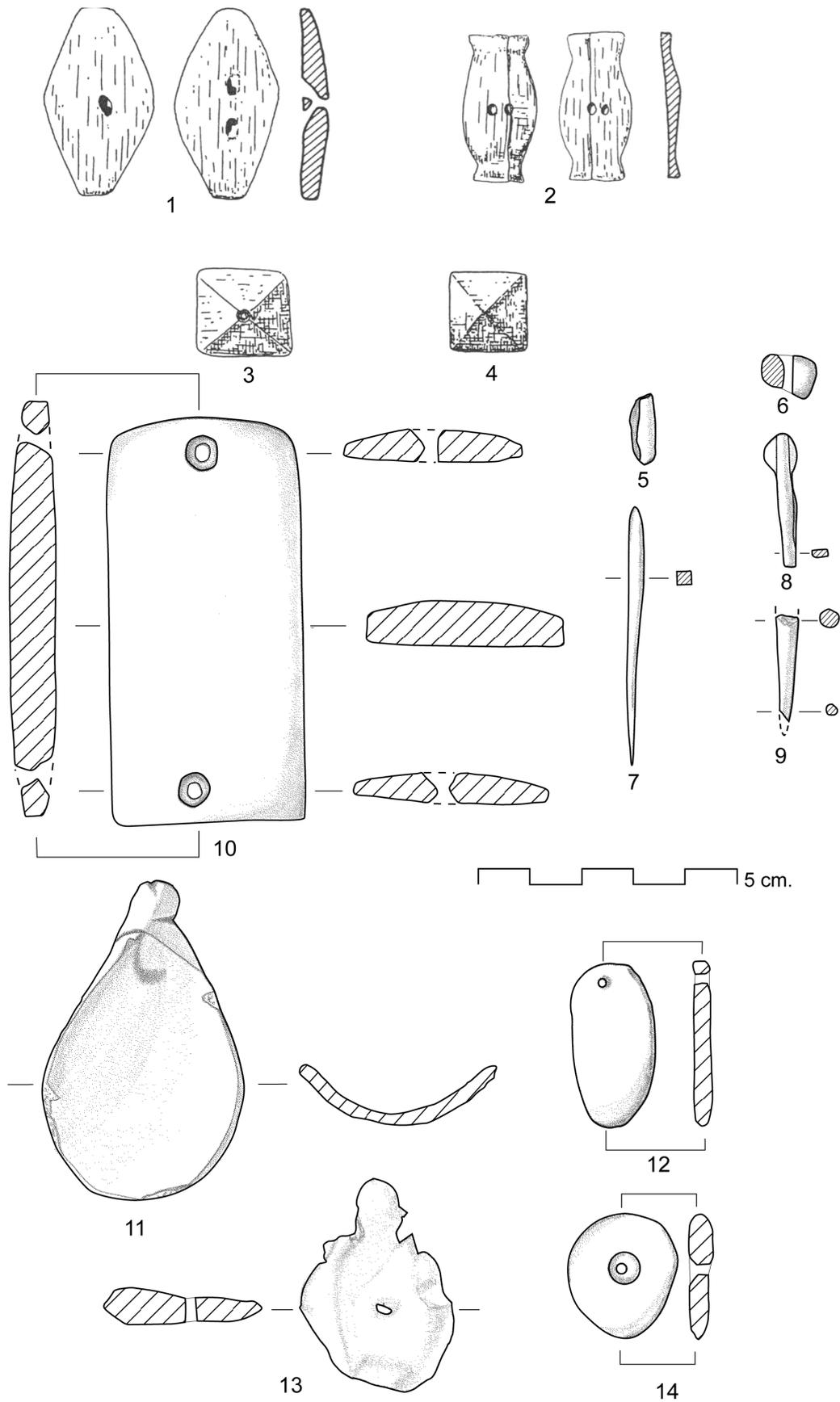


Fig. 19 – Coveta de l'Heura. Mobilier céramique, métallique et lithique.

Fig. 19 – Coveta de l'Heura. Pottery, metal and stone finds.

Le vase de réduction a une forme d'assiette avec un léger renforcement sur la base (fig. 17, n° 9). L'intérieur conserve une grande zone d'adhérence métallique qui a fait l'objet d'une étude analytique, à laquelle nous ferons référence ultérieurement. Ses dimensions sont considérables (ouverture de 21,6 cm) : c'est l'exemplaire à la plus grande capacité documenté dans tout le Nord-Est de la péninsule Ibérique. Le vase de réduction est un type de four généralement utilisé dans la technologie métallurgique préhistorique de la péninsule Ibérique. Il s'agit d'un récipient à la forme ouverte, habituellement en céramique commune, dans lequel on place un mélange de minerai pilé et de combustible. Le récipient est placé à l'intérieur d'un four et recouvert d'abondantes quantités de combustible. La réduction, dans ce type de fours, est réalisée dans une atmosphère fortement oxydante et produit des particules métalliques de taille variable engluées dans une masse visqueuse de déchets, de restes de combustible à moitié brûlés et de minéraux partiellement réduits. Pour extraire le métal, il est généralement nécessaire de briser le four puis d'écraser la masse obtenue pour récupérer les gouttes de métal. De nombreux exemplaires ont été retrouvés dans la péninsule Ibérique, et d'autres ont été localisés dans le Sud de la France (Rovira, 2004 ; Rovira et Ambert, 2002).

Les vestiges en rapport avec la métallurgie trouvés dans la grotte ont consisté en quelques petits fragments de minerai, plusieurs gouttes de fonte, un poinçon en cuivre (fig. 19, n° 7), deux perles (une en bronze, fig. 19, n° 5, et une autre en plomb, fig. 19, n° 6), une pièce de bronze de type indéterminé (fig. 19, n° 8) et un morceau de métal, qui pourrait être un fragment de lingot (fig. 19, n° 13).

L'analyse du poinçon a montré qu'il a été fabriqué en cuivre arsénié et que le minerai avec lequel il a été manufacturé provenait du bassin minier du Montsant (voir *infra*). Il présente une section quadrangulaire et s'inscrit dans le groupe 1B de I. Soriano (Soriano, 2013, p. 124-127). Il est caractérisé par une faible largeur, une épaisseur moyenne à élevée et un corps asymétrique dont la partie la plus large se situe sur le tiers supérieur. Il présente des stries circulaires concentriques sur la pointe, ce qui indique son utilisation en mouvement rotatif, qu'il soit manuel ou mécanique (perceuse à archet). Il est impossible de déterminer le type de matériel sur lequel il a été utilisé. En Catalogne, les poinçons de cuivre constituent un élément caractéristique des contextes du Néolithique final-Chalcolithique jusqu'à la fin du Bronze ancien (Martín, 2003).

La perle en bronze (fig. 19, n° 5) consiste en une plaque qui s'enroule sur elle-même pour former une pièce tubulaire. Il s'agit de l'un des objets les plus tardifs trouvés à la Coveta de l'Heura, aussi bien pour le matériau qui la constitue, le bronze, que par sa morphologie. Sa fabrication a suivi les étapes suivantes : le métal était d'abord fondu pour obtenir un bouton en bronze. Celui-ci était ensuite forgé et recuit jusqu'à l'obtention d'une fine lame. Cette lame était coupée en forme de rectangle et enroulée sur elle-même (Mille et Bouquet, 2004 : fig. 8).

Plus d'une trentaine de perles de ce type, toujours en bronze, ont été répertoriées dans le Nord-Est de la péninsule Ibérique. Leur fonction d'ornement concernait aussi bien des bijoux que la parure de vêtements ou de la coiffure, comme en témoigne l'étude de S. Bergerbrant (Bergerbrant, 2005), centrée sur des contextes d'Europe centrale et du Nord, et qui indique, en outre, leur prépondérance chez les individus de sexe féminin. En Catalogne, le cas le plus intéressant est celui de la Cova de Montanissell (Coll de Nargó, Lleida), une grotte sépulcrale collective où les corps inhumés étaient individualisés et pratiquement intacts (Armentano *et al.*, 2007). Les sept perles métalliques trouvées sur ce site ont été localisées autour du cou de l'individu E-1 (une femme d'entre 35 et 45 ans), associées à plusieurs *dentalia* pour former un collier mixte. Ce type de perles a été retrouvé dans le Nord-Est de la péninsule Ibérique depuis le Bronze ancien et moyen jusqu'à la première époque de l'âge du Fer. Les dates les plus anciennes révélées par le ¹⁴C sont celles de la Cova de Montanissell. Les os humains de l'inhumation E-1 fournissent une datation calibrée, avec des marges à un *sigma*, entre 1497-1426 cal. BC⁽⁴⁾.

La perle de collier en plomb (fig. 19, n° 6) constitue aujourd'hui la seule découverte de ce type dans la péninsule Ibérique. Cette pièce, dont S. Vilaseca a écrit qu'elle avait été réalisée en pierre, avait été cataloguée comme perle en pierre dans les fonds du musée de Reus jusqu'à sa récente identification par notre équipe. Elle est de forme annulaire, mais présente une morphologie légèrement irrégulière. Bien que l'analyse d'isotopes de plomb pratiquée sur la pièce permette d'affirmer qu'elle a été fabriquée avec du plomb local provenant des filons du bassin MBF (Molar-Bellmunt-Falset), la pièce présente clairement des liens culturels avec le Sud de la France, où ce type de perles est fréquent. En effet, qu'elles soient ovoïdes, biconiques, sphéroïdales ou tubulaires, près d'une centaine de perles en plomb ont été retrouvées en France, surtout dans des contextes fontbuxiens et dans le cadre de l'exploitation des sites plombifères du Massif central, bien qu'elles apparaissent déjà dans les contextes Ferrières et perdurent au Bronze ancien (Barge, 1982 et 1995 ; Arnal *et al.*, 1974, p. 28-31 et 40-45 ; Ayroles et Combiér, 1974).

Les formes de poteries les plus fréquentes sont les bols hémisphériques (fig. 17, nos 1 à 4) et les bols profonds à carène moyenne (fig. 17, n° 5) ou haute (fig. 17, nos 6 et 7). Un exemplaire de vase de grande taille au profil ovoïde a également été répertorié (fig. 17, n° 8), ainsi qu'une base plate appartenant à un autre vase de grande taille à la surface non lissée, et une autre correspondant à un vase de petite taille (fig. 18, nos 12 et 9). Des fragments informes et aux bords évasés et droits appartenant à d'autres vases ont également été retrouvés, dont certains présentent des éléments de préhension et de décoration variés : grandes cannelures, cordons lisses et décorés, incisions, mame-lons et anses (fig. 18, nos 1 à 8, 10, 11, 13 et 14).

Les bols hémisphériques sont largement représentés dans le Nord-Est de la péninsule Ibérique dans le contexte du Chalcolithique récent et du début de l'âge

du Bronze, accompagnés ou non de vases à la décoration campaniforme. Cependant, ils remontent aux époques antérieures associées aux ensembles matériels de type Vézazien ou Fontbuxien (Guilaine, 1980, fig. 1 ; Martín, 2011, fig. 6 ; Gascó, 1976, 20-24, fig. 3-6). Ils sont communs dans la région que nous étudions, comme le montrent des éléments retrouvés dans différentes cavités fouillées dans la première moitié du xx^e siècle, où ont été répertoriés des vestiges du Néolithique final-Chalcolithique et du Bronze ancien et moyen, bien que pour certaines d'entre elles l'occupation se soit prolongée jusqu'au Bronze final. Les cuillères en terre-cuite (fig. 19, n° 11) sont fréquentes dans des contextes néolithiques et chalcolithiques. Dans notre zone d'étude, elles ont été répertoriées aux Coves d'Arbolí (Vilaseca, 1973, pl. 110) et à la Cova de Porta-Lloret, Cornudella (Vilaseca 1957-1958, p. 114, fig. 9). Un récipient avec une anse a été répertorié à la Cova de la Vila (La Febró, Tarragone) dans un contexte associé à des vestiges du Chalcolithique récent-Bronze ancien, qui pourrait avoir un lien fonctionnel avec ce type de production (Vilaseca et Prunera, 1944, pl. 4).

Le vase à carène moyenne (fig. 17, n° 5) est une forme qui apparaît déjà au Néolithique moyen (Muñoz, 1965, fig. 106) et qui sera répertoriée plus tard dans des contextes associés à Vézaza, pour devenir une forme très présente à l'époque du Bronze moyen. L'un des deux bols à carène haute (fig. 17, n° 7) présente un élément dégraissant composé de particules blanches (peut-être du calcaire), du mica, une finition polie et une décoration cannelée qui forme des lignes droites parallèles sur le cône supérieur de la pièce. Les cannelures ne font pas partie des traditions céramiques locales du Nord-Est de la péninsule Ibérique jusqu'au Bronze final. Les rares exemplaires antérieurs répertoriés sont probablement en rapport avec le contexte Fontbuxien. Ce type de cannelures est également présent dans deux autres sites, outre l'exemplaire que nous présentons ici. L'un de ces sites, proche de notre zone d'étude, est la Cova de les Gralles (Rojalons, Tarragone) où l'on a trouvé une écuelle carénée avec des sillons cannelés sur la partie supérieure, très fins et formant une quintuple ligne brisée (Vilaseca et Iglesias, 1932, pl. III, 5). Les vestiges de cette grotte correspondent bien à un contexte du Chalcolithique récent avec des vases campaniformes et des bols hémisphériques lisses. L'autre site où ont été retrouvés des vases à carène haute avec des cannelures dans un contexte stratigraphique de Vézaza daté d'entre 3333 et 2400 cal. BC est la grotte de Can Sadurní, Begues, Barcelone (Blasco *et al.*, 2011, p. 78-81) qui, à la différence de la grotte mentionnée précédemment, est située sur le littoral catalan. Des vases très similaires au nôtre sont abondamment répertoriés dans des contextes de type Fontbouisse (Gascó, 1976, p. 20-24, fig. 3-6, en particulier fig. 3, n°s 16-17, fig. 4, n° 2 et fig. 5, n°s 1-2). D'une tradition céramique similaire semble appartenir le deuxième bol à carène haute (fig. 17, n° 6) qui présente un cordon ou une saillie sur la carène. Des exemplaires de ce type sont fréquents dans les contextes Fontbouisse et Vézaza

(Gascó, 1976, p. 20-24, fig. 3-6 ; Taffanel, 1980, fig. 2, n° 34 ; Guilaine *et al.*, 1980, fig. 4 ; Crabol et Campmajó, 1988, fig. 6). Des vases qui pourraient peut-être être assimilés à cette forme, mais avec la lèvre évasée et, dans certains cas, des incisions sur la carène, sont répertoriés dans les pré-Pyrénées catalanes, dans la grotte de Toralla (Conca de Dalt, Lleida) dans un contexte campaniforme et Vézazien (Maluquer de Motes, 1949, fig. IXa-b).

Deux perles ou pendentifs en pierre (fig. 19, n°s 12 et 14) sont répertoriés ainsi qu'un brassard d'archer en pierre grise, possiblement du schiste (fig. 18, n° 10). La fonction des brassards d'archer a été débattue par certains auteurs, qui en ont proposé une utilité décorative et symbolique (Fokkens *et al.*, 2008 ; Smith, 2006 ; Woodward *et al.*, 2006) ou une fonction d'affilage d'instruments métalliques (Delgado-Raack, 2008, p. 398 et suivantes ; Delgado-Raack et Risch, 2008, p. 243 ; Risch, 2001 ; Woodward *et al.*, 2005, p. 39-43). La découverte de la tombe de l'archer d'Amersbury (Fitzpatrick, 2011) ravivera sans doute ce débat. Dans le cas qui nous occupe, nous avons réalisé des analyses (endroit, envers et l'un des côtés) pour évaluer son éventuelle utilisation comme affiloir. Les analyses (voir *infra*) ont permis de détecter de petites quantités de cuivre et de fer sur les zones actives et les passives, ce qui peut être un indicateur de contamination du sol (mais qui peut également signifier que la roche était incrustée d'impuretés de cuivre). Neuf brassards d'archers ont été retrouvés en Catalogne, principalement sur la frange littorale. Ils sont généralement associés à des contextes funéraires du Néolithique final-Chalcolithique avec campaniforme ou non, excepté un cas plus tardif (Soriano, 2013, p. 78, fig. 16).

Les quatre boutons perforés retrouvés dans la grotte ont été étudiés dans la publication d'A. Uscatescu consacrée à ce type de boutons dans la péninsule Ibérique (Uscatescu, 1992). Il s'agit de deux boutons pyramidaux en coquillage avec une perforation en V (fig. 18, n°s 3-4), un bouton en os de type tortue avec une perforation droite (fig. 19, n° 2) et un bouton en forme de losange en os avec une perforation en V (fig. 19, n° 4). Les trouvailles de boutons pyramidaux sont spécifiques à la péninsule Ibérique, et sont concentrées dans le Nord-Est, le pays Valencien, les Baléares et, pour certains exemplaires, en Andalousie (Uscatescu, 1992, p. 38). En Catalogne, les contextes de découverte indiquent une datation du III^e millénaire av. J.-C. Dans certains cas, il existe une association évidente avec de la céramique campaniforme, décorée ou d'accompagnement. Ce qui ne fait aucun doute est que nombre de ces boutons se trouvent dans des sépultures de type individuel ou multiple individualisé, en opposition à celles de type collectif majoritaires à cette époque, dans le cadre d'un processus d'individualisation funéraire en rapport avec le phénomène campaniforme (Soriano, 2013, p. 44-46). Un autre des boutons répertoriés est de type tortue. Les contextes de découverte sont invariablement associés au Campaniforme (Arnal, 1954 ; Guilaine, 1965, p. 200 ; Pau, 2007, p. 39-43). Les exem-

plaires catalans se concentrent dans la zone du Priorat et du Baix Camp, bien qu'il existe des exemplaires isolés dans d'autres zones proches de la côte. Le dernier type de bouton répertorié dans la Coveta de l'Heura, le bouton en losange, est très peu commun. Certains chercheurs ont évoqué la possibilité qu'il s'agisse d'une dérivation ou d'une imitation de boutons de type tortue (Arnal, 1954, p. 262 ; Guilaine, 1965, p. 824). Un fragment de poinçon en os a également été retrouvé dans la Coveta de l'Heura (fig. 19, n° 9).

Comme nous l'avons déjà indiqué, trois datations ^{14}C sur les os ont été réalisées. Deux d'entre elles correspondent à l'époque du haut Moyen Âge et la troisième, calibrée à deux sigmas, se situe entre 2632 et 2474 à 97,7% de probabilité, avec des marges maximum entre 2832 et 2474 cal. BC (tabl. 3). L'ensemble des datations indique que, contrairement à ce que supposait S. Vilaseca, l'ossuaire de la Coveta de l'Heura a connu deux époques d'inhumations, l'une au Chalcolithique récent et l'autre durant le haut Moyen Âge.

Pour résumer, une partie importante des vestiges de Coveta de l'Heura s'inscrit dans un horizon Néolithique final-Chalcolithique à Chalcolithique récent (pointes de flèches en silex, perle de collier en plomb, boutons perforés, poinçon en cuivre, brassard d'archer et une partie de la céramique). Certains matériaux céramiques (bols hémisphériques et vase à carène moyenne) peuvent être attribués à des contextes du Chalcolithique récent aussi que du Bronze ancien-moyen, tandis que la perle en bronze date probablement de l'âge du Bronze. Malheureusement, il est impossible de dater avec précision le vase à réduction et les activités métallurgiques effectuées dans la grotte. Cependant, si notre hypothèse selon laquelle l'atelier métallurgique est postérieur aux inhumations Chalcolithiques est correcte, nous devons les situer au Bronze ancien-moyen.

ANALYSE DE COMPOSITION ET DES ISOTOPES

L'étude analytique des vestiges a été effectuée selon quatre perspectives différentes. D'une part, la caractérisation élémentaire des objets et des restes métallurgiques de la Coveta de l'Heura, d'autre part la caractérisation des minéraux de cuivre de la Solana del Bepo et des mines proches de la Sierra del Montsant. En troisième lieu, l'identification de résidus sur les instruments lithiques aussi bien de la Solana del Bepo que de la Coveta de l'Heura ayant pu avoir un lien avec la métallurgie dans ses différents aspects (pics, meule et brassard d'archer), et, finalement, une caractérisation isotopique aussi bien des minéraux que des restes archéologiques.

Pour les trois premiers aspects, la caractérisation élémentaire a été réalisée au moyen du spectromètre portable à fluorescence et à rayons X (pXRF) du Musée archéologique national de Madrid (INNOV-X modèle Alpha). Ce spectromètre est équipé d'un tube à rayons X et d'une anode en argent. Les conditions de travail sont de 35 kV et 2 μA . Les temps d'acquisition ont été établis à 40 s et les valeurs quantitatives ont été calculées à partir d'un calibrage validé par des modèles certifiés. Les analyses du tableau 4 sont exprimées en pourcentage en poids de chacun des éléments détectés. Ce spectromètre diffère de l'autre appareil utilisé dans les projets d'archéométaballurgie de la péninsule Ibérique (Kevex 7000), du fait que les limites de détection de l'argent (Ag) et de l'antimoine (Sb) sont plus élevées, et qu'il est impossible de quantifier des contenus inférieurs à 0,15%. Auparavant, ces éléments étaient détectés à la hauteur de traces jusqu'à 10 ppm (Rovira *et al.*, 1997). Le spectromètre INNOV-X présente la particularité suivante : bien qu'il ne puisse pas quantifier les éléments légers, il détecte les

Analyse	Objet	Fe	Ni	Cu	Zn	As	Ag	Sn	Sb	Pb	Bi
PA22254A	Vase four-interieur	16,3	n. d.	82,7	0,32	n. d.	n. d.	n. d.	n. d.	0,65	n. d.
PA22254B	Vase four-exterieur	44,1	n. d.	53	0,84	n. d.	n. d.	0,14	n. d.	1,67	0,16
PA7601A	Vase four	15,1	n. d.	83,9	n. d.	n. d.	0,318	0,59	0,042	n. d.	--
PA7601B	Vase four	41,6	n. d.	57,8	n. d.	n. d.	0,042	0,47	traces	n. d.	--
PA7628	Poinçon	0,05	tr	99,5	n. d.	0,44	0,008	n. d.	0,028	tr	--
PA22261	Poinçon	ND	0,06	98,1	n. d.	1,63	n. d.	n. d.	n. d.	0,18	n. d.
PA7629A	Minerai de cuivre	34,7	n. d.	61,7	3,001	n. d.	0,093	0,46	0,013	n. d.	
PA7629B	Minerai de cuivre	32,2	n. d.	65,9	0,303	n. d.	0,102	0,42	0,019	0,97	
PA7630A	Minerai de cuivre	25,8	n. d.	68	n. d.	n. d.	0,061	1,14	0,009	2,92	2,07
PA7630B	Minerai de cuivre	2,68	n. d.	93,5	n. d.	n. d.	0,184	0,5	0,135	1,48	1,81
PA7630C	Minerai de cuivre	0,32	n. d.	97,1	n. d.	n. d.	0,022	0,1	0,006	0,48	1,92
PA7649	Lame (perle) en bronze	nd	n. d.	87,8	n. d.	n. d.	n. d.	12,1	0,016	n. d.	--
PA22265	Lame (perle) en bronze	0,07	0,29	88,5	n. d.	0,19	n. d.	10,7	n. d.	0,16	n. d.
PA22257	Perle en plomb	ND	n. d.	99,9	n. d.						

Tabl. 4 – Composition élémentaire par XRF des matériaux de la Cova de l'Heura (n. d. = non détecté).

Table 4 – XRF elemental composition of the finds from Cova de l'Heura (n. d. = not detected).

signaux caractéristiques du P, S, Cl, K et Ca et en permet une quantification globale. Ce groupe d'éléments est appelé LE (*light elements*), et dans le cas des minéraux et des résidus sur matériel lithique, c'est une indication utile qui nous montre la proportion d'éléments métalliques intéressants. Dans notre étude, cette fonction est activée si la présence d'éléments légers est de plus de 50% par rapport à l'analyse globale. Dans le cas contraire, les éléments sont quantifiés uniquement à partir du titane. Les analyses réalisées avec le spectromètre KeveX modèle 9000 publiées dans Rovira *et al.*, 1997, seront également utilisées à titre comparatif.

La patine de la surface a été nettoyée par abrasion avec une lime de carbure de silice et l'analyse de composition a été effectuée. Ensuite, un échantillon a été prélevé pour l'analyse des isotopes de plomb.

Les échantillons destinés à l'analyse des isotopes de plomb ont été envoyés au service de géochronologie de l'université du Pays basque. Ils ont été mesurés à l'aide d'un spectromètre de masse à haute résolution et multi-collecte, avec une source de plasma accolée de façon inductive (MC-ICP-MS Neptune). La marge d'erreur interne standard des mesures est toujours inférieure à 0,01% et est vérifiée par l'analyse du matériel de référence NBS-981. Les graphiques ne reflètent pas l'erreur standard parce qu'elle est inférieure à la taille du symbole qui l'identifie.

Analyse élémentaire des vestiges de la Coveta de l'Heura

L'ensemble des matériaux étudiés appartient aux anciennes fouilles et réunit de façon complète la production métallurgique pendant la période d'occupation : deux fragments de minerai, un reste de four de réduction et un poinçon. La perle en plomb devrait également appartenir à la phase Néolithique final-Chalcolithique, tandis que la perle tubulaire en bronze appartiendrait à une étape postérieure.

Le vase de réduction et les minerais présentent des traits similaires de composition, dans lesquels le cuivre se caractérise par la présence de petites quantités d'argent, de zinc, de plomb ou d'antimoine (selon le degré de précision

des analyses réalisées avec les différents spectromètres). Leur principale caractéristique serait l'absence d'arsenic (tabl. 4). Il est donc possible d'affirmer que le minerai traité dans le vase de réduction était du même type que celui des fragments trouvés dans les fouilles, et produirait un métal dépourvu d'arsenic. Cet aspect est important, puisque cet élément est clairement détecté dans la composition du poinçon. L'analyse ancienne réalisée avec le KeveX (PA7628) montre une quantité sensiblement inférieure que dans l'analyse récente (PA22261), mais les analyses avec le KeveX ont tendance à sous-estimer les contenus d'arsenic par rapport aux analyses réalisées avec le Metorex et désormais l'INNOV-X. Les valeurs actuelles permettraient de classer le poinçon comme fait de cuivre arsénié.

Caractérisation des minerais de cuivre

La proximité entre la Coveta de l'Heura et la mine de la Solana del Bepo avait déjà été signalée par S. Vilaseca. Il ne s'agit pas ici de la seule source minérale de cuivre dans la région, mais de la plus proche.

Bien qu'il soit difficile actuellement de trouver des fragments de minerai et que les restes de l'exploitation aient disparu en raison des mouvements du terrain, des imprégnations et de petits restes de cuivre de couleur verdâtre restent présents sur la mine, et nous avons essayé de les déterminer. Les analyses XRF sont constituées de deux parties d'un échantillon publié par Martin *et al.* (1999) et originaires, selon le musée de Reus, de cette mine. Une dizaine d'échantillons de mauvaise qualité réunis lors de nos visites en 2011 et 2012 furent également étudiés. Tous ces échantillons ont en commun la presque totale absence d'arsenic, et la présence de zinc et de plomb dans la minéralisation. Ces mêmes caractéristiques sont celles qui ont été identifiées dans les échantillons minéraux de la Mina del Bessó et du Barranc Sant Joan, qui font partie du même métallotecte.

Dans cet environnement, la seule mine où nous ayons identifié des minerais arséniés est celle de la Turquesa (Montero-Ruiz *et al.*, 2012), où des restes de marteaux et de pics de mineurs en pierre ont été trouvés. Ce site fait actuellement l'objet de fouilles archéologiques (tabl. 5).

N°	MINE	Fe	Cu	Zn	As	Ag	Sn	Sb	Pb	Bi
1	Barranc Fondo	×	×							
3	Mina del Bessó	×	×	×					×	
4	Barranc Sant Joan	×	×	×					×	
5	Solana del Bepo	×	×						×	
6	Mina de la Turquesa	×	×		×					
7	Minas dels Crosos Cantera	×	×	×					×	
2	Minas dels Crosos			(X)		300 ppm			×	
4	Barranc Sant Joan			×					×	×
5	Mina del Bessó			×					×	

Tabl. 5 – Caractérisation de minerais de cuivre de différentes mines du bassin du Montsant.

Table 5 – Characterisation of copper minerals from different mines in the Montsant basin.

Résidus dans l'ensemble d'outillage lithique de la Solana del Bepo

Lors du processus d'étude de l'ensemble d'outillage lithique déposé au musée de Reus, une analyse XRF a été réalisée sur certains pics susceptibles de présenter des résidus sur les parties actives. Bien que cette analyse élémentaire ne soit pas concluante en raison du manque de certitude concernant le fait qu'il s'agisse de particules microscopiques, sept pièces ont été soumises à l'étude : BEP-4275-46, BEP-14975-38, BEP-4275-22, BEP-5898-6, BEP-4275-20, BEP-N-1, BEP-4275-60. Trois ou quatre analyses ont été réalisées sur des zones différentes des pièces afin de déterminer l'existence ou non de variations sur les zones actives. La présence de restes de minerai a été détectée dans un seul cas (BEP-14975) par ces analyses. La composition de ces restes (PA2246E) a apporté un résultat similaire à ceux des échantillons minéraux de la Solana del Bepo, c'est-à-dire du cuivre avec du fer et du plomb et sans arsenic (tabl. 6).

Analyse d'isotopes de plomb

Dans le cadre des recherches que nous avons réalisées ces dernières années sur l'exploitation minière dans la région du Priorat, nous avons essayé de caractériser les ressources minières aussi bien de la zone MBF que des mines de la région du Montsant (Montero-Ruiz *et al.*, 2012). Ces analyses nous permettent de comparer les résultats obtenus sur les matériaux archéologiques de la Coveta de l'Heura et d'autres sites proches. Les analyses d'isotopes de plomb permettent uniquement d'individualiser certaines minéralisations et dans certains cas, comme c'était prévisible, il existe des chevauchements partiels en raison de leur configuration dans le même environnement géologique. Malheureusement, nous ne disposons que d'un seul échantillon de minerai de la Solana del Bepo. Pour cette raison, nous ne pouvons pas encore définir quel pourrait être le développement de son champ isotopique. Au contraire, les mines du bassin MBF sont bien définies et nous disposons d'une délimitation suffisante de la mine de la Turquesa (fig. 20 et 21).

Analyse	Zone échantillonnée	Mn	Fe	Ni	Cu	Zn	As	Pb	LE
PA22246A	Pic BEP-14975 – grande adhérence (2 B)	0,04	3,24	n. d.	0	n. d.	n. d.	0,01	96,3
PA22246B	Pic BEP-14975 – adhérence sommet (1)	0,07	3,97	n. d.	0	n. d.	n. d.	0,01	95,4
PA22246C	Pic BEP-14975 – sans adhérence (partie centrale)	n. d.	1,61	n. d.	0,03	n. d.	n. d.	0,01	98,3
PA22246D	Pic BEP-14975 – sans adhérence (<i>id.</i> , côté opposé)	0,03	4,04	n. d.	0,08	n. d.	n. d.	0,01	95,3
PA22246E	Pic BEP-14975 – adhérence	n. d.	23,1	n. d.	56,6	n. d.	n. d.	20,3	n. d.

Tabl. 6 – Analyse de composition de résidus de minéraux dans des outils miniers de la Solana del Bepo.

Table 6 – Composition analysis of mineral residues on mining artefacts from Solana del Bepo.

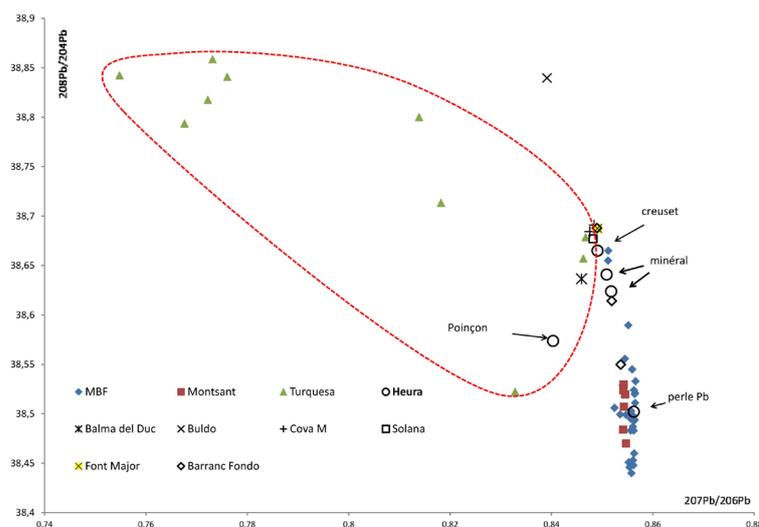


Fig. 20 – Caractérisation isotopique. Mines des bassins MBF et Montsant et matériaux de la Coveta de l'Heura, vases de réduction de la Cova del Buldó et de la Balma del Duc, haches plates de la Cova M d'Arbolí, poignard de la Cova de la Font Major.

Fig. 20 – Isotopic characterisation. Mines in the MBF and Montsant basins and finds from Coveta de l'Heura, smelting vessels from Cova del Buldó and Balma del Duc, flat axes from Cova M in Arbolí, dagger from Font Major.

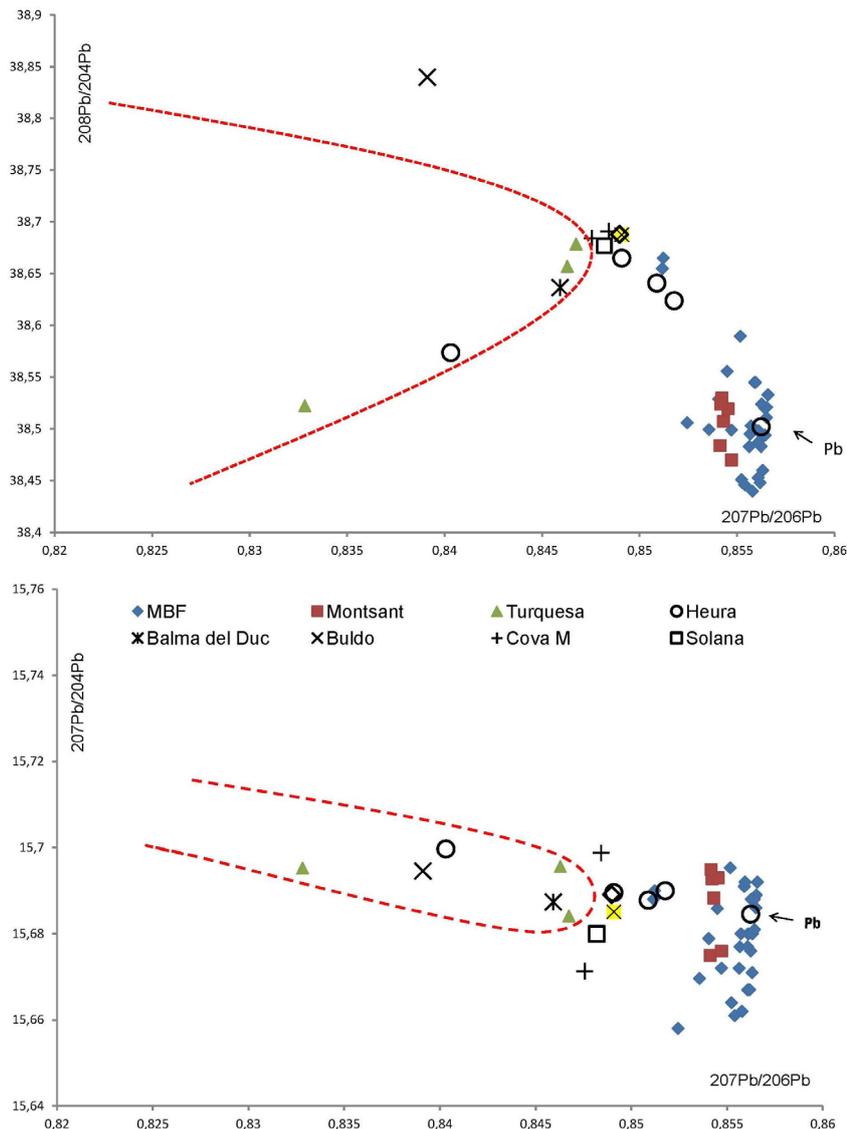


Fig. 21 – Caractérisation isotopique. Graphique en miroir, détail.

Fig. 21 – Isotopic characterisation. Mirror image graph, detail.

Avant d'évaluer l'origine des matériaux de la Coveta de l'Heura, il convient de signaler que les résultats d'analyse des trois échantillons en rapport avec la production métallurgique (vases de réduction des minerais) montrent des valeurs isotopiques très similaires. Cependant, le poinçon en cuivre se différencie de l'ensemble, comme nous l'avons déjà indiqué au moment de l'évaluation de la composition. La signature isotopique de la perle en plomb est également différente (tabl. 7).

La représentation graphique des ratios isotopiques montre que le poinçon pourrait provenir de la mine de la Turquesa. Cette origine est également compatible avec la composition des minerais de la mine et du métal du poinçon, puisque l'arsenic fait partie de la composition des minerais et du métal. Aucune des autres mines, y compris l'échantillon de la Solana del Bepo, dans les-

quelles le minerai ne contient pas d'arsenic, ne peut correspondre d'un point de vue isotopique avec le poinçon.

Les restes de production ont été localisés dans les sites proches de l'échantillon du site de la Solana del Bepo, en particulier le vase de réduction, mais également à proximité de l'échantillon de minerai du cuivre de la mine Barranc Fondo, à Cornudella del Montsant. Les minerais de la Coveta de l'Heura se situent dans une position intermédiaire entre l'extrémité du terrain isotopique des mines de MBF et les valeurs des échantillons minéraux du bassin du Montsant. Nous pouvons cependant affirmer que ce minerai ne provient pas du bassin MBF, puisque la composition du minerai de cuivre de la mine Linda Mariquita (fig. 1) est caractérisée par la présence particulièrement élevée d'arsenic et d'argent et de petites doses d'antimoine (Montero *et al.*, 2012, tabl. 1). La composition des

Objet	Inventaire	208Pb / 206Pb	207Pb / 206Pb	206Pb / 204Pb	207Pb / 204Pb	208Pb / 204Pb
Minerai de cuivre	4403A	2,09678	0,85177	18,4206	15,690	38,6239
Minerai de cuivre	4403B	2,09582	0,85088	18,4371	15,6878	38,6409
Vase four	PA22254	2,09246	0,84908	18,4782	15,6896	38,6650
Perle en plomb	PA22257	2,10186	0,85623	18,3181	15,6847	38,5021
Poinçon	PA22261	2,06462	0,84031	18,6832	15,6997	38,5737
Minerai de cuivre	4403A	2,09678	0,85177	18,4206	15,690	38,6239
Minerai de cuivre	4403B	2,09582	0,85088	18,4371	15,6878	38,6409
Vase four	PA22254	2,09246	0,84908	18,4782	15,6896	38,6650
Perle en plomb	PA22257	2,10186	0,85623	18,3181	15,6847	38,5021
Poinçon	PA22261	2,06462	0,84031	18,6832	15,6997	38,5737

Tabl. 7 – Résultats des analyses d'isotopes de plomb de la Cova de l'Heura réalisées par MC-ICP-MS.

Table 7 – Results of the MC-ICP-MS lead isotope analyses from Cova de l'Heura.

minerais de la Coveta de l'Heura avec un peu de plomb, ainsi que la proximité géographique et les traces d'activité minière seraient des éléments qui feraient pencher la balance vers l'exploitation de la Solana del Bepo face à Barranc Fondo, mais une étude plus approfondie de ces deux mines est nécessaire pour pouvoir confirmer cette affirmation en toute sécurité.

Concernant la perle de plomb, les résultats sont suffisamment clairs, puisqu'elle s'intègre sans aucun doute dans le contexte isotopique des mines de MBF (fig. 21). Elle se situe en outre dans une zone d'où proviennent les échantillons archéologiques de plusieurs sites où nous avons identifié des traces de plomb des mines d'El Molar (Rafel *et al.*, 2008). Bien que les perles de plomb soient fréquentes dans des contextes chalcolithiques du Sud-Est de la France, la signature isotopique de la Coveta de l'Heura ne correspond à aucun minerai de cette région. Il n'est donc pas possible de la considérer comme un élément importé.

Pour compléter cette vision d'ensemble sur l'utilisation préhistorique des ressources minières du Priorat, nous souhaitons inclure, même de façon préliminaire, les résultats de quelques autres échantillons de sites de la région étudiés dans le cadre du projet. Certains d'entre eux présentent des caractéristiques isotopiques compatibles avec le terrain du bassin du Montsant. Il s'agit d'un vase de réduction (Solé, 1982) et de deux haches plates (Vilaseca, 1941). En effet, le reste de vase de réduction de la Balma del Duc (Montblanc, Tarragone) pourrait également être relié aux minerais de la mine de la Turquesa du point de vue des isotopes de plomb, mais aussi en raison de sa composition contenant une certaine quantité d'arsenic. Provenant d'anciennes fouilles, le vase de Balma del Duc n'a pas de contexte chronostratigraphique bien défini. Dans le cas du vase de réduction de Cova de Buldó, l'un des graphiques montre qu'il pourrait être rattaché à la mine de la Turquesa, mais ce n'est pas le cas pour le schéma en miroir, c'est pourquoi il ne peut pas correspondre à cette origine. Les deux haches plates de la Cova M (Arbolí, Tarragone) présentent des valeurs proches de celles des échantillons de la mine de la Turquesa (en particulier la n° 508), bien qu'elles soient

en dehors du terrain isotopique actuellement défini et que leurs valeurs ne s'éloignent pas beaucoup des échantillons de la Solana del Bepo et du Barranc Fondo, avec lesquelles elles pourraient être en rapport. Cependant, si l'on considère leur composition (elles sont toutes les deux constituées d'un cuivre où l'arsenic est présent de façon significative : entre 0,2% et 1%), la probabilité de l'origine de la mine de la Turquesa est plus probable. Toutefois, pour préciser l'origine de ces haches nous ne devons pas oublier qu'il existe d'autres minéralisations situées à proximité, comme la mine Atrevida (Poblet) où des arsénates de cuivre ont été identifiés et qui pourraient également être des possibilités à prendre en compte à l'avenir. Il est nécessaire d'attendre une meilleure définition isotopique de ces mines avant de déterminer avec certitude un lieu d'origine. Cependant, dans tous les cas, les données signalent une exploitation préhistorique des mines situées dans le contexte géographique. Le poinçon de la Coveta de l'Heura est clairement relié à la mine de la Turquesa et la perle de plomb est rattachée aux mines d'El Molar (MBF). Enfin, il convient de mentionner également le poignard à trois rivets de la grotte de la Font Major (Espluga de Francolí), qu'il est possible de situer chronologiquement à l'époque du Bronze ancien, et dont l'analyse isotopique est très similaire aux échantillons que nous venons de mentionner. Le minerai pourrait donc être issu du bassin du Montsant. L'intérêt de ce poignard réside dans le fait qu'il est constitué d'un alliage de cuivre et d'étain (bronze), ce qui élargit chronologiquement l'exploitation des ressources minérales dans cette région.

CONSIDÉRATIONS FINALES

Le terrain de documentation directe d'exploitations minières du Chalcolithique et l'âge du Bronze en Catalogne était jusqu'à présent limité à deux mines : celle du Forat de la Tuta à Riner, Solsonès, Lleida (Serra Vilaró, 1915-1920, 1920 et 1924) et celle de la Solana del Bepo à Ulldemolins, Priorat, Tarragone. Cependant,

le caractère d'extraction minière de la première a été récemment remis en question et réinterprété comme la tombe d'un métallurgiste susceptible de correspondre chronologiquement au Bronze moyen, *ca* 1600 cal. BC (Soriano, 2011). La Solana del Bepo constituait alors le seul site datable des périodes initiales de l'exploitation minière dans le Nord-Est, jusqu'à la découverte récente d'une nouvelle mine préhistorique située à proximité, la mine de la Turquesa ou del Mas de les Moreres (Rafel *et al.*, sous presse; Soriano *et al.*, sous presse).

Comme l'a suggéré S. Vilaseca au moment de la découverte, il est possible que l'exploitation de la Solana del Bepo était liée à la Coveta de l'Heura, toute proche, mais les résultats de notre étude ne sont pas concluants. La Coveta de l'Heura a hébergé différentes activités : d'une part, c'était un atelier de production de pointes de flèche foliacées et également un atelier métallurgique, et d'autre part, un lieu de sépultures collectives. Cependant, il ne faut pas exclure qu'elle a également été un endroit de refuge lors de ses premiers moments d'occupation, comme pourraient le suggérer les deux stratigraphies différentes localisées dans la grotte (couloir d'entrée et chambre) par le chercheur qui l'a découverte. En raison de ses dimensions et de ses caractéristiques, la grotte ne réunit pas les conditions nécessaires à la fabrication d'instruments lithiques ou métalliques. C'est pourquoi ces activités étaient probablement réalisées à l'extérieur, à l'avant de la grotte. De fait, et comme nous le verrons plus loin, les cinq sites de la région et leurs alentours où ont été répertoriées des activités en rapport avec la réduction des minerais, sont de petites grottes ou de petits abris, ce qui conduit à suggérer un modèle général de développement des activités métallurgiques dans des espaces extérieurs associés à des cavités qui serviraient de refuge et d'entrepôt d'objets liés à la production.

La plupart des objets archéologiques qui ont été trouvés à la Coveta de l'Heura sont synchrones et appartiennent à un contexte du Chalcolithique récent, ce qui a été corroboré par la datation ¹⁴C pratiquée (milieu du III^e millénaire av. J.-C.). Cependant, quelques matériaux, peu nombreux, pourraient être rattachés à l'époque du Bronze ancien et moyen, époque durant laquelle devait fonctionner l'atelier métallurgique. Ainsi, si nous assumons la relation entre ces deux sites, nous devrions situer la Solana del Bepo dans cette frange. Bien que l'exploitation du cuivre dans le bassin pendant tout le Chalcolithique récent ait été répertoriée, il est possible que la Solana del Bepo n'ait démarré son activité qu'à l'âge du Bronze. Le degré élevé de transformation des pics de Solana de Bepo et leur nombre reflète une activité d'extraction systématique et semblent indiquer une datation dans la Préhistoire récente. Cependant, leur singularité technologique et le manque de contexte empêchent d'aller plus loin. Compte tenu de la présence de l'atelier métallurgique à la Coveta de l'Heura, située à proximité, et du rôle de noyau d'extraction avec projection interrégionale du bassin minier du Montsant au Bronze ancien-moyen (voir *infra*), nous situons l'exploitation de Solana del Bepo dans cette période, une hypothèse que les travaux archéologiques futurs devraient confirmer.

L'étude archéométrique réalisée sur des échantillons minéraux des bassins MBF et Montsant de la région du Priorat (Tarragone), ainsi que l'étude de divers artefacts métalliques et de restes de production métallurgique, indiquent que certains filons du bassin du Montsant ont été exploités depuis le Chalcolithique et qu'ils ont continué à être exploités pendant l'âge du Bronze. Les informations sur la perle de plomb de la Coveta de l'Heura indiquent clairement que l'origine de ce minerai est à situer dans le bassin MBF. Comme nous l'avons indiqué au début de cet article, dans le cadre de notre projet de recherche, nous avons caractérisé de façon détaillée l'exploitation, l'utilisation et la circulation du minerai de plomb de ce dernier bassin pendant les VII^e-VI^e siècles avant notre ère. Cependant, nous disposons pour la première fois d'informations sur une exploitation qu'il est possible de situer au Chalcolithique. Mais les informations actuelles ne nous permettent pas de savoir si le hiatus entre les attestations pré- et protohistoriques est le résultat de l'interruption de l'exploitation ou du manque de données. Cependant, plusieurs éléments font que nous nous inclinons vers la première possibilité. Les résultats obtenus montrent clairement que les minerais cuprifères du bassin du Montsant étaient majoritaires pendant le Chalcolithique et le Bronze ancien-moyen, bien qu'il puisse subsister des doutes concernant la détermination exacte des filons. Le poinçon de la Coveta de l'Heura montre bien clairement sa relation avec les minerais de cuivre de la mine de la Turquesa, tandis que les haches plates de la Cova M d'Arbolí pourraient être reliées ou bien à la mine de la Turquesa ou bien à celle du Barranc Fondo de Cornudella, sans oublier l'option de la mine Atrevida. Par ailleurs, tous les restes de production métallurgique de la Coveta de l'Heura analysés montrent une grande cohérence en termes de composition et d'isotopie et indiquent une origine ou bien de la mine de la Solana del Bepo ou bien de la mine voisine, celle du Barranc Fondo de Cornudella. Il est donc intéressant de souligner que, dans une fourchette située entre 2800 et 1300 BP, il existait au moins trois éventuelles zones d'exploitation de ressources minérales, dont deux d'entre elles (Solana del Bepo et Turquesa) disposent de preuves archéologiques d'exploitation préhistorique.

Si nous considérons la zone que nous étudions dans le contexte du Nord-Est de la péninsule Ibérique (fig. 22), il est évident que c'est la zone qui dispose du plus de preuves d'activités minières et métallurgiques pour la période qui englobe le Chalcolithique récent (2800-2300 cal. BC) et le Bronze ancien-moyen (2300-1300 cal. BC). Concernant la première période, il conviendrait d'y inclure les preuves d'exploitation de minerai des bassins miniers du Montsant et de MBF, constituées respectivement par les haches plates en cuivre de la Cova M d'Arbolí et par la perle de plomb de la Coveta de l'Heura. Les sept vases de réduction du minerai de cuivre découverts sont à dater à un moment indéterminé de cette période : trois d'entre eux ont été retrouvés dans la Cova Josefina de Riudecanyes et quatre autres dans les sites de la région de Tarragone : Cova del Buldó (Rojals), Cova del Cartanyà (Vilaverd) et Balma del



Fig. 22 – Carte de Catalogne avec les principaux sites mentionnés. 1 : Coveta de l’Heura et Solana del Bepo ; 2 : Coves M et H d’Arbolí ; 3 : Cau d’en Serra ; 4 : Barranc d’en Rifà ; 5 : Cova de les Gralles ; 6 : Cau del Duc ; 7 : Cova de la Vila ; 8 : Cova Josefina ; 9 : Cova del Buldó ; 10 : Cova del Cartanyà ; 11 : Roca de les Bruixes ; 12 : Marçà ; 13 : Milmanda ; 14 : Minferri ; 15 : Cantorella ; 16 : Camp Cinzano ; 17 : Cova de Can Sadurní ; 18 : Can Roqueta ; 19 : Montanissell ; 20 : Cova de Toralla.

Fig. 22 – Map of Catalonia showing the main sites mentioned.

Duc (Montblanc). Ce dernier site, avec deux exemplaires, semble avoir été consacré à la réduction de minerai du bassin du Montsant. Le poignard aux trois rivets de la grotte de la Font Major (L’Espluga de Francolí) appartient au groupe IB de I. Soriano (Soriano, 2013). La datation de ce groupe (*ca* 1850 cal. BC) a été déterminée par un moule pour ce type de pièces de Camp Cinzano, Vilafranca del Penedès (Soriano et Amorós, 2014). Le poignard a été élaboré avec un minerai de cuivre du Montsant, dont l’exploitation se situe à cheval entre le Bronze ancien et le Bronze moyen. Outre les cas mentionnés, pour lesquels il a été possible de déterminer l’origine du minerai, un ensemble de pièces métalliques appartenant à cette période suggère une utilisation relativement importante de métal : les poignards rivetés de la Cova dels Assedegats ou dels Xaragalls (Montblanc) et de la Roca de la Bruixeta ou du Cap Pla (Torre del Español), et les pointes de flèches de la Cova dels Assedegats, Milmanda (Vimbodí), Marçà, Cova H d’Arbolí, entre autres. Concernant ce dernier cas, il est intéressant de mentionner que la pointe de flèche, réalisée en bronze et non pas en cuivre, comme il était affirmé auparavant, constitue un exemplaire unique dans tout le Nord-Est péninsulaire et était logée dans le crâne d’un individu adulte. C’est l’un des rares indices de violence connus pour cette période

(Soriano, 2013, p. 151). Nous avons récemment effectué la datation du crâne, qui remonte à la fin du Bronze moyen, à l’aube du Bronze final, *ca* 1300 cal. BC.

Les vestiges correspondant à la première de ces deux phases chronologiques proviennent toujours de grottes sépulcrales, que ce soit des ossuaires à caractère collectif ou des tombes où il est possible d’apprécier déjà une tendance à l’individualisation des sépultures. Les vestiges de la deuxième époque ont été trouvés dans des lieux d’habitation, que ce soit en plein air ou dans des grottes. Les études tracéologiques ont permis d’écarter l’idée selon laquelle les pièces des dépôts des tombeaux étaient produites pour remplir une fonction symbolique, et montrent au contraire qu’elles avaient été utilisées avant l’inhumation (Soriano, 2013).

Malgré cela, il convient de souligner la représentation faible d’artefacts liés à la fonte dans la région : creusets, moules, scories, foyers métallurgiques, tuyères, etc. Cela est difficilement explicable parce que des objets métalliques finis et ayant, dans certains cas, employé du métal de mines locales ont été retrouvés dans la région. Concernant cette absence, I. Soriano (Soriano, 2013, p. 155-157) a émis une hypothèse intéressante que les études en cours devront confirmer : la production métallurgique

du Bronze ancien-moyen était structurée, segmentée et reliée entre les différents sites selon les différentes activités. Le bassin minier du Montsant constituait le noyau principal d'extraction et de traitement du minerai, comme le montrent les données analytiques et les vases de réduction répertoriés. La masse métallique obtenue dans le bassin minier était transportée vers différents sites métallurgiques où des preuves de fonte ont été clairement déterminées, contrairement à d'éventuelles preuves d'extraction ou de réduction : Minferri, Juneda, Lleida (Equip Minferri, 1997 ; López et Moya, 2009), La Cantorella, Maldà, Lleida (Escala *et al.*, 2014), Can Roqueta, Sabadell, Barcelone (Rovira Hortalà, 1998 et 2006), Camp Cinzano, Vilafranca del Penedès, Barcelone (Soriano et Amorós, 2014). L'interdépendance entre tous ces sites serait évidente et les objets métalliques terminés retourneraient, au moins en partie, aux zones d'approvisionnement en minerai. Nous ignorons le degré de dépendance existant entre ces sites. Parmi plusieurs possibilités, les premiers sites (extraction et réduction) auraient pu être des lieux d'occupation saisonnière de la part des communautés de la région, peut-être de véritables enclaves spécialisées dépendant des deuxièmes sites (lieux de transformation). Parmi les sites concernés pour lesquels nous disposons de données pour la phase de fonte, Minferri serait le plus clairement relié à cette zone, aussi bien en

raison de sa proximité, de l'absence de ressources minérales aux alentours, et en raison du volume et de la variété des preuves de fonte constatées. La récente étude de l'industrie lithique de ces sites renforce cette affirmation, en situant l'origine d'une grande partie du silex utilisé dans les montagnes de Prades (Palomo *et al.*, 2012).

NOTES

- (1) Ce programme a été possible grâce au financement du gouvernement espagnol, par le biais de différents projets, dont les derniers ont été : « Procesos sociales, tecnológicos y económicos en la explotación de recursos minerales del Priorat (Cataluña): una visión diacrónica » (HAR2010-21105-C02-01) et « Relación entre materias primas locales y producción metalúrgica: Cataluña meridional como modelo de contraste » (HAR2010-21105-C02-02).
- (2) Nous remercions Juan Martínez Egea (Applus) d'avoir mis à notre disposition l'équipement et le soutien nécessaires à la réalisation de ces tests.
- (3) Réalisé par J. F. Gibaja, Institution Milà i Fontanals, Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC) en Cataluña, Barcelone.
- (4) Beta 213102, 3180 ± 40 (Armentano *et al.*, 2007, p. 160, fig. 8). Calibrage avec la courbe Intcal 13.14c, Calib Rev 7.0.0.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- ALFONSO, P., CANET, C., MELGAREJO, J. C., MATA-PERELLÓ, J. M., FALICK, A. E. (2012) – Stable Isotope Geochemistry of the Ulldemolins Pb-Zn-CU Deposit (SW Catalanian Coastal Ranges, Spain), *Geological Acta*, 10, 2, p. 145-157.
- ÁLVAREZ V., PAJARES G. (2011) – ¿Hachas, mazas o martillos? Un lote de percutores líticos en el extremo occidental de la marina asturiana, in E. Ramil et C. Fernández Rogríguez (éd.), *II Congreso Internacional de Arqueología de Vilalba* (Vilalba, 2001), *Férvedes*, 7, p. 185-194.
- AMBERT P. (1999) – Les minerais de cuivre et les objets métalliques en cuivre à antimoine-argent du Sud de la France. Preuves d'une exploitation minière et métallurgie du début du III^e millénaire av. J.-C., in A. Hauptmann, E. Pernicka, T. Rehren et Ü. Yalçin (éd.), *The Beginnings of Metallurgy*, actes de la conférence internationale (Bochum, 1995), Bochum, Der Anschnitt (Beiheft, 9), p. 193-210.
- AMBERT P., FIGUEROA-LARRE V., GUENDON J.-L., KLEMM V., LAROCHE M., ROVIRA S., STRAHM C. (2009) – The Copper Mines of Cabrières (Hérault) in Southern France and the Chalcolithic Metallurgy, in T. L. Kielin et B. W. Roberts (éd.), *Metals and Societies. Studies in honour of Barbara S. Ottaway*, Bonn, R. Habelt (Universitätsforschungen zur prähistorischen Archäologie, 169), p. 285-295.
- ARBOLEDAS MARTÍNEZ L., ALARCÓN GARCÍA E., CONTRERAS CORTÉS F., MORENO ONORATO A., PADILLA FERNÁNDEZ J. J., MORA GONZÁLEZ A. (2015) – La mina de José Martín Palacios-Doña Eva (Baños de la Encina, Jaén) : la primera explotación minera de la Edad del Bronce documentada en el sureste de la Península Ibérica, *Trabajos de Prehistoria*, 72, 1, p. 158-175.
- ARBOLEDAS MARTÍNEZ L., CONTRERAS CORTÉS F. (2010) – La mina del Polígono o Contraminas (Baños de la Encina, Jaén). Evidencias de la explotación de mineral de cobre en la antigüedad, *Cuadernos de Prehistoria y Arqueología de la Universidad de Granada*, 20, p. 355-379.
- ARMADA X.-L., RAFEL N., GRAELLS R., ROQUÉ R. (2013) – Orígenes del urbanismo y dinámicas sociales en el Bronce Final de Cataluña meridional : El Avenc del Primo (Bellmunt del Priorat, Tarragona), *Trabajos de Prehistoria*, 70, 2, p. 278-294.
- ARMENTANO N., GALLART J., JORDANA X., LÓPEZ J. B., MALGOSA A., RAFEL N. (2007) – La cova sepulcral de Montanissell (Sallent, Coll de Nargó, Alt Urgell) : pratiques funéraires singuliers durant l'edat del bronze al Prepirineu, *Tribuna d'Arqueologia*, 2006, p. 141-167.
- ARNAL G. B., ARNAL J., AMBERT P., BAILLOUD G., BOCQUET A., BORDREUIL M., CLOTTES J., COMBIER J., COSTANINI G., MONTJARDIN R., PORTE J.-L., THEVENOT J.-P. (1974) – Types de parures datées (ou présumées) du Chalcolithique et du Bronze ancien, I. Essai d'inventaire dans le Sud-Est de la France, *Études préhistoriques*, 10-11, p. 16-39.
- ARNAL J. (1954) – Les boutons perforés en V, *Bulletin de la Société préhistorique française*, 51, p. 255-268.
- AYROLES P., COMBIER J. (1974) – Remarques sur la typologie et la répartition géographique des perles en cuivre et en plomb dans le Sud-Est de la France, *Études préhistoriques*, 10-11, p. 40-45.
- BARGE H. (1982) – *Les parures du Néolithique ancien au début de l'âge des Métaux en Languedoc*, Paris, CNRS, 396 p.

- BARGE H. (1995) – Les premiers objets métalliques du Chalcolithique provençal, in R. Chenorkian (éd.), *L'Homme méditerranéen. Mélanges offerts à Gabriel Camps*, Aix-en-Provence, Publications de l'université de Provence, p. 359-373.
- BARGE H., ANVEL B., ROSTAN P., GUENDON J.-L. (1998) – La mine des Clausis à Saint-Véran (Hautes-Alpes) : exploitation et aire de réduction du minerai de cuivre d'époque préhistorique, in C. Mordant, M. Pernot et V. Rychner (éd.), *L'Atelier du bronzier en Europe du XX^e au VIII^e siècle avant notre ère, 2. Du minéral au métal, du métal à l'objet*, actes du colloque international « Bronze'96 » (Neuchâtel et Dijon), Paris, CTHS, p. 71-81.
- BERGERBRANT S. (2005) – Female Interaction during the Early and Middle Bronze Age Europe, with Special Focus on Bronze Tubes, in T. Hjørungdal (éd.), *Gender Locales and Local Genders in Archaeology*, Oxford, Archaeopress (BAR, International Series 1425), p. 13-23.
- BLAS CORTINA M. A. DE (2007-2008) – Minería prehistórica del cobre en el reborde septentrional de los Picos de Europa : Las olvidadas labores de "El Milagro" (Onís, Asturias), *Veleia*, 24-25, p. 723-753.
- BLAS CORTINA M. A. DE, SUÁREZ FERNÁNDEZ M. (2010) – La minería subterránea de cobre en Asturias : un capítulo esencial en la Prehistoria reciente del norte de España, in J. A. Fernández-Tresguerres (coord.), *Cobre y oro. Minería y metalurgia en la Asturias prehistórica y antigua*, Oviedo, Real Instituto de Estudios Asturianos, p. 43-82.
- BLASCO A., EDO M., VILLABA M. J., coord. (2011) – *La Cova de Can Sadurni i la prehistòria del Garraf : recull de 30 anys d'investigació*, Milan, EDAR – Hugony, 526 p.
- BOUQUET L., FIGUEROA-LARRE V., LAROCHE M., GUENDON J.-L., AMBERT P. (2006) – Les Neuf-Bouches (district minier Cabrières-Péret), la plus ancienne exploitation minière de cuivre de France : travaux récents, conséquences, *Bulletin de la Société préhistorique française*, 103, 1, p. 143-159.
- CAILLEUX A. (1951) – Morphoskopische Analyse der Geschiebe und Sandkörner und ihre Bedeutung für die Paleoklimatologie, *Geologische Rundschau*, 40, p. 5-13.
- CRABOL D., CAMPMAJÓ P. (1988) – Nouveau jalon des campaniformes pyrénéens dans la haute montagne catalane, in *Prehistòria i Arqueologia de la Conca del Segre : homenatge al Prof. Dr. Joan Maluquer de Motes*, actes du 7^e colloque international (Puigcerdà, 6-8 juin 1986), Puigcerdà, Institut d'Estudis Ceretans, p. 85-94.
- DELGADO-RAACK S. (2008) – *Prácticas económicas y gestión social de recursos técnicos (macro)líticos en la prehistoria reciente (III-II milenio AC) del Mediterráneo Occidental*, thèse de doctorat, Universitat Autònoma de Barcelona, Bellaterra, 740 p. <<http://www.tdx.cat/handle/10803/5528>>
- DELGADO-RAACK S., ESCANILLA N., RISCH R. (2014) – Mazas ocultas. Rastros de minería prehistórica en el Cerro Minado de Huércal-Overa (Almería), *Cuadernos de Prehistoria y Arqueología de la Universidad de Granada*, 24.
- DELGADO-RAACK S., RISCH R. (2008) – Lithic Perspectives on Metallurgy: An Example from Copper and Bronze Age Sout-Est Iberia, in L. Longo et N. Skakun (éd.), *"Prehistoric Technology" 40 Years Later: Functional Studies and the Russian Legacy*, actes de la conférence internationale (Verone, 20-23 avril 2005), Oxford, Archaeopress (BAR, International Series 1783), p. 235-252.
- DOMERGUE C. (1987) – *Catalogue des mines et des fonderies antiques de la péninsule Ibérique*, Madrid, Casa de Velázquez (Collection de la Casa de Velázquez, série Archéologie 8), 897 p.
- EQUIP MINFERRI (1997) – Noves dades per a la caracterització dels assentaments a l'aire lliure durant la primera meitat del II mil·lenni cal. BC : primers resultats de les excavacions en el jaciment de Minferri (Juneda, les Garrigues), *Revista d'Arqueologia de Ponent*, 7, p. 161-211.
- ESCALA O., MOYA A., TARTERA E., VIDAL A., ARMENTANO N. (2014) – Cantorella (Maldà, Urgell), un nou assentament a l'aire lliure del neolític final-calcolític i del bronze ple a la vall del Corb, *Tribuna d'Arqueologia*, 2011-2012, p. 129-172.
- FIGUEROA V., SALAZAR D., SALINAS H., NÚÑEZ-REGUEIRO P., MANRÍQUEZ M. (2013) – Pre-hispanic Mining Ergology of Northern Chile: An Archaeological Perspective, *Revista de Antropología Chilena*, 45, 1, p. 61-81.
- FITZPATRICK A. P. (2011) – *The Amesbury Archer and the Boscombe Bowmen: Early Bell Beaker burials at Boscombe Down, Amesbury, Wiltshire, Great Britain: Excavations at Boscombe Down*, Salisbury, Wessex Archaeology (Wessex Archaeology Reports, 27), 240 p.
- FOKKENS H., ACHTERKAMP Y., KUIJPERS M. H. G. (2008) – Bracers or Bracelets? About the Functionality and Meaning of Bell Beaker Wrist-guards, *Proceedings of the Prehistoric Society*, 74, p. 109-140.
- GASCÓ J. (1976) – *La communauté paysanne de Fontbousse*, Toulouse, EHESS (Archives d'écologie préhistorique, 1), 121 p.
- GENERA M. (2006) – La explotación de minerales y rocas durante la Prehistoria en el nordeste peninsular : algunas evidencias arqueológicas en el territorio del Ebro Final, in *Actas do 3^o Simpósio sobre Mineração e Metalurgia Históricas no Sudoeste Europeu*, Oporto, SEDPGYM, p. 131-148.
- GENERA M. (2011) – Las explotaciones mineras de la Península Ibérica en época prerromana : nuevas aportaciones en el sector Nordeste, in J. M. Mata-Perelló, L. Torró i Abad et M. N. Fuentes (éd.), *Actas del V Congreso Internacional sobre Minería y Metalurgia históricas en el Suroeste Europeo* (León, 2008), La Pobra de Segur, SEDPGYM, p. 259-284.
- GUILAINE J. (1965) – Boutons perforés en V du Chalcolithique pyrénéen, *Bulletin de la Société préhistorique française*, 60, 11-1, p. 818-827.
- GUILAINE J. (1980) – Le groupe de Véraza et la fin des temps néolithiques en Languedoc et Catalogne, in J. Guilaine (dir.), *Le groupe de Véraza et la fin des temps néolithiques dans le Sud de la France et la Catalogne*, Paris, CNRS, p. 1-10.
- GUILAINE J., VAQUER J., BOUISSET P. (1980) – Stations véraziennes d'Ouveillan (Aude), in J. Guilaine (dir.), *Le groupe de Véraza et la fin des temps néolithiques dans le Sud de la France et la Catalogne*, Paris, CNRS, p. 22-32.

- HUNT ORTIZ M. A. (2003) – *Prehistoric Mining and Metallurgy in South West Iberian Peninsula*, Oxford, Archaeopress (BAR, International Series 1188), 418 p.
- HUNT ORTIZ M. A., LLULL B., PERELLÓ L., PERELLÓ D., SALVÀ B. (2013) – Sa Mitja Lluna : Minería prehistórica de cobre en Illa d'en Colom, *De Re Metallica*, 21, p. 45-57.
- IGME (1973) – *Mapa Geológico Nacional : Tarragona*, Madrid, Instituto Geológico y Minero Español, feuille 473, 34-18.
- LÓPEZ J. B., MOYA A. (2009) – Gestión y metalurgia del bronce en la aldea de Minferri (Juneda, Lleida) 2100-1650 cal. ANE, in I. Montero-Ruiz et M. I. Martínez Navarrete (éd.), *Archaeometallurgy. Technological, Economic and Social Perspectives in Late Prehistoric Europe (TESME). Meeting in honour of Salvador Rovira*, actes du colloque (Madrid, 27-29 novembre 2009), *Trabajos de Prehistoria*, 67, 2, p. 545-559.
- MALUQUER DE MOTES J. (1949) – *Investigaciones arqueológicas en el Pallars I. La cueva de Toralla*, Saragosse, Monografías del Instituto de Estudios Pirenaicos, CSIC, 47 p.
- MARTÍN A. (2003) – Els grups del neolític final, calcolític i bronze antic. Els inicis de la metal·lúrgia, *Cota Zero*, 18, p. 76-105.
- MARTÍN A. (2011) – El Baix Vallès i zones limítrofs durant la segona meitat del IV mil·lenni i el III mil·lenni ANE, *Notes (Mollet del Vallès, Barcelona)*, 26, p. 103-119.
- MARTÍN A., GALLART J., ROVIRA HORTALÀ M. C., MATA-PERELLÓ J. M. (1999) – Nordeste, in G. Delibes et I. Montero (dir.), *Las primeras etapas metalúrgicas de la Península Ibérica*, II. *Estudios regionales*, Madrid, Instituto Universitario Ortega y Gasset, p. 115-177.
- MATA PERELLÓ J. M. (1990) – *Els minerals de Catalunya*, Barcelona, Institut d'Estudis Catalans, 442 p.
- MILLE B., BOUQUET L. (2004) – Le métal au III^e millénaire avant notre ère dans le Centre-Nord de la France, *Anthropologica et Praehistorica*, 115, p. 197-215.
- MONTERO-RUIZ I., RAFEL N., HUNT ORTIZ M. A., MATA J. M., ODRIOZOLA C., SORIANO I., MURILLO-BARROSO M. (2012) – Minería prehistórica en el Priorato : caracterización arqueométrica de minas de Cornudella, Alforja y Ulldemolins, in J. M. Mata-Perelló (éd.), *El patrimonio minero y metalúrgico a lo largo de la Historia*, actes du VII^e Congrès international « Minería y Metalurgia Históricas en el Suroeste Europeo » (Utrillas, mai 2012), La Poble de Segur, SEDPGYM, p. 131-140.
- MUÑOZ A. M. (1965) – *La cultura neolítica catalana de los "sepulcros de fosa"*, Barcelona, Universidad de Barcelona (Publicaciones Eventuales, 9), 417 p.
- PALOMO A. (2012) – *Tecnología lítica i de la fusta de la prehistòria recent al nord-est peninsular. Anàlisi tecnomorfològic i experimental*, thèse de doctorat, Universitat Autònoma de Barcelona, Bellaterra, 511 p. <<http://hdl.handle.net/10803/96270>>.
- PALOMO A., GINAJA J. F., ORTEGA D., ALONSO N., MARTÍN D., MOYA A. (2012) – La industria lítica tallada del asentamiento de Minferri (Juneda, Lleida) a finales del III/primer mitad del II milenio cal. BC, *Cypsela*, 19, p. 103-122.
- PAU C. (2007) – Elementos de adorno en época campaniforme en Sicilia, Cerdeña y Córcega, *Arqueología y Territorio*, 4, p. 23-46.
- RAFEL N. (2012) – La cuenca minera del Baix Priorat (Tarragona) : explotación y distribución en época colonial. Recursos locales versus recursos alóctonos, in M. E. Aubet et P. Sureda (éd.), *Interacción social y comercio en la antesala del colonialismo*, actes du colloque international, Universidad Pompeu Fabra (Barcelona, 28-29 mars 2012), *Cuadernos de Arqueología Mediterránea*, 21, p. 71-85.
- RAFEL N., MONTERO I., CASTANYER P., coord. (2008) – Plata prerromana en Cataluña. Explotación y circulación del plomo y la plata en el primer milenio ane, *Revista d'Arqueologia de Ponent*, 18, p. 243-328.
- RAFEL N., MONTERO I., SORIANO I., HUNT ORTIZ M., ARMADA X.-L. (2014) – Nuevos datos sobre la minería pre y protohistórica en Cataluña, *Cuadernos de Prehistoria y Arqueología de la Universidad de Granada*, 24, p. 147-166.
- REIMER P. J., BARD E., BAYLISS A., BECK J. W., BLACKWELL P. G., RAMSEY C. B., BUCK C. E., CHENG H., EDWARDS R. L., FRIEDRICH M., GROOTES P. M., GUILDERTON T. P., HAFIDASON H., HAJDAS I., HATTÉ C., HEATON T., HOFFMANN D. L., HOGG A. G., HUGHEN K. A., KAISER K. F., KROMER B., MANNING S. W., NIU M., REIMER R. W., RICHARDS D. A., SCOTT E. M., SOUTHON J. R., STAFF R. A., TURNER C. S. M., VAN DER PLICHT J. (2013) – Intcal 13 and Marine 13 Radiocarbon Age Calibration Curves 0-50,000 years CAL BP. *Radiocarbon*, 55, 4, p. 1869-1887.
- RISCH R. (1995) – *Recursos naturales y sistemas de producción en el Sudeste de la Península Ibérica entre 3000 y 1000 ANE*, thèse de doctorat, Universitat Autònoma de Barcelona, Bellaterra, 794 p. <<http://hdl.handle.net/10803/5524>>
- RISCH R. (2001) – Aproximació a les plaques de pedra de les Balears : anàlisi funcional d'un exemplar procedent de la Cova des Moro (Manacor), in V. M. Guerrero, M. Calvo et B. Salvà, *La Cova des Moro (Manacor, Mallorca). Campanyes d'excavacions arqueològiques 1995-1998*, Majorque, Consell de Mallorca (Col·lecció Quaderns de Patrimoni Cultural, 4), p. 53-63.
- RISCH R., MARTÍNEZ F. (2008) – Dimensiones naturales y sociales de la producción de hachas de piedra en el noreste de la Península Ibérica, *Trabajos de Prehistoria*, 65, 1, p. 47-71.
- RODRÍGUEZ DE LA ESPERANZA M. J. (2005) – *Metalurgia y metalúrgicos en el Valle del Ebro (c. 2900-1500 cal. A. C.)*, Madrid, Real Academia de la Historia, Institución "Fernando el Católico" (Bibliotheca Archaeologica Hispana, 24), 228 p.
- ROVIRA HORTALÀ M. C. (1998) – Activités métallurgistes à l'extrême Nord-Est de la péninsule Ibérique pendant l'âge du Bronze Ancien-Moyen. Le site de Minferri (Lleida), in C. Mordant, M. Pernot et V. Rychner (éd.), *L'atelier du bronzier en Europe du XX^e au VIII^e siècle avant notre ère*, II. *Production, circulation et consommation du bronze*, actes du colloque international « Bronze'96 » (Neuchâtel et Dijon, 4-9 mars 1996), Paris, CTHS, p. 241-248.
- ROVIRA HORTALÀ M. C. (2006) – El Bronze Inicial a Catalunya des de la perspectiva metal·lúrgica, *Cypsela*, 16, p. 135-145.

- ROVIRA S. (2004) – Tecnología metalúrgica y cambio cultural en la prehistoria de la Península Ibérica, *Norba Revista de Historia*, 17, p. 9-40.
- ROVIRA S., AMBERT P. (2002) – Les céramiques à réduire le minerai de cuivre : une technique métallurgique utilisée en Ibérie, son extension en France méridionale, *Bulletin de la Société préhistorique française*, 99, p. 105-126.
- ROVIRA S., MONTERO I., CONSUEGRA S., éd. (1997) – *Las primeras etapas metalúrgicas en la península Ibérica*, I. *Análisis de materiales*, Madrid, Instituto Universitario Ortega y Gasset, 424 p.
- SERRA VILARÓ J. (1915-1920) – Mina i fundició d'aram del primer període de l'edat del bronze de Riner, *Anuari de l'Institut d'Estudis Catalans*, 6, p. 535-538.
- SERRA VILARÓ J. (1920) – Mina i fundició d'aram del primer període de l'edat del bronze, *Butlletí del Centre Excursionista de Catalunya*, 301, p. 33-39.
- SERRA VILARÓ J. (1924) – *De metal·lúrgia prehistòrica a Catalunya*, Solsona, Musaeum Archaeologicum Diocesanum, 21 p.
- SMITH J. (2006) – Early Bronze Age Stone Wrist-guards in Britain: Archer's Bracer or Social Symbol?, *Journal of the Society of Archer-Antiquaries*, 29, p. 50-57.
- SOLÉ M. (1982) – Balma del Duc, Montblanc, in *Les Excavacions Arqueològiques a Catalunya en els darrers anys*, Barcelona, Generalitat de Catalunya (Excavacions Arqueològiques a Catalunya, 1), p. 129-130.
- SORIANO I. (2011) – De tumbas de metalúrgico en el Nordeste peninsular. El Forat de la Tuta (Riner, Solsonès, Lleida), *Revista d'Arqueologia de Ponent*, 21, p. 37-56.
- SORIANO I. (2013) – *Metalurgia y Sociedad en el Nordeste de la Península Ibérica (finales del IV–II milenio cal ANE)*, Oxford, Archaeopress (BAR, International Series 2502), 295 p.
- SORIANO I., AMORÓS J. (2014) – Moldes para puñales en la Península Ibérica durante la Edad del Bronce. El caso de Camp Cinzano (Vilafranca del Penedès, Alt Penedès, Barcelona), *Trabajos de Prehistoria*, 71, 2, p. 368-385.
- SORIANO I., RAFEL N., HUNT ORTIZ, M. A., MONTERO-RUIZ, I., DELGADO-RAACK, S. (sous presse) – Una nueva explotación minera prehistórica en el nordeste : la Mina de la Turquesa o del Mas de les Moreres en Tarragona, *VIII Congreso Internacional sobre Minería y Metalurgia antiguas en el Sudoeste Europeo* (Granada, 2014), SEDPGYM et Universidad de Granada.
- TAFFANEL O. et J. (1980) – Le Vézazien de Mailhac, in J. Guilaine (dir.), *Le groupe de Vézaz et la fin des temps néolithiques dans le Sud de la France et la Catalogne*, Paris, CNRS, p. 33-37.
- USCATESCU A. (1992) – *Los botones de perforación en "V" de la Península Ibérica y Baleares durante la Edad de los Metales*, Madrid, Foro Arqueología, 270 p.
- VILASECA S. (1941) – Más hallazgos prehistóricos en Arboli (provincia de Tarragona), *Ampurias*, 3, p. 45-62.
- VILASECA S. (1952) – La Coveta de l'Heura, de Ulldemolins (provincia de Tarragona), *Ampurias*, 14, p. 122-130.
- VILASECA S. (1953) – Un sepulcro megalítico en Rocallaura y otros hallazgos, *Zephyrus*, 4, p. 467-472.
- VILASECA S. (1957-1958) – La cueva de Porta-Lloret en el antiguo término de Siurana. Montes de Prades, *Ampurias*, 19-20, p. 103-121.
- VILASECA S. (1973) – *Reus y su entorno en la Prehistoria*, Reus, Rosa de Reus (Asociación de Estudios Reusenses, 48), 283 p.
- VILASECA S., IGLÉSIES J. (1929) – Exploració prehistòrica de l'alta conca del Brugent, III. La Cova de les Gralles, *Revista del Centre de Lectura de Reus*, 13, 225-227, p. 1-14.
- VILASECA S., IGLÉSIES J. (1932) – Exploració prehistòrica de l'alta conca del Brugent, I. La cova del Buldó, *Revista del Centre de Lectura de Reus*, 10, 192, p. 105-113.
- VILASECA S., PRUNERA A. (1944) – La "Cova de la Vila" de La Febró, en la Sierra de Prades, *Ampurias*, 6, p. 87-95.
- VILASECA S., VILASECA L. (1957) – Una explotación minera prehistórica. La Solana del Bepo, de Ulldemolins (Prov. de Tarragona), in *IV Congreso Nacional de Arqueología* (Burgos, 1955), p. 135-139.
- VILLALBA M. J., EDO M., BLASCO A. (2011) – Les mines neolítiques de Can Tintorer. Una relectura trenta anys després, A. Blasco, M. Edo et M. J. Villalba (éd.), *La Cova de Can Sadurní i la prehistòria de Garraf. Recull de 30 anys d'investigació*, Milan, EDAR – Hugony, p. 293-333.
- WOODWARD A., HUNTER J., IXER R., MALTBY M., POTTS P. J., WEBB P. C., WATSON J. S., JONES M. C. (2005) – Ritual in some Early Bronze Age Grave Goods, *Archaeological Journal*, 162, p. 31-64.
- WOODWARD A., HUNTER J., IXER R., ROE F., POTTS P. J., WEBB P. C., WATSON J. S., JONES M. C. (2006) – Beaker Age Bracers in England: Sources, Function and Use, *Antiquity*, 80, 309, p. 530-543.

Núria RAFEL

Universitat de Lleida
nrafel@historia.udl.cat

Ignacio MONTERO RUIZ

Instituto de Historia. Consejo Superior de
Investigaciones Científicas
ignacio.montero@cchs.csic.es

Ignacio SORIANO

Grup de Recerca Arqueològica
del Nordest Peninsular, Universitat de Lleida
nachsoriano@hotmail.com

Selina DELGADO RAACK

Universitat Autònoma de Barcelona
Landesamt für Denkmalpflege
und Archäologie Sachsen-Anhalt, Halle
sdelgadoraack@hotmail.com